

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№9 2020 (СЕНТЯБРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

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

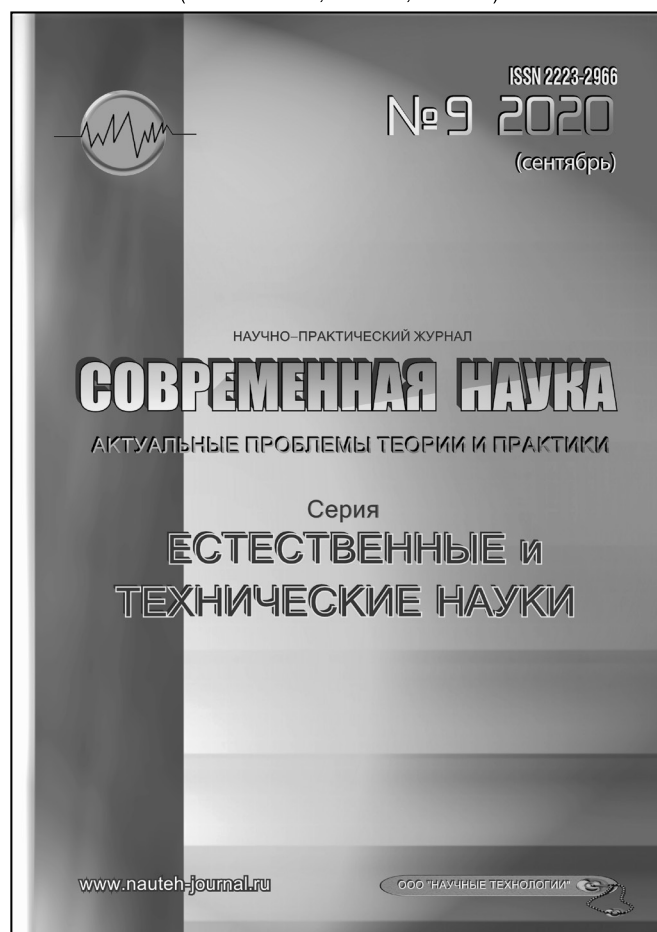
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 20.09.2020 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

- Алиева Г. Р., Агаева Т. С.** — Экофизиологические особенности грибов рода *Trichoderma*, распространенных в различных биотопах в Азербайджане
Aliyeva G., Agayeva T. — Ecophysiological characteristics of fungi from the genus *Trichoderma*, spread in various biotopes of Azerbaijan.....7
- Афонин А. А.** — Цикличность динамики образования междоузлий на побегах *Salix dasyclados* (Salicaceae) на фоне кратковременной атмосферной засухи
Afonin A. — The cyclicity of dynamics of formation of internodes on the stems of *Salix dasyclados* (Salicaceae) against the background of short-term atmospheric drought 11
- Галикеева Г. Ф., Абрамов С. Н., Гумерова О. В.** — Технология получения безвирусного посадочного материала картофеля свободного от X и Y вирусов
Galikeeva G., Abramov S., Gumerova O. — Technology for producing virus-free potato planting material free of X and Y viruses 20
- Гудкова Н. К., Горбунова Т. Л., Матова Н. И.** — Оценка комплексного воздействия полигонов ТКО на биотопы рек в условиях влажных субтропиков
Gudkova N., Gorbunova T., Matova N. — Evaluation the CSW landfills complex impact on river bio-tops in humid subtropics..... 23
- Кузнецова К. Г., Молодкина Н. Р., Сергиенко О. И.** — Эколого-экономическое обоснование промышленного компостирования органических отходов
Kuznetsova K., Molodkina N., Sergienko O. — Ecological-economic justification of industrial composting of organic waste..... 30
- Пахомова О. А.** — Современные проблемы в сфере паразитарных болезней
Pakhomova O. — Modern problems in the sphere of parasitic diseases 36

- Серёдкин И. В.** — Суточные перемещения бурых медведей (*Ursus arctos*) на среднем Сихотэ-Алине
Seryodkin I. — Daily movements of brown bears (*Ursus arctos*) in the middle Sikhote-Alin..... 39

- Шевченко М. А., Лисун В. В., Скрипская В. В., Якимов М. М.** — Получение галофильной β -N-ацетилглюкозаминидазы археи *Halomicrobium* SP. LC1Hm
Shevchenko M., Lisun V., Skripskaya V., Yakimov M. — Recombinant expression of the halophilic β -N-acetylglucosaminidase of archaeon *Halomicrobium* SP. LC1Hm 45

Информатика, вычислительная техника и управление

- Берецкий И. С., Ирбитский И. С., Егорова Е. К., Мокряков А. В.** — Операции над k-однородными экстремальными гиперграфами
Beretskiy I., Irbitskiy I., Egorova E., Mokryakov A. — Operations on k-homogeneous extreme hypergraphs 49
- Быданов Е. В.** — Модель радиолиний с использованием пространственно-временной обработки широкополосных сигналов для нужд должностных лиц ситуационных центров комплексной системы безопасности
Bydanov Ye. — Model of radio lines using space-time processing of broadband signals for the needs of officers of situation centers of the integrated security system 55
- Кацман В. И., Козлов И. А., Новиков Ф. А.** — Игрофикация процесса решения типовых учебных задач на основе выбора правил преобразования
Katsman V., Kozlov I., Novikov F. — Gamification of typical education task solving process based on transformation rules search 63
- Киселев С. С., Сазонов С. Ю., Сазонова Е. С.** — Психологическая модель поведения агента
Kiselev S., Sazonov S., Sazonova E. — Psychological model of behavior of the agent..... 69

Крюков А. А. — Риски в системе управления персоналом промышленной организации <i>Kryukov A.</i> — Risks in the personnel management system of an industrial organization 75	Таран В. В. — Компьютерная очистка аудиоматериала штатными средствами программы Audacity® (программно-ориентированный подход) <i>Taran V.</i> — Computer upgrading of audio material using Audacity® software api (software-oriented approach) 112
Муравьева А. О. — Анализ государственной поддержки инновационной деятельности <i>Muravyeva A.</i> — Analysis of state support of innovative activities 81	Шамунова В. Г. — Аппаратно-программное обеспечение автоматической системы позиционирования подвижного объекта <i>Shamunova V.</i> — Hardware and software of automatic positioning system of a moving object ... 129
Прозоров Я. С., Романов В. А., Прусс Б. Н., Цветков В. В. — Разработка системы компьютерного моделирования и расчета режимов сушки древесины <i>Prozorov Ya., Romanov V., Pruss B., Tsvetkov V.</i> — Development of a computer modeling system and calculation of wood drying modes 84	Клиническая медицина
Романова Е. Ю. — Эмергетический подход к анализу производственной системы на примере производства цемента <i>Romanova E.</i> — An emerging approach to the analysis of a production system using the example of cement production 91	Агранович Н. В., Алботова Л. В., Лихачева А. П. — Роль цистатина-С в ранней диагностике процессов почечной дисфункции у пожилых пациентов с артериальной гипертензией и метаболическими нарушениями <i>Agranovich N., Albotova L., Likhacheva A.</i> — The role of cystatin-C in early diagnostics of renal dysfunction processes in elderly patients with arterial hypertension and metabolic disorders 133
Святенко А. С. — Методы статического и динамического анализа для тестирования программного обеспечения <i>Svyatenko A.</i> — Static and dynamic analysis methods for software testing. 97	Албакова М. Х., Албакова Х. А., Богатырева Л. Н., Гагиева Д. А. — Патофизиологические аспекты и гемодинамические нарушения почек при нефропатии, ассоциированной с антифосфолипидным синдромом <i>Albakova M., Albakova H., Bogatyreva L., Gagieva D.</i> — Pathophysiological aspects and hemodynamic renal disorders in nephropathy associated with antiphospholipid syndrome 139
Семёнова М. Н., Заголило С. А., Кугушева Н. Н., Харитонов Я. С., Хубиева В. М. — Применение метода приведенных моментов для расчета и построения статических характеристик технологических установок горного производства <i>Semenova M., Zagolilo S., Kugusheva N., Kharitonov Ya., Khubieva V.</i> — Application of the method of reduced moments for calculating and constructing static characteristics of mining process units 101	Вокулова Ю. А., Жулев Е. Н. — Сравнительная оценка качества внутреннего прилегания временных искусственных коронок к культе препарированного зуба, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий <i>Vokulova J., Zhulev E.</i> — Comparative assessment of the quality of internal fit of temporary artificial crowns to the stump of a prepared tooth made using traditional and digital technologies 142
Суворов А. П., Зоткин С. П. — Применение программы DB Browser for SQLite для создания баз данных <i>Suvorov A., Zotkin S.</i> — Using DB Browser for SQLite Program for Creation of Databases 108	

- Вьюрков С. П.** — Эстетические аспекты в ортопедической стоматологии
Vyurkov S. — Aesthetic aspects in orthopedic dentistry 149
- Гендугова О. М., Мамрешева С. Р., Батырбекова Ф. Р., Шогенов А. М., Агнокова Т. Х., Шортанова Д. В.** — Лечение очаговой деминерализации у подростков с брекет-системой
Gendugova O., Mamresheva S., Batyrbekova F., Shogenov A., Agnokova T., Shortanova D. — Treatment of focal demineralization in adolescents with a bracket system 153
- Гительзон Е. А., Файбушевич А. Г., Гительзон Д. Г., Черняев М. В., Максимкин Д. А., Веретник Г. И., Баранович В. Ю., Лапшин А. А., Васильев А. Э., Данишян К. И.** — Стентирование коронарных артерий у больных гемобластомами: результаты 18-месячного наблюдения
Gitelzon E., Faybushevich A., Gitelson D., Chernyaev M., Maximkin D., Veretnik G., Baranovich V., Lapshin A., Vasiliev A., Danishyan K. — Coronary artery stenting in patients with blood malignancy: 18-month follow-up results 156
- Даценко Н. С., Якимова А. В.** — Оментин, как объективный показатель вероятности нарушения углеводного и липидного обмена при ожирении беременных женщин в первом триместре гестации
Datsenko N., Yakimova A. — Omentin as an objective indicator of the probability of impaired carbohydrate and lipid metabolism in obese pregnant women in the first trimester of gestation 163
- Дедиков Д. Н.** — Клинический случай лечения обширной кератокисты тела и ветви нижней челюсти с одномоментной реконструкцией дефекта костным аллотрансплантатом головки бедренной кости в сочетании с нетканым титановым материалом со сквозной пористостью
Dedikov D. — A clinical case of treatment of extensive keratocysts of the body and branches of the lower jaw with simultaneous reconstruction of the defect with a bone allograft of the femoral head in combination with a non woven titanium material with through porosity 167
- Дедиков Д. Н.** — Клиническая оценка метода реконструкции дефектов нижней челюсти с использованием васкуляризованного костного аутографта в сочетании с нетканым титановым материалом со сквозной пористостью
Dedikov D. — Clinical evaluation of the method of reconstruction of mandibular defects using vascularized bone autograft in combination with non-woven titanium material with through porosity ... 172
- Зайцева Е. В., Воронина Л. И., Дерябина С. С.** — Применение цифровых технологий в российских учреждениях здравоохранения для выявления первичного иммунодефицита у детей
Zaitseva E., Voronina L., Deryabina S. — The use of digital technologies in Russian healthcare institutions to detect primary immunodeficiency in children 180
- Зорькин А. А.** — Ранний постгастрорезекционный синдром
Zorkin A. — Early postgastrectomy syndrome 184
- Кацова Г. Б.** — Психологические проблемы лечения больных в условиях стационара
Katsova G. — Psychological treatment problems of patients in the conditions of the hospital 189
- Магомедов Х. М.** — Эндотелиальная дисфункция и ее роль в развитии печеночной недостаточности при механической желтухе
Magomedov Kh. — Endothelial dysfunction and its role in the development of hepatic insufficiency with mechanical jaundi 193
- Маринов Д. Т., Лактионова Л. В., Реутова Е. В., Юдин Д. И.** — Возможности ребиопсии для молекулярно-генетического тестирования у больных с EGFR+ распространенным немелкоклеточным раком легкого (НМРЛ) при прогрессировании на фоне приема ингибиторов тирозинкиназы (ИТК) с целью определения механизмов резистентности
Marinov D., Laktionova L., Reutova E., Yudin D. — Possibilities of rebiopsy for molecular genetic testing in patients with EGFR+ advanced non-small cell lung cancer (NSCLC) with progression while taking tyrosine kinase inhibitors (TKI) to determine the mechanisms of resistance 199

<p>Мозговой П. В., Спиридонов Е. Г., Мандриков В. В., Уфимцев В. С., Луковскова А. А. — Лапароскопическое аорто-бифemorальное протезирование у пациента с тромбозом эндопротеза аорты</p> <p><i>Mozgovoï P., Spiridonov E., Mandrikov V., Ufimtsev V., Lukovskova A.</i> — Laparoscopic aorto-bifemoral prosthetics in a patient with thrombosis of the aortic endoprosthesis 205</p> <p>Морошек А. А. — Дифференциальная диагностика и сравнительные результаты комплексного лечения пациентов с эрозивным и эрозивно-язвенным эзофагитом</p> <p><i>Moroshek A.</i> — Differential diagnostics and comparative results of complex treatment of patients with erosive and erosive-ulcer esophagitis. ... 212</p>	<p>Розенфельд И. И. — Пластика больших и гигантских грыж пищевода и отверстия диафрагмы биокарбоновым сетчатым имплантатом</p> <p><i>Rosenfeld I.</i> — Plasty of large and giant esophageal hernia of the diaphragm with biocarbon mesh implant 219</p> <p>Собир Р. К. — Протезирование зубов с помощью керамических виниров</p> <p><i>Sobir R.</i> — Dental prosthetics with ceramic veneers 223</p> <p style="text-align: center;">Информация</p> <p>Наши авторы. Our Authors..... 228</p> <p>Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 232</p>
--	--

ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРИБОВ РОДА TRICHODERMA, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

ECOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FUNGI FROM THE GENUS TRICHODERMA, SPREAD IN VARIOUS BIOTOPES OF AZERBAIJAN

**G. Aliyeva
T. Agayeva**

Summary. From the result of research were found of 10 species (*Trichoderma album* Preuss, *T. asperellum* Samuels, *T. atroviride* P. Karst., *T. citrinoviride* Bissett, *T. hamatum* (Bonord.) Bainier, *T. harzianum* Rifai, *T. conidia* Oudem, *T. longibrachiatum* Rifai, *T. oblongisporum* Bissett и *T. viride* Pers.) of fungi from the genus of *Trichoderma* spread in different territories of Azerbaijan. The influence of temperature, molecular oxygen, and other environmental factors (pH, humidity, etc.) on the growth rate of the registered fungi are different, and mainly quantitative.

Keywords: genus *Trichoderma*, abiotic factors, typical mesophile, frequency of occurrence, aerobic.

Алиева Гульнар Рахим кызы

Сотрудник, Сумгаитский Государственный
Университет; диссертант, Институт Микробиологии
НАНА, г. Баку
azmbi@mail.ru

Агаева Тарана Сафар кызы

Докторант(SD), Институт Микробиологии НАНА,
г. Баку
article_1@mail.ru

Аннотация. В результате проведенных исследований обнаружено распространение на различных территориях Азербайджана 10 видов грибов (*Trichoderma album* Preuss, *T. asperellum* Samuels, *T. atroviride* P. Karst., *T. citrinoviride* Bissett, *T. hamatum* (Bonord.) Bainier, *T. harzianum* Rifai, *T. conidia* Oudem, *T. longibrachiatum* Rifai, *T. oblongisporum* Bissett и *T. viride* Pers.) рода *Trichoderma*. Влияние температуры, молекулярного кислорода и других факторов среды (pH, влажность и т. др.) на скорость роста зарегистрированных грибов различно и в основном носит количественный характер.

Ключевые слова: род *Trichoderma*, абиотические факторы, типичный мезофил, частота встречаемости, аэроб.

Известно, что грибы, как постоянный компонент гетеротрофного блока любого ценоза, содержащего органическое вещество, выполняют различные функции (деструкция, продукция, регуляция и индикация) [2, 15, 20]. Хотя и существует достаточное количество исследований, посвященных выяснению их свойств в этом направлении, но они сегодня все еще открыты для исследования и исследования время от времени обнаруживают у них новые свойства. С другой стороны, усиление антропогенного воздействия на окружающую среду приводит как к количественным, так и к качественным изменениям функций, выполняемых грибами [21]. В связи с этим представляет интерес изучение микромицетов [8–9], особенно их сапротрофных видов [12–13], распространенных в природных и агроценозах, а также в различных ценозах, подверженных антропогенным воздействиям, и одними из этих грибов являются виды, принадлежащие роду *Trichoderma*. Так, виды, принадлежащие этому роду, характеризуются большим видовым разнообразием гетеротрофных блоков в основном природных экосистем и участвуют во всех функциях, выполняемых грибами [7]. По этой причине их физиология, биохимия, филогения, экология и т. др. особенности являются одной из проблем, которые все еще всесторонне

изучаются [10–11]. Несмотря на все это, потенциал грибов *Trichoderma* не только не исчерпан, но и полностью не раскрыт. Следует отметить, что сведения об изучении грибов этого рода можно найти в составе общей микобиоты любого биотопа. Однако, изучение этого рода как особого предмета исследований встречается редко, о чем свидетельствуют также микологические исследования в Азербайджане.

Следует отметить, что в зависимости от биологических характеристик генетических и адаптивных изменений отдельных видов, участвующих в формировании грибных сообществ, выживание и функционирование их в тех или иных условиях определяется влиянием факторов окружающей среды [17, 19]. Таким образом, на популяцию каждого вида воздействует комплекс экологических и биотических факторов, в результате чего образуются штаммы, характеризующиеся определенными физиологическими и биохимическими характеристиками.

Учитывая выше сказанное, целью представленной работы явилось выяснение влияния факторов среды, а точнее некоторых абиотических факторов, на распро-

странение грибов рода *Trichoderma*, зафиксированных в ходе исследований.

Материалы и методы

Образцы для исследования были взяты с почв, подверженных разным уровням антропогенного воздействия и с относительно чистых почв Азербайджана, в первую очередь Апшеронского полуострова. Отбор проб, подготовка их к лабораторным анализам, выделение грибов в чистую культуру проводились по общеизвестным методам, широко применяемым сегодня в микологии [1, 5–6]. Идентификация проводилась согласно созданным на основе культурально-морфологических признаков определителям [14, 16], название и систематизация грибов в соответствии с данными официального сайта Международной Микологической Ассоциации [18].

Для оценки влияния температуры на рост выделенных штаммов грибов использовали различные температурные режимы, а культивирование проводилось на СА. Температурный режим при культивировании приводилось в 5 интервалах: 10–15, 15–20, 20–25, 25–30 и 30–35 °С.

Частоту встречаемости видов грибов рода *Trichoderma* определяли по формуле $P = (n / N) \times 100$, где P — частота встречаемости грибов в образцах (в%), n — количество обнаруженных грибов (в ед.), N — общее количество образцов. (в ед.).

Все эксперименты проводились как минимум в 4-х повторностях, а полученные результаты были статистически обработаны [3]. Достоверными считались только результаты, соответствующие формуле $m / M = P \leq 0,05$ (где M — среднее значение повторений, m — среднее квадратичное отклонение, P — критерий Стьюдента).

Результаты и их обсуждения

Анализ образцов, взятых из различных экосистем Азербайджана, а также Апшеронского полуострова, выявил распространение 10 видов грибов, относящихся к роду *Trichoderma*, включающего такие виды как *Trichoderma album* Preuss, *T. asperellum* Samuels, *T. atroviride* P. Karst., *T. citrinoviride* Bissett, *T. hamatum* (Bonord.) Bainier, *T. harzianum* Rifai, *T. koningi* Oudem, *T. longibrachiatum* Rifai, *T. oblongisporum* Bissett и *T. viride* Pers. По результатам лабораторных исследований чистых культур этих видов было выявлено, что все грибы рода *Trichoderma*, распространенные в разных частях Азербайджана, относятся к типичным мезофилам, но отличаются друг от друга благоприятными для их жизнедеятельности минимальными и максимальными значениями температуры, и среди них встречаются

даже виды, для которых оптимальной температурой является 30–32 °С (табл. 1). Например, для роста грибов *T. asperellum* и *T. harzianum* оптимальная температура среды составляет 32 и 30 °С соответственно, в то время как аналогичный показатель для таких видов, как *T. atroviride*, *T. citrinoviride*, *T. coningi*, *T. longibrachiatum* и *T. oblongisporum*. Contane составляет 26 °С. Для остальных 3 видов оптимальная температура роста составила 28 °С.

Надо отметить, что существует некоторая разница между минимальным и максимальным значениями температуры, обеспечивающей жизнедеятельность грибов рода *Trichoderma*. Так, даже если рост грибов на минимальных значениях приостанавливается, то повышение температуры до оптимума приводит к возобновлению роста, но при максимальных значениях такого явления не наблюдается, т.е. процессы, происходящие при высоких температурах являются необратимыми, а при низких температурах носят обратимый характер.

Следует отметить, что виды, принадлежащие к роду *Trichoderma*, особенно *T. viride*, являются важными перспективными грибами как продуценты ферментов с литической [4] и целлюлолитической активностью [22], но принадлежность их к типичным мезофилам обуславливает низкую термостабильность синтезируемых ими целлюлолитических ферментов. Это расценивается как недостаток препаратов целлюлолитических ферментов, полученных из грибов этого рода. Так, период полуинактивации синтезируемого данными грибами фермента эндоглюканазы составляет 12–15 минут.

Одним из абиотических факторов, влияющих на рост живых организмов, в том числе грибов, является наличие в окружающей среде свободного кислорода, влияние которого на живой организм характеризуется по-разному. Так, для некоторых живых организмов присутствие кислорода в окружающей среде является жизненной необходимостью, а для других — основанием для их гибели. По этой причине очередной задачей исследования явилось изучение влияния этого фактора. Результаты проведенных исследований показали, что все виды этого рода истинные аэробы, а виды этого рода обитают на той глубине почвы, где циркулирует нормальный воздушный поток. Это охватывает 0–40 см глубины почвы (Таблица 2).

Надо отметить, что фактор глубины, а точнее влияние кислорода, также оказывает серьезное влияние на морфологию грибов, так у грибов рода *Trichoderma*, обнаруженных в образцах почв глубоких слоев (20–40 см) образование фиалид не наблюдается, тогда как грибы образцов верхнего слоя почвы образуют большое количество фиалид. Аналогичные различия наблюдаются

Таблица 1. Влияние температуры на распространение грибов рода *Trichoderma*

N	Виды	Показатели температуры для жизнедеятельности грибов		
		минимальная	оптимальная	максимальная
1	<i>T.album</i>	4	28	36
2	<i>T.asperellum</i>	5	32	40
3	<i>T.atroviride</i>	4	26	35
4	<i>T.citriniviride</i>	4	26	35
5	<i>T.harzianum</i>	5	30	38
6	<i>T.hamatum</i>	5	28	37
7	<i>T.koningi</i>	4	26	35
8	<i>T.longibrachiatum</i>	4	26	35
9	<i>T.oblongisporum</i>	4	26	35
10	<i>T.viride</i>	4	28	38

Таблица 2. Частота встречаемости видов грибов рода *Trichoderma* в зависимости от глубины(%)

N	Виды	Глубина, см		
		0–20	20–40	40–60
1	<i>T.album</i>	93	36	0
2	<i>T.asperellum</i>	96	34	0
3	<i>T.atroviride</i>	95	37	0
4	<i>T.citriniviride</i>	90	35	0
5	<i>T.harzianum</i>	94	32	0
6	<i>T.hamatum</i>	95	35	0
7	<i>T.koningi</i>	90	34	0
8	<i>T.longibrachiatum</i>	89	28	0
9	<i>T.oblongisporum</i>	88	33	0
10	<i>T.viride</i>	92	31	0

и в ферментативной активности и процесса конидиогенеза штаммов грибов, причем по мере увеличения глубины ферментативная активность грибов снижается, а образование конидий ослабевает.

Хотя исследования других факторов, в первую очередь pH и влажность, и показали в некоторой степени различия грибов рода *Trichoderma*, для их широкого распространения значение pH среды должно быть ниже нейтрального, т.е. значение благоприятное для роста всех грибов (4,0–6,0), а влажность почвы не менее 3–5%. Этот факт неоднократно подтвержден как нашими, так и литературными данными.

В целом следует отметить, что коэффициент влажности является одним из важных факторов в жизни живых организмов хотя бы потому, что все процессы, протекающие в живых организмах, происходят в водной среде, а естественная влажность воздуха является одним из основных источников проникновения воды в орга-

низмы, особенно в грибные. Однако низкая влажность среды, в частности 3–5%, как отмечалось выше, дает возможность развиваться грибам. Однако, для других живых организмов эта цифра не считается благоприятной для роста. Причину этого, на наш взгляд, следует искать в особенностях питания грибов. Так, хотя грибы, как и животные, питаются гетеротрофно, вода и водорастворимые вещества попадают в их тела не с одной области, а со всей поверхности тела. Это позволяет им лучше использовать даже малейшее количество влаги в окружающей среде. Неслучайно на сегодняшний день среди живых организмов грибы считаются самыми засухоустойчивыми.

Таким образом, в результате исследований выявлено, что в экологически различных районах Азербайджана распространены 10 видов грибов рода *Trichoderma*, которые под влиянием абиотических факторов (температура, молекулярный кислород, pH и др.) обладают различными особенностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1997, 416с.
2. Звягинцев Д.Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 2005, 447 с.
3. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 816 с.
4. Маркович Н.А., Кононова Г.Л. Литические ферменты *Trichoderma* и их роль при защите растений от грибных болезней (обзор)// Прикладная биохимия и микробиология, 2003, том 39, № 4, с. 389–400
5. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В. И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
6. Нетрусов А.И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Практикум по микробиологии. -М.: Издательский центр «Академия», 2005, 608с.
7. Садыкова В.С., Третьякова И. Н., Носкова Н. Е., Бондарь П. Н. Антагонистическая и ростстимулирующая активность штаммов родов *Trichoderma* и перспективы их использования в биоконтроле // Иммунопатология, аллергология, инфектология, 2009, № 2, с. 71–72;
8. Терехова В. А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007, 215 с.
9. Широких А.А., Колупаев А. В. Грибы в биомониторинге наземных экосистем// Теоретическая и прикладная экология, 2009, № 3, с. 4–14.
10. Araújo, J.P.M. & Hughes, D.P. (2016). Diversity of entomopathogenic fungi: which groups conquered the insect body? *Advances in Genetics* 94, 1–39.
11. Bakshaliyeva K. F. Namazov N. R. Jabrailzade S. M. Yusifova A. A., Rzaeva A. L. Ecophysiological Features of Toxigenic Fungi Prevalent in Different Biotopes of Azerbaijan.// *Biointerface Research in Applied Chemistry(ROMANIA)*, 2020, v. 10, is. 6, p.6773–6782
12. Bills G.F., Christensen M., Powell M. J., Thorn G. Saprobic soil fungi. In: Mueller G. M., Bills G. F., Foster M. S. (eds) *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*// Elsevier Academic Press. — San Diego, CA., 2004, p. 271–302.
13. Boddy, L. & Hiscox, J. Fungal ecology: principles and mechanisms of colonization and competition by saprotrophic fungi. In *The Fungal Kingdom, Edition* (eds J. Heitman, B. J. Howlett, P.W. Crous, E. H. Stukenbrock, T. Y. James and N. A. R. Gow), 2016, p.293–308
14. Domsh K.H., Gams W., Andersen T. H. Compendium of soil fungi. London: Acad. Press., 1993, v. 1, 859p.
15. Frąc, M., Hannula, S.E., Beřka, M., Jędryczka M. Fungal Biodiversity and Their Role in Soil Health.//*Front Microbiol.*, 2018; 9: 707.
16. Kirk P.M., Stalpers J. A. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing / P. M. Kirk, P. F. Cannon, D. W. Minter. — Wallingford(UK), 2008, 600 p.
17. Klironomos J. The Actions of Fungi in Ecosystems.// *BioScience*, 2007, v.57, is. 11,, p. 981–982
18. <https://www.mycobank.org/quicksearch.aspx>
19. Naranjo-Ortiz M.A., Gabaldó T. Fungal evolution: major ecological adaptations and evolutionary transitions. *Biological Reviews*, 2019, v. 94, is. 4, p.1443–1476
20. Newbound M, Mccarthy MA, Lebel T. Fungi and the urban environment: a review. *Landsc Urban Plann.*, 2010, v.96, p.138–145.
21. Ruete A., Snäll T. and Jönsson M. Dynamic anthropogenic edge effects on the distribution and diversity of fungi in fragmented old-growth forests. *Ecological Applications*, 2016, Vol. 26, No. 5, p. 1475–1485
22. Zapata Y.M., Galviz-Quezada A., Osorio-Echeverri V. M. Cellulases production on paper and sawdust using native *Trichoderma asperellum*// *Universitas Scientiarum*, 2018, v.23 (3), p.419–436.

ЦИКЛИЧНОСТЬ ДИНАМИКИ ОБРАЗОВАНИЯ МЕЖДОУЗЛИЙ НА ПОБЕГАХ *SALIX DASYCLADOS* (SALICACEAE) НА ФОНЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ АТМОСФЕРНОЙ ЗАСУХИ

Афонин Алексей Алексеевич

Д.с.-х.н., профессор, Брянский государственный
университет имени академика И. Г. Петровского
afonin.salix@gmail.com

THE CYCLICITY OF DYNAMICS OF FORMATION OF INTERNODES ON THE STEMS OF *SALIX DASYCLADOS* (SALICACEAE) AGAINST THE BACKGROUND OF SHORT-TERM ATMOSPHERIC DROUGHT

A. Afonin

Summary. We analyzed the seasonal dynamics of the rate of internode formation against the background of a sharp change of early summer drought by cool rainy weather. Seasonal trends in the rate of internode formation are reliably approximated by third-degree polynomials. Differences between seasonal trends may be due to inter-clone, intra-clone and inter-shoots variability. Seasonal dynamics of deviations in the rate of internode formation from nonlinear seasonal trends is cyclical. Cyclical nature of the seasonal dynamics of deviations is determined by endogenous rhythms of development that do not depend on agrometeorological conditions is substantiated.

Keywords: woolly-stemmed willow, *Salix dasyclados*, annual shoots, internodes, seasonal dynamics, short-term drought, atmospheric drought.

Аннотация. Проанализирована сезонная динамика скорости образования междоузлий на фоне резкой смены раннелетней засухи прохладной дождливой погодой. Сезонные тренды скорости образования междоузлий надежно аппроксимируются полиномами третьей степени. Различия между сезонными трендами могут быть обусловлены межклоновой, внутриклоновой и межпобеговой изменчивостью. Сезонная динамика отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов носит циклический характер. Цикличность сезонной динамики отклонений определяется эндогенными ритмами развития, не зависящими от агрометеорологических условий.

Ключевые слова: ива шерстистопобеговая, *Salix dasyclados*, однолетние побеги, междоузлия, сезонная динамика, кратковременная засуха, атмосферная засуха.

Ивы (род *Salix* L. 1753, семейство Salicaceae Mirb. 1815) — это одна из наиболее многочисленных групп деревьев и кустарников, произрастающих, преимущественно, в умеренном климатическом поясе Северного полушария [1, 2, 3]. Ива шерстистопобеговая — *S. dasyclados* Wimm. 1849 (= *S. gmelinii* Pall. 1789) — общеизвестный представитель кустарниковых ив секции *Vimen* Dum. 1825 (*Viminella* Ser. 1824) подрода *Vetrix* Dum. 1825 [1, 4].

Вследствие широкого распространения (ареал евроазиатского бореального типа, охватывающий значительную часть северной Палеарктики) *S. dasyclados* характеризуется сложной внутривидовой структурой и высоким уровнем полиморфизма [1]. Одно из проявлений такого

полиморфизма — изменчивость числа хромосом. В природных популяциях и культурах *S. dasyclados* встречаются особи с различным уровнем ploidy: $2n = 2x, 3x, 4x, 6x$ при $x = 19$ [5, 6, 7, 8]. Широкомасштабные исследования хромосомного полиморфизма *S. dasyclados* исключительно трудоемки, поскольку хромосомы ив очень мелкие, и обеспечить их точный подсчет у вышних полиплоидов сложно [9]. Для оценки уровня ploidy можно использовать классические методы палинометрического анализа, основанного на сравнении размеров пыльцевых зерен (ПЗ) с различным уровнем ploidy. Ранее [10] нами было показано, что на территории Брянского лесного массива средняя длина ПЗ *S. dasyclados* в 1,11...1,18 больше, чем у близкого диплоидного вида *S. viminalis*. Столь высокое отноше-

ние размеров ПЗ свидетельствует о полиплоидности *S. dasyclados*, что не противоречит данным других авторов [7]. В то же время, по данным А. А. Петрук [11], в азиатских популяциях средние длины ПЗ *S. dasyclados* и *S. viminalis* совпадают. Это свидетельствует о диплоидности местных популяций *S. dasyclados*, что так же не противоречит данным других авторов [8]. Ранее [10] нами было высказано предположение, что под названием «*S. dasyclados* Wimm.» в действительности скрывается множество таксонов видового ранга.

Практическое значение *S. dasyclados* определяется, прежде всего, её высокой продуктивностью в сочетании со способностью к аутовегетативному размножению черенками. За рубежом *S. dasyclados* выращивается на плантациях как источник энергетической биомассы [12, 13]. При выращивании биомассы весьма желательным признаком является не только быстрый, но и стабильный рост. Для получения стабильных результатов растительный материал должен быть устойчив к воздействию целого ряда неблагоприятных факторов [14]. Водный режим является одним из важнейших экзогенных факторов, определяющим сезонный прирост побегов кустарниковых ив [15]. В связи с неопределенными тенденциями изменения климата ожидается увеличение нестабильности температурного и водного режима [16]. Однако влияние временного дефицита воды на рост деревьев и кустарников изучено недостаточно [17]. Таким образом, возникает необходимость изучения влияния дефицита влаги на комплекс морфофизиологических признаков видов *Salicaceae* [18].

Разные виды ив обнаруживают разную степень устойчивости к временной нехватке воды [19]. При этом дифференциальная толерантность разных видов *Salix* к стрессу, обусловленному засухой, основана на экологической видоспецифичности и базируется на комплексе морфо-физиологических признаков [20]. *S. dasyclados* достаточно чувствительна к гидрологическому режиму: предпочитает сырые почвы, но не переносит застойного увлажнения [21].

Высокая продуктивность *S. dasyclados* обусловлена её способностью к образованию мощных прутьевидных побегов [22, 23]. Процессы роста побегов характеризуются определенной ритмичностью. Эта ритмичность определяется изменениями гормонального фона, регулирующего распределение ассимилятов на уровне целостного растения. При этом ритмы роста побегов складываются из целой серии разных ритмов. Однако физиологические процессы, определяющие регуляцию ритмов роста, изучены недостаточно [24]. Ранее [25] нами было показано, что сезонная динамика нарастания однолетних побегов ив в значительной мере определяется скоростью образования новых метамеров, включающих узлы и междоузлия.

Цель настоящего исследования

Анализ сезонной динамики скорости образования междоузлий на однолетних побегах ивы шерстистопобеговой на фоне резкой смены кратковременной раннелетней засухи прохладной дождливой погодой.

Материал и методы

Наблюдения проводились в салицетуме Брянского государственного университета (координаты: 53°16'23.50"с.ш., 34°21'11.50"в.д.; вблизи южной границы естественного ареала *S. dasyclados* в Восточной Европе). Тип почв: серые лесные на лёссовидном суглинке с меловыми подстилающими породами. Тип лесорастительных (эдафо-гидрологических) условий (ТЛУ): Д3 (мезогигрофильная дубрава).

Объект исследования — модельная инбредно-клоновая популяция *S. dasyclados*, созданная на основе семьи, полученной в культуре путем семенной репродукции на протяжении трех поколений. Генеалогия и история создания данной семьи изложены нами ранее [26]. Для создания модельной популяции весной 2018 г. высокопродуктивные генеты исследуемой семьи были расчеренкованы. Схема посадки линейно-тригональная, расстояние между посадочными местами 1 м. В 2019 г. модельная популяция состояла из восьми клонов (четырёх мужских и четырёх женских), каждый клон был представлен тремя черенковыми саженцами (раметами). Каждая ракета (куст) формировалась в два побега на одном низком штамбе. Все изучаемые клоны (генеты) были пронумерованы: *da* 1...*da* 8. В пределах каждого клона были пронумерованы раметы (например, *da* 11, *da* 12, *da* 13). На каждой рамете (т.е. на каждом штамбе) были пронумерованы побеги (например, *da* 111, *da* 112). Такой дизайн эксперимента позволил проанализировать три уровня изменчивости: межклоновый (между генетами), внутриклоновый (между раметами одного клона) и межпобеговый (в пределах одной особи).

Материал для исследования — однолетние побеги *S. dasyclados* на корне-комлевых системах второго года жизни. Методы получения эмпирических данных: сравнительно-морфологические, хронобиологические. Методы обработки эмпирических данных: стандартные биометрические процедуры [27], оригинальный алгоритм гармонического анализа рядов динамики, опубликованный ранее [28].

Исходные данные получены путем наблюдений в течение вегетационного периода 2019 г., который характеризовался контрастными гидротермическими условиями [29]. В начале вегетационного периода майские дожди обеспечили формирование запаса почвенной влаги. Затем на фоне отсутствия осадков и повышения

температуры воздуха сформировалась раннелетняя атмосферная засуха, которая достигла максимума 22.06. После 23.06 кратковременная засуха резко сменилась ливневыми дождями на фоне снижения температуры воздуха. Таким образом, исследуемые растения испытали водный стресс в широком смысле этого слова, а именно: стресс от раннелетней атмосферной засухи, которую сменила прохладная дождливая погода.

Получение исходных данных по нарастающим побегам проводили в период с 01.05.19 по 21.08.19. Каждые 4 сут замеряли длину побегов: L , см (в дальнейшем сантиметры переводили в миллиметры). Всего было выполнено 927 измерений L . Все даты (моменты), в которые проводились наблюдения, пронумеровали в соответствии с днями вегетационного периода (1, 5, 9... t_i). Каждой дате присвоили порядковый номер (1, 2, 3... k_i).

Осенью 2019 г. с части сеянцев срезали сформировавшиеся побеги. На каждом побеге производили измерение длины каждого междоузлия — I , мм. Всего было выполнено 1283 измерения I . Путем последовательного суммирования длин междоузлий находили соответствие номера междоузлия n_i длине побегов L_i для дат наблюдений t_i . Для каждой расчетной даты t_i в интервале $t_{k-1}...t_{k+1}$, равном 8 сут, подсчитывали число междоузлий N .

Для выявления и анализа закономерностей сезонной динамики скорости образования междоузлий использовался пошаговый алгоритм действий.

1. Вычисление текущей скорости образования междоузлий — N , ед./сут — для каждой даты (момента) с порядковым номером t в интервале $t_{k-1}...t_{k+1}$. В итоге для каждого побега получили эмпирические ряды сезонной динамики скорости образования междоузлий $N(t)$, выровненные методом скользящей рамки в интервале дат 8 сут и скользящим шагом 4 сут.
2. Аппроксимация сезонных трендов динамики $N(t)_{trend}$ с помощью уравнений регрессии третьего порядка, или полиномов третьей степени. Надежность аппроксимации оценивали с помощью коэффициента детерминации R^2 .
3. Вычисление рядов отклонений скорости образования междоузлий от нелинейной регрессии — $dN(t)$ — для каждого порядкового дня t .
4. Аппроксимация фактических рядов отклонений скорости образования междоузлий от нелинейной регрессии — $dN(t)$ — суммами гармоник (синусоидальных гармонических колебаний) с порядковым номером v . Смещение начальной фазы переводили в абсолютные единицы (сут).

Достоверность аппроксимации эмпирических рядов $dN(t)$ суммами гармоник определяли, используя

F -критерий Фишера и коэффициент детерминации R^2 . Вклад каждой гармоники v в сезонную динамику отклонений $dN(t)$ вычисляли как отношение факториальной суммы квадратов отклонений к общей сумме квадратов отклонений.

Результаты

Для данного исследования были отобраны раметы, на которых сформировалось по два хорошо развитых побега, завершивших рост после 24.07. В результате, число клонов, использованных для анализа, составило 5, число рамет — 8, число побегов — 16. Для этих побегов были вычислены скорости образования междоузлий — N , ед./сут (всего 370 значений N). Часть исследованных побегов завершила рост до 1.08, а часть — после 1.08. В первую группу вошли побеги рамет da 12, da 13, da 31, da 52, da 81, во вторую группу — побеги рамет da 11, da 21, da 82. Таким образом, раметы одного и того же клона (da 1, da 8) могут входить в группы с разной продолжительностью периода роста побегов, т.е. продолжительность роста зависит от принадлежности к раметам, но не клонам. В группе побегов, закончивших свой рост до 1.08, средние значения N варьировались в интервале от $0,61 \pm 0,057$ до $0,78 \pm 0,069$ ед./сут, а в группе побегов, закончивших свой рост после 1.08, средние значения N — в интервале от $0,63 \pm 0,058$ до $0,91 \pm 0,081$ ед./сут. Средние значения N во второй группе побегов несколько выше, чем в первой ($N_2 = 0,76 \pm 0,030$ против $N_1 = 0,69 \pm 0,018$), однако различия между N_1 и N_2 статистически недостоверны ($t_{calc} = 1,93$; $t_{0,05} = 1,96$).

Эмпирические ряды сезонной динамики скорости образования междоузлий $N(t)$, были аппроксимированы с помощью уравнений регрессии третьего порядка. Надежность такой аппроксимации оказалась достаточно высокой: для всех побегов средний коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,747 \pm 0,137$ (от 0,488 до 0,952). В результате аппроксимации эмпирических рядов $N(t)$ были получены нелинейные сезонные тренды скорости образования междоузлий — $N(t)_{trend}$.

На рисунке 1 показаны графики сезонных трендов на фоне эмпирических рядов сезонной динамики скорости образования междоузлий.

Все сезонные тренды графически представляют собой одновершинные кривые с весенне-летними максимумами 21.05–2.06. После прохождения максимумов скорости образования междоузлий снижаются, достигая минимумов 8.07–12.07 (на побегах, раньше завершивших рост) или 24.07–5.08 (на побегах, завершивших рост позже). На побегах, раньше завершивших рост, точки перегибов сезонных трендов лежат в интервале дат 14.06–22.06, а на побегах, завершивших рост позже, в интерва-

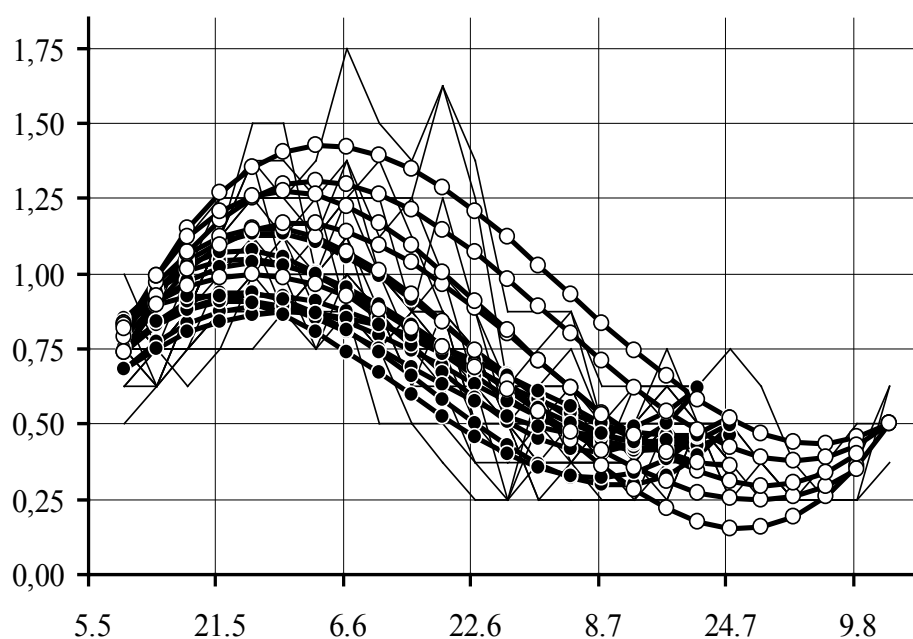


Рис. 1. Сезонная динамика скорости образования междоузлий. По оси абсцисс даты вегетационного периода 2019 г., по оси ординат скорость образования междоузлий $N(t)$, ед./сут. Эмпирические ряды показаны тонкими линиями, нелинейные сезонные тренды показаны маркерами: ● — побеги, завершившие рост до 1.08, ○ — побеги, завершившие рост после 1.08.

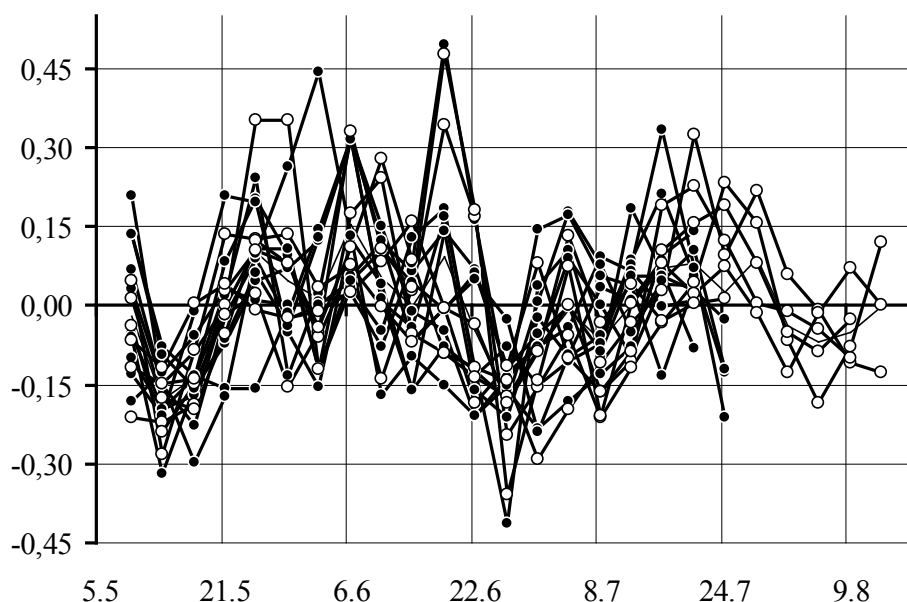


Рис. 2. Сезонная динамика отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов. По оси абсцисс даты вегетационного периода 2019 г., по оси ординат отклонения скорости образования междоузлий $dN(t)$, ед./сут. Маркерами ● показаны побеги, завершившие рост до 1.08, маркерами ○ — побеги, завершившие рост после 1.08.

Таблица 1. Результаты гармонического анализа сезонной динамики отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов

Принадлежность побегов			Параметры гармоник	Номера гармоник					
Клоны	Раметы	Номер побега		2	3	4	5	6	7
				Период колебаний, сут					
			48	32	24	19	16	14	
Побеги, завершившие рост до 1.08									
<i>da 1</i>	2	1	A	0,10	–	0,11	0,07	–	–
			ϑ	26	–	6	2	–	–
			H ²	0,28	–	0,34	0,14	–	–
		2	A	–	0,08	0,12	0,06	–	–
			ϑ	–	–4	4	1	–	–
			H ²	–	0,18	0,42	0,11	–	–
	3	1	A	0,10	0,07	0,10	–	–	0,13
			ϑ	24	5	8	–	–	9
			H ²	0,19	0,10	0,19	–	–	0,32
2		A	–	0,06	0,11	0,07	–	0,10	
		ϑ	–	13	8	5	–	7	
		H ²	–	0,10	0,36	0,14	–	0,29	
<i>da 3</i>	1	1	A	0,11	0,13	–	–	–	–
			ϑ	24	2	–	–	–	–
			H ²	0,32	0,45	–	–	–	–
		2	A	0,12	0,08	0,13	–	0,10	–
			ϑ	18	–11	4	–	3	–
			H ²	0,23	0,12	0,30	–	0,19	–
<i>da 5</i>	2	1	A	–	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06
			ϑ	–	0	2	–1	–4	8
			H ²	–	0,13	0,13	0,19	0,14	0,20
		2	A	0,08	0,10	0,07	–	0,06	–
			ϑ	21	1	–2	–	–1	–
			H ²	0,18	0,31	0,15	–	0,12	–
<i>da 8</i>	1	1	A	0,06	0,11	–	–	–	0,10
			ϑ	30	4	–	–	–	7
			H ²	0,13	0,40	–	–	–	0,31
		2	A	0,11	0,19	–	–	–	–
			ϑ	29	8	–	–	–	–
			H ²	0,22	0,61	–	–	–	–

ле 26.06–4.07. Оба интервала дат привязаны к моменту смены раннелетней засухи прохладной дождливой погодой. На побегах клона *da1* максимальные расчетные значения *N* составили 0,90–1,17 ед./сут. Связь между положениями максимумов *N* и продолжительностью роста побегов клона *da1* не обнаружена. Зависимость между максимумами *N* и принадлежностью к определенной рамете клона *da1* не обнаружена. На раметах клона *da8* с побегами, рано завершившими рост, максимальные расчетные значения *N* составили 0,92–0,94 ед./сут, а на раметах этого же клона с побегами, позже завершившими рост, максимальные расчетные значения *N* составили 0,17–1,27 ед./сут. На единственной рамете клона *da2* с побегами, позже завершившими рост, максимальные расчетные значения *N* составили 0,31–1,42

ед./сут. На раметах клонов *da3* и *da5* с побегами, раньше завершившими рост, максимальные расчетные значения *N* составили 0,87–1,08 ед./сут. Зависимость между максимумами и принадлежностью к определенной рамете у клонов *da3* и *da5* не обнаружена.

На рисунке 2 показана сезонная динамика отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов — $dN(t)$.

На всех изученных побегах в течение вегетационного периода выявлено два минимума dN (13.05 и 26.06), причем второй минимум совпадает с моментом окончания раннелетней засухи. Максимальные значения (пики) dN выявлены 25.05, 6.06, 18.06, 16–20.07, а на побегах, позд-

Таблица 1 (продолжение). Результаты гармонического анализа сезонной динамики отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов

Принадлежность побегов			Параметры гармоник	Номера гармоник					
Клоны	Раметы	Номер побега		2	3	4	5	6	7
				Период колебаний, сут					
			48	32	24	19	16	14	
Побеги, завершившие рост после 1.08									
da 1	1	1	A	0,19	–	–	–	–	0,08
			ϑ	26	–	–	–	–	4
			H^2	0,55	–	–	–	–	0,10
		2	A	0,10	–	–	0,09	–	0,06
			ϑ	27	–	–	1	–	10
			H^2	0,33	–	–	0,27	–	0,12
da 2	1	1	A	0,15	–	–	–	–	0,10
			ϑ	18	–	–	–	–	8
			H^2	0,39	–	–	–	–	0,19
		2	A	0,08	–	0,11	0,09	0,07	0,08
			ϑ	20	–	3	-4	3	8
			H^2	0,13	–	0,25	0,18	0,11	0,14
da 8	2	1	A	0,13	–	–	0,09	–	–
			ϑ	23	–	–	0	–	–
			H^2	0,56	–	–	0,29	–	–
		2	A	0,05	–	0,07	–	–	–
			ϑ	21	–	9	–	–	–
			H^2	0,20	–	0,42	–	–	–

Примечание. A — амплитуда колебаний, ϑ — смещение по фазе, сут, H^2 — сила влияния гармоник на цикличность сезонной динамики отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов.

но завершивших рост, и 28.07. Максимум 18.06 предшествует окончанию раннелетней засухи.

Эмпирические ряды $dN(t)$ на всех исследованных побегах с высокой надежностью — $F_{calc} = 4,42-32,20$ ($F_{0,001} = 4,29$), $R^2 = 0,774-0,969$ — аппроксимируются суммами гармоник с периодом колебаний 14–48 сут. Суммарный вклад рассматриваемых гармоник в цикличность сезонной динамики $dN(t)$ составляет $H^2 = 0,58-0,99$.

Результаты гармонического анализа сезонной динамики dN представлены в таблице 1 (приведены параметры гармоник, вклад которых в цикличность сезонной динамики dN составляет 0,01 и более).

Значительный вклад ($H^2 = 0,13-0,56$) в цикличность сезонной динамики $dN(t)$ вносят гармоник с периодом колебаний 48 сут, выявленные практически на всех побегах. Именно эти гармоник определяют раннелетние (2–10.06) и позднелетние (16–28.07) максимумы dN , разделенные среднелетними минимумами (26.06–4.07). Среднелетние минимумы совпадают по времени с окончанием засухи. На побегах, раньше закончивших рост,

эти гармоник смещены на более ранние сроки (в среднем на 4 сут) по сравнению с побегами, закончившими рост позже. Гармоник с периодом колебаний 32 сут также вносят значительный вклад ($H^2 = 0,10-0,61$) в цикличность сезонной динамики $dN(t)$, но только на побегах, раньше закончивших рост. Большинство этих гармоник определяют раннелетние максимумы, в меньшей степени — среднелетние минимумы и позднелетние максимумы. Минимум 22.06 совпадает по времени с окончанием раннелетней засухи. На отдельных побегах наблюдается значительное смещение этих гармоник по начальной фазе. Гармоник с периодом колебаний 24 сут вносят значительный вклад ($H^2 = 0,13-0,42$) в цикличность сезонной динамики $dN(t)$, преимущественно, на раметах с побегами, раньше закончившими рост; как исключение, они выявляются на отдельных побегах, закончивших рост позже. Нисходящие ветви графиков пересекают нулевую точку 26.06, что совпадает по времени с началом дождливой погоды, сменившей раннелетнюю засуху. Смещение этих гармоник по начальной фазе выявлено на единичных побегах. Короткопериодические гармоник с периодом колебаний 19 и 16 сут вносят незначительный вклад ($H^2 = 0,11-0,29$) в цикличность

сезонной динамики $dN(t)$. Эти гармоники характеризуют, как правило, единичные побеги независимо от продолжительности их роста. Один из минимумов гармоник с периодом колебаний 19 сут совпадает по времени с окончанием раннелетней засухи. Для гармоник с периодом колебаний 16 сут выявлены сильные смещения по начальной фазе на всех побегах. Короткопериодические гармоники с периодом колебаний 14 сут вносят незначительный вклад ($H^2 = 0,10-0,32$) в цикличность сезонной динамики $dN(t)$. В большинстве случаев эти гармоники выявлены на части рамет независимо от продолжительности роста побегов на этих раметах. Один из минимумов гармоник с периодом колебаний 14 сут совпадает по времени с окончанием раннелетней засухи. Смещение этих гармоник по начальной фазе выявлено на единичных побегах.

На побегах, раньше закончивших свой рост, весенний (13.05) и среднелетний (26.06) минимумы dN обусловлены суммированием гармоник с периодом колебаний 48, 32 и 24 сут, которые в это время находятся в отрицательной синфазе. Раннелетний (6.06) максимум на этих побегах обусловлен взаимодействием гармоник с периодом колебаний 48 и 32 сут, которые в это время находятся в положительной синфазе. Дополнительные весенне-летние (25.05 и 18.06) максимумы обусловлены влиянием гармоники с периодом колебаний 24 сут. Поздние (4–16.07) максимумы обусловлены суммированием гармоник с периодом колебаний 48, 32 и 24, которые в это время находятся в положительной синфазе. Локальный минимум 8.07 обусловлен взаимодействием короткопериодических гармоник с периодами колебаний 14–19 сут. Вероятно, появление дополнительных экстремумов dN обусловлено эффектом биения, обусловленного сложением короткопериодических гармоник с близкими периодами колебаний.

На побегах, позже закончивших свой рост, весенний (13.05) минимум dN обусловлены суммированием гармоник с периодом колебаний 48, 19 и 14 сут, которые в это время находятся в отрицательной синфазе. Основной раннелетний (6.06) максимум на этих побегах также обусловлен сложением гармоник с периодами 48 и 14 сут, которые в это время находятся в положительной синфазе. Дополнительные максимумы 25.05 и 18.06 возникают в результате сложения короткопериодических гармоник с периодом 19 и 14 сут. После прохождения весенне-летних максимумов происходит десинхронизация гармоник. Гармоники с периодом колебаний 48 сут в целом определяют минимум 26.06–8.07. Однако вследствие десинхронизации рассматриваемых гармоник возникает локальный максимум 1.07, обусловленный сложением гармоник с периодом колебаний 19 и 14 сут. В конце вегетационного периода происходит некоторая синхронизация рассматриваемых гармоник. В результа-

те возникает позднелетний (20–24.07) максимум, который обусловлен сложением гармоник с периодом колебаний 48 и 19 сут.

Заключение

На имеющемся материале в описанных эдафо-гидрологических и агрометеорологических условиях выявлены следующие закономерности сезонной динамики скорости образования междоузлий (метамеров) на побегах *S. dasyclados*.

Сезонные тренды скорости образования междоузлий с достаточно высокой надежностью аппроксимируются полиномами третьей степени, графики которых есть одновершинные кривые $N(t)$ с весенне-летними максимумами 21.05–2.06 и позднелетними минимумами. Точки перегибов сезонных трендов лежат в интервале дат 14.06–4.07, что позволяет привязать их к моменту завершения раннелетней засухи (23.06). Омолаживающий эффект дождей, сменивших засуху, на сезонных трендах не обнаружен. Сезонные тренды скорости образования междоузлий на отдельно взятых побегах характеризуются некоторой спецификой, которая определяется различиями между побегами, между раметами и между клонами. Различия между конфигурациями графиков $N(t)$ могут быть обусловлены внутриклоновыми различиями между раметами ($da8$) или межпобеговыми различиями в пределах одной раметы ($da1$). Различия между значениями максимумов N и продолжительностью роста побегов могут быть обусловлены различиями между раметами одного клона ($da8$). В других случаях связь между значениями максимумов N и продолжительностью роста побегов не обнаруживается (на примере клона $da1$). Различия между значениями максимумов N могут быть обусловлены межпобеговыми различиями в пределах одной раметы (клоны $da3$, $da5$). Положительная корреляция между наивысшими значениями N и длительным ростом побегов может быть обусловлена межклоновыми различиями (на примере клона $da2$).

Сезонная динамика отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов — $dN(t)$ — носит циклический характер. Цикличность сезонных колебаний dN с высокой надежностью ($P < 0,001$) аппроксимируется суммами гармоник с периодом колебаний от 14 до 48 сут. Гармоники с периодом колебаний 48 сут характеризуют модельную популяцию в целом. Гармоники с периодом колебаний 32 сут, выявленные на раметах с побегами, раньше закончившими рост, характеризуют всю эту группу рамет. Гармоники с периодом колебаний 24 сут в большинстве случаев характеризуют раметы с побегами, раньше закончившими рост. Короткопериодические гармоники с периодом колебаний 19 и 16 сут могут характеризовать как раметы, так

и отдельные побеги независимо от продолжительности их роста. Вклад этих гармоник в цикличность сезонной динамики $dN(t)$ значительно меньше, чем гармоник с большим периодом. Короткопериодические гармоники с периодом колебаний 14 сут, как правило, характеризуют часть рамет независимо от продолжительности роста побегов на этих раметах. Таким образом, на побегах, раньше закончивших свой рост, основной вклад в цикличность сезонной динамики dN вносят гармоники с периодом колебаний 48, 32 и 24 сут. Остальные гармоники оказывают модулирующее влияние на цикличность сезонной динамики dN . На побегах, позже закончивших свой рост, основной вклад в цикличность сезонной динамики dN вносят гармоники с периодом колебаний 48, 19 и 14 сут. Остальные гармоники на этих побегах не ока-

зывают заметного влияния на цикличность сезонной динамики dN . Омолаживающее действие смены засухи прохладной дождливой погодой на сезонную динамику dN не установлено.

Существенное влияние описанных гармонических колебаний на сезонную динамику отклонений скорости образования междоузлий от нелинейных сезонных трендов свидетельствует о том, что эта динамика определяется эндогенными ритмами развития, не зависящими от агрометеорологических условий. Выявленная привязка особых точек гармоник к моменту смены гидротермических условий, вероятно, носит случайный характер, поскольку этот момент совпадает с серединой вегетационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов А. К. Ивы СССР: систематический и географический обзор. — М.: Наука, 1968. — 262 с.
2. Fang C.-F. On the distribution and origin of *Salix* in the world // *Journal of Systematics and Evolution*. — 1987. — Vol. 25. — Iss. 4. — P. 307–313.
3. Argus G. W. Infrageneric classification of *Salix* (Salicaceae) in the New World. *Systematic Botany Monographs*. — 1997. — Vol. 52. — 1–121 p.
4. Belyaeva I., Sennikov A. Tipification of Pallas names in *Salix* // *Kew Bulletin*. — 2008. — Vol. 63. — P. 277–287.
5. Neumann A., Polatschek A. Cytotaxonomischer Beitrag zur Gattung *Salix* // *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*. — 1972. — Vol. 76. — P. 619–633.
6. Pohjonen V. *Salix* «*Aquatica Gigantea*» and *Salix* × *dasyclados* Wimm. in biomass willow research. *Silva Fennica*. — 1987. — Vol. 21. — Iss 2. — P. 109–122.
7. A genetic linkage map of a tetraploid *Salix viminalis* × *S. dasyclados* hybrid based on AFLP markers / A. C. Rönnberg-Wästljung, V. Tsarouhas, V. Semerikov, U. Lagercrantz // *Forest Genetics*. — 2003. — Vol. 10. — Iss. 3. — P. 185–194.
8. Genetic and morphological evidence for introgression between three species of willows / J. Fogelqvist, A. V. Verkhovina, A. I. Katyshev et al. // *BMC Evolutionary Biology*. — 2015. — Vol. 15. — Iss. 1. — P. 193. — DOI: <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0461-7>
9. Håkansson A. Chromosome Numbers and Meiosis in certain *Salices* // *Hereditas*. — 1955. — B. 41. — N3–4. — P. 454–482.
10. Афонин А. А. Изменчивость длины пыльцевых зерен аборигенных видов ив Брянского лесного массива // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. — 2006. — № 5. — С. 25–34.
11. Петрук А. А. Морфология пыльцевых зерен 25 видов рода *Salix* (Salicaceae) Азиатской России по данным электронной микроскопии // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. — 2019. — № 13). — С. 94–101. — DOI: <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2019-133-94-101>
12. High-density linkage mapping and evolution of paralogs and orthologs in *Salix* and *Populus* / S. Berlin, U. Lagercrantz, S. von Arnold et al. // *BMC Genomics*. — 2010. — Vol. 11. — Iss. 1. — Article ID129. — DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-129>
13. Karp A. Willows as a Source of Renewable Fuels and Diverse Products. In: Fenning T. (eds) *Challenges and Opportunities for the World's Forests in the 21st Century* // *Forestry Sciences*. — 2014. — Vol. 81. — P. 617–641. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7076-8_27
14. Association mapping in *Salix viminalis* L. (Salicaceae) — identification of candidate genes associated with growth and phenology / H. Hallingbäck, J. Fogelqvist, S. Powers et al. // *Global Change Biology Bioenergy*. — 2015. — Vol. 8. — Iss. 3. P. — 670–685. — DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12280>
15. Особенности однолетнего прироста ив в различных почвенно-климатических условиях / О. В. Епанчинцева, Е. А. Тишкина, Т. А. Лушникова, Л. П. Абрамова // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. — 2019. — № 6(80). — С. 127–131.
16. Oberhuber W. Soil water availability and evaporative demand affect seasonal growth dynamics and use of stored water in co-occurring saplings and mature conifers under drought // *Trees*. — 2017. — Vol. 31. — Iss. 2. — P. 467–478. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1468-4>
17. Growth responses of 15 *Salix* genotypes to temporary water stress are different from the responses to permanent water shortage / L. Bonosi, L. Ghelardini, M. Weih // *Trees*. — 2010. — Vol. 24. — Iss. 5. — P. 843–854. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0454-5>
18. Abiotic stresses (Chapter 7) / N. Marron, B. Gielen, F. Brignolas et al. In: *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment*. Edited by J. G. Isebrands and J. Richardson. Boston, MA: Rome: CAB; FAO. 2014. — P. 337–442. — DOI: <https://doi.org/10.1079/9781780641089.0337>
19. Zhivotovskiy O.P., Kuzovkina Y. A. Response of two *Salix* L. species to water deficit // *Journal of Environmental Horticulture*. — 2010. — Vol. 28. — Iss. 2. — P. 63–68.
20. Кулагин А. Ю. Феномен засухоустойчивости видов рода *Salix* L.: экспериментальная характеристика особенностей водного режима // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. — 2003. — Т. 5. — № 2. — С. 328–333.
21. Кулагин А. Ю. Сравнительная экология ивы корзиночной и ивы шерстистопобеговой // *Экология*. — 1982. — № 4. — С. 51–55.
22. Above-ground production of two willow species in relation to radiation interception and light use efficiency / E. Merilo, K. Heinsoo, O. Kulla, A. Koppel // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology*. — 2006. — Vol. 55. — Iss. 4. — P. 341–354.
23. Недосеко О.И., Викторов В. П. Жизненные формы видов рода *Salix* L. России // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. — 2018. — № 3(2). — С. 1–15.

24. Mikhalevskaya O. V. Growth rhythms at different stages of shoot morphogenesis in woody plants // Russian Journal of Developmental Biology. — 2008. — V. 39. — № 2. — P. 65–72.
25. Афонин А. А. Структурный анализ ритмов развития однолетних побегов ивы трехтычинковой // Бюллетень науки и практики. — 2019. — Т. 5. — № 1. — С. 22–32. — DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2539541>
26. Афонин А. А. Редуцированный гаметофитный апомиксис в популяциях ивы шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm. = *S. gmelinii* Pall.) // Бюллетень Главного ботанического сада. — 2018. — № 1 (204). — С. 43–51.
27. Лакин Г. Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
28. Афонин А. А., Зайцев С. А. Цикличность среднесуточного радиального прироста несущих побегов ивы белой (*Salix alba* L.) в условиях Брянского лесного массива // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2016. — № 3(351). — С. 66–76. — DOI: <http://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2016.3.66>
29. Афонин А. А. Эндогенные ритмы суточного прироста однолетних побегов ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.) на фоне раннелетней засухи // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». — 2019. — № 10. — С. 12–17.

© Афонин Алексей Алексеевич (afonin.salix@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Брянский государственный университета им. акад. И.Г. Петровского

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ СВОБОДНОГО ОТ X И Y ВИРУСОВ

TECHNOLOGY FOR PRODUCING VIRUS-FREE POTATO PLANTING MATERIAL FREE OF X AND Y VIRUSES

**G. Galikeeva
S. Abramov
O. Gumerova**

Summary. Potatoes are susceptible to various pathogens, which significantly reduce yield and degrade product quality. In the Republic of Bashkortostan, the greatest damage is caused by the viruses of KVK and YVK of potato. A comprehensive approach to studying the conditions for the elimination of the virus in various heat treatment variants of apical meristem donor plants of various sizes, as well as a quantitative assessment of the presence of the virus in biological material by PCR-RV and ELISA, is used. Recommendations on the preparation of virus-free potato planting stock have been developed.

Keywords: method of an apical meristem, morphogenesis, culture of in vitro, potato virus X, potato virus Y, immunoferrmental analysis, polymerase chain reaction, thermotherapy.

Галикеева Гузель Фанилевна

К.б.н., доцент, Башкирский Государственный Педагогический университет им. М. Акмуллы (г. Уфа)
galikeevagf@yandex.ru

Абрамов Сергей Николаевич

К.б.н., доцент, Башкирский Государственный Педагогический университет им. М. Акмуллы (г. Уфа)
abramov-67@mail.ru

Гумерова Оксана Владимировна

К.б.н., доцент, Башкирский Государственный Педагогический университет им. М. Акмуллы (г. Уфа)
gumerova_80@mail.ru

Аннотация. Картофель подвержен действию различных патогенов, которые значительно снижают урожайность и ухудшают качество продукции. В Республике Башкортостан максимальный ущерб наносят вирусы ХВК и YVK картофеля. В работе применен комплексный подход к изучению условий элиминации вируса при различных вариантах термообработки растений-доноров верхушечной меристемы различного размера, а также количественная оценка наличия вируса в биологическом материале методом ПЦР-РВ и ИФА. Разработаны рекомендации по получению безвирусного посадочного материала картофеля.

Ключевые слова: метод апикальной меристемы, морфогенез, культура in vitro, X вирус картофеля, Y вирус картофеля, иммуноферментный анализ, полимеразная цепная реакция, термотерапия.

Введение

Разработка наиболее эффективных методов оздоровления посадочного материала картофеля является, на сегодняшний день, наиболее актуальным направлением биотехнологии и генетики, так как картофель является одной из наиболее востребованных продовольственных культур в России. Однако часто наблюдается низкий выход урожая [1] из-за повреждения посадочного материала всевозможными вирусными, бактериальными и грибковыми инфекциями. Инфекции передаются контактно через ранки, могут передаваться почвообразующими грибами и насекомыми с грызущим ротовым аппаратом.

Методы, используемые в работе

Метод культуры апикальных меристем, заключающийся в вычлениении различных размеров меристем из почек картофеля. Данный метод использовали в от-

дельности и в сочетании с термотерапией различной продолжительности. Проверку полученного материала на безвирусность проводили методами иммуноферментного анализа (ИФА) и полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ).

Результаты

Для получения потенциально безвирусного материала в работе применен метод апикальной меристемы. Источником апикальных меристем для получения безвирусных растений-регенерантов послужили клубни картофеля средней величины, без явных внешних и внутренних поражений. В дальнейшем растения-регенеранты были проверены с помощью высокоточного метода ПЦР-РВ и ИФА.

Стерилизацию материала проводили в два этапа:

1. 0,5% перекисью водорода в течение 5 минут;
2. 70% этанолом в течение 3 минут.

В стерильных условиях ламинарного бокса с верхушки ростка удаляли покровные листки, последовательно обнажая боковые и верхушечные меристемы с примордиями. Из пазушных или верхушечных почек вычленили апикальные меристемы размером 0,1–0,2 мм³, 0,3–0,4 мм³, 0,5–0,6 мм³.

В работе использовали питательную среду МС по прописи Т. Мурасиге и Ф. Скуга (Murasige, Skoog, 1962) с различной концентрацией гормонов ИУК и 6-БАП для индукции каллусогенеза и органогенеза

При культивации эксплантов, полученных из меристем с минимальным размером (0,1–0,2 мм³) без термообработки образовалось 80% морфогенных каллусов, 20% каллусов оказались неморфогенными, т.е. на среде для регенерации данные каллусы некротировали.

При увеличении сроков термообработки наблюдалось постепенное снижение выхода морфогенных каллусов и увеличение количества неморфогенных каллусов. Органогенез при различных сроках термообработки при минимальном размере меристемы не наблюдался.

При 8 неделях термообработки экспланты не развивались.

При культивировании *in vitro* [3] меристем среднего размера были отмечены случаи формирования морфогенных каллусов (имеющих сходные морфологические характеристики с морфогенными каллусами, полученными из меристем минимального размера) и геммогенеза на соответствующих вариантах индукционных сред. Формирования неморфогенного каллуса и индукции гемморизогенеза не наблюдалось.

В обоих случаях индуцированного морфогенеза *in vitro* максимальная частота индукции наблюдалась при отсутствии термообработки. Эти показатели постепенно снижались при увеличении длительности термообработки от 2 до 6 недель.

При термообработке 8 недель индукция морфогенеза *in vitro* не наблюдалась, инокулированные экспланты некротировали.

При культивировании *in vitro* меристем максимального размера были отмечены случаи формирования морфогенных каллусов (имеющих сходные морфологические характеристики с морфогенными каллусами, полученными из меристем минимального и среднего размера) и гемморизогенеза на соответствующих вариантах индукционных сред. Максимальная частота индукции обоих типов морфогенеза *in vitro* также наблюдалась при отсутствии термообработки и постепенно снижалась при увеличении длительности термообработки до 2–6 недель и полностью отсутствовала после 8 недель.

В дальнейшем растительный материал анализировался методами ИФА и ПЦР-РВ.

Помимо растений-регенерантов анализу подвергались растения, выращенные из семян сорта Дева и Фермер. Семена проращивались *in vitro* в стерильных условиях. Эти образцы рассматривались как отрицательный контроль.

Положительным контролем являлись почки картофеля.

Для идентификации ХВК и УВК [4] вирусов картофеля методом ИФА использовали набор компании Dia-M (Москва). Анализ проводили с помощью метода «двойной сэндвич» [2].

При анализе растений-регенерантов на присутствие ХВК, вирус был обнаружен в образцах с различным размером апикальных меристем и сроком термической обработки

При анализе растений-регенерантов на присутствие УВК, вирус не был идентифицирован в образцах, полученных из апикальных меристем малых и средних размеров без термической обработки, а также в образцах, подвергшихся термообработке в течение 6 недель.

Был проведен анализ на наличие ХВК и УВК в семенах, пророщенных в стерильных условиях и в проростках картофеля. В растениях из семян не были обнаружены вирусы обоих типов, а в проростках из клубней детектировались оба типа вирусов.

Для идентификации ХВК и УВК вирусов картофеля методом ПЦР использовали набор реагентов для выделения нуклеиновых кислот ЦитоСорб/СytoSorb производства компании «СИНТОЛ». Для обнаружения РНК вирусов ХВК и УВК картофеля методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ) использовался набор реагентов производства компании «СИНТОЛ» Кат.№ PV-001. Исследование проводили на амплификаторе CFX96 («BioRad», США).

Анализ растений-регенерантов, полученных из апикальных меристем размером 0,1–0,2 мм, показал в 33% случаях полное отсутствие вирусов ХВК и УВК. В 66% образцов обнаружен только ХВК. У растений-регенерантов, полученных из апикальных меристем размером 0,3–0,4 мм Х вирус картофеля обнаруживается в 100% случаев. Причем наработка ХВК вируса начинается с 20 цикла амплификации. Анализ растений-регенерантов, полученных из апикальных меристем размером 0,1–0,2 мм и 0,3–0,4 мм на присутствие вируса У картофеля показал его полное отсутствие в анализируемых образцах.

Полученные данные свидетельствуют о том, что метод апикальных меристем не позволяет полностью избавиться от вируса ХВК картофеля, но эффективен в отношении вируса УВК.

При анализе образцов культивируемых методом апикальной меристемы и подверженных термообработке, вне зависимости от размера апикальной меристемы и времени тепловой обработки обнаруживаются оба вируса картофеля. Нарботка ХВК вируса начинается уже с 15 цикла амплификации, а нарботка УВК вируса — с 20 цикла амплификации. Следовательно, количество вируса в образцах при анализе было больше, чем в образцах без термообработки.

Данные результаты объясняются тем, что термообработка от двух до шести недель была сильным стрессовым фактором для клеток меристем, что замедляло рост меристем и, как следствие, повышало репродукцию вирусов в связи со значительным проникновением инфекции из ниже лежащих тканей. В результате чего все образцы в значительной мере были поражены ХВК и УВК.

Заключение

Результаты иммуно-ферментного анализа и ПЦР-РВ демонстрируют, что термическая обработка различной продолжительности разного размера апикальных

меристем приводит к элиминации ХВК и УВК вирусов. Наиболее эффективным методом получения оздоровленного материала является использование апикальных меристем картофеля размером 0,1–0,2 мм, в которых в 33% случаев можно добиться полного отсутствия вирусной инфекции для дальнейшего культивирования. Установлено, что абсолютно лишены вирусной активности растения, полученные из семян картофеля.

Выявлено, что при длительной термообработке в 6 недель происходит снижение концентрации ХВК и УВК вируса. Но в связи с тем, что выход морфогенных структур крайне низкий, использовать такие образцы не целесообразно. Не рекомендуется использовать апикальные меристемы максимального размера, так как данные образцы в значительной мере поражены вирусной инфекцией.

По результатам проведенного исследования разработаны рекомендации по комбинированному методу получения безвирусного посадочного материала картофеля:

- ♦ при минимальном размере меристемы использовать путь морфогенеза каллус→гемогенез→ризогенез,
- ♦ при среднем размере меристемы — каллус→гемогенез→ризогенез или гемогенез→ризогенез.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов, Б. В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев, С. Н. Еланский, Г. К. Журомский, С. К. Завриев, В. Н. Зейрук, В. Г. Иванюк, М. А. Кузнецова, М. П. Пляхневич, К. А. Пшеченков, Е. А. Симак, Н. П. Складорова, З. Сташевски, А. И. Усков, И. М. Яшина. — М.: Кар-тофельвод, 2009. — 272 с.
2. Егоров, А. М. Теория и практика иммуноферментного анализа / А. М. Егоров [и др.]. — М.: Высш. школа, 1991. — 288 с.
3. Лебедева Н. В. Ускоренное размножение ранних сортов картофеля в условиях *in vitro* и его использование в семеноводстве Северо-Запада РФ. — Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВПО «ВЕЛИКОЛУКСКАЯ ГСХА». — 2015. — 37 с.
4. Пиневиц А. В. Вирусология [Текст] / Пиневиц А. В. Сироткин А. К., Гаврилова О. В., Потехин А. А. — учебник. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2013., — 432 с.

© Галикеева Гузель Фанилевна (galikeevagf@yandex.ru),

Абрамов Сергей Николаевич (abramov-67@mail.ru), Гумерова Оксана Владимировна (gumerova_80@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИГОНОВ ТКО НА БИОТОПЫ РЕК В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ

EVALUATION THE CSW LANDFILLS COMPLEX IMPACT ON RIVER BIO-TOPS IN HUMID SUBTROPICS

**N. Gudkova
T. Gorbunova
N. Matova**

Summary. Effluent from Communal Solid Waste (CSW) landfills poses a serious environmental and social problem for natural watercourses, causing, in combination with other impact factors, the pollution threat for groundwater and the Black Sea coastal line. CSW effluents have complex chemical composition and their impact to the environment is not studied sufficiently. The authors on the Bytha River's example offer comprehensive approach to establishing systematic monitoring of landfill effluents impact to the natural ecosystems. A key role in this approach is played by integrated methods of biological indication, considering the dynamics of macroinvertebrates biocenoses and the water stream's general toxicity. Ecological state of the water stream sites was evaluated as a whole biotope, which includes wide range of geological, hydrological and physico-chemical aspects and subjected to multilevel pollution.

Keywords: Communal Solid Waste landfill, eutrophication, biotope, macroinvertebrates, integral bio-indicators.

Гудкова Наталья Константиновна

К.з.-м.н., с.н.с., ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (Филиал) г. Сочи
n.k.gud@yandex.ru

Горбунова Татьяна Львовна

Н.с., ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (Филиал) г. Сочи
tatianashaw@mail.ru

Матова Наталья Ивановна

К.э.н., с.н.с., ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (Филиал) г. Сочи
lej06@yandex.ru

Аннотация. Стоки с полигонов ТКО представляют серьезную экологическую и социальную проблему для природных водотоков, оказывая, в сочетании с другими факторами воздействия, угрозу загрязнения грунтовых вод и прибрежной полосы Черного моря. Стоки ТКО сложны по химическому составу и их воздействие на среду изучено недостаточно. Авторами на примере реки Битха предложен комплексный подход к организации системного мониторинга влияния стоков полигона на природные экосистемы. Ключевую роль при таком подходе играют интегральные методы биологической индикации, учитывающие динамику биоценозов макрозообентоса и общую токсичность воды водотока. Экологическое состояние участков водотока оценивалось как единый биотоп, включающий широкий спектр геологических, гидрологических и физико-химических аспектов и подвергающийся многоуровневому загрязнению.

Ключевые слова: полигон твердых коммунальных отходов, эвтрофикация, биотоп, макрозообентос, интегральные биоиндикаторы.

Введение

Территория Большого Сочи — это важнейшая курортная территория России, в значительной части относящаяся к зоне влажных субтропиков, что накладывает ряд дополнительных ограничений в обращении с отходами. Специфику этого региона составляет сложное инженерно-геологического строение, где активно протекают опасные геологические процессы — оползни, сели, эрозия и др. Активный промывной режим почво-грунтов за счет интенсивных атмосферных осадков приводит к тому, что не до конца разложившиеся органические вещества и другие примеси быстро попадают в водотоки и в прибрежную зону Черного моря, загрязняя их.

По этой причине серьезную экологическую проблему для водотоков в районе Большого Сочи представля-

ют собой стоки с полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО), расположенные на склонах рек, в условиях влажных субтропиков.

Сложные по химическому составу стоки ТКО, которые, взаимодействуя с другими биотическими и абиотическими факторами, создают угрозу для естественных биологических сообществ рек и снижают эстетическую и рекреационную ценность водоемов в черте города. Рассмотрим влияние полигонов ТКО на природные геобиотопы, применительно к условиям влажных субтропиков.

Лооский полигон ТКО расположен на правом склоне р. Битха, впадающей в Черное море, на абсолютных отметках 180–50 м, во второй зоне округа санитарной охраны города-курорта Сочи. Полигон официально существует с 1982 г., хотя неофициально

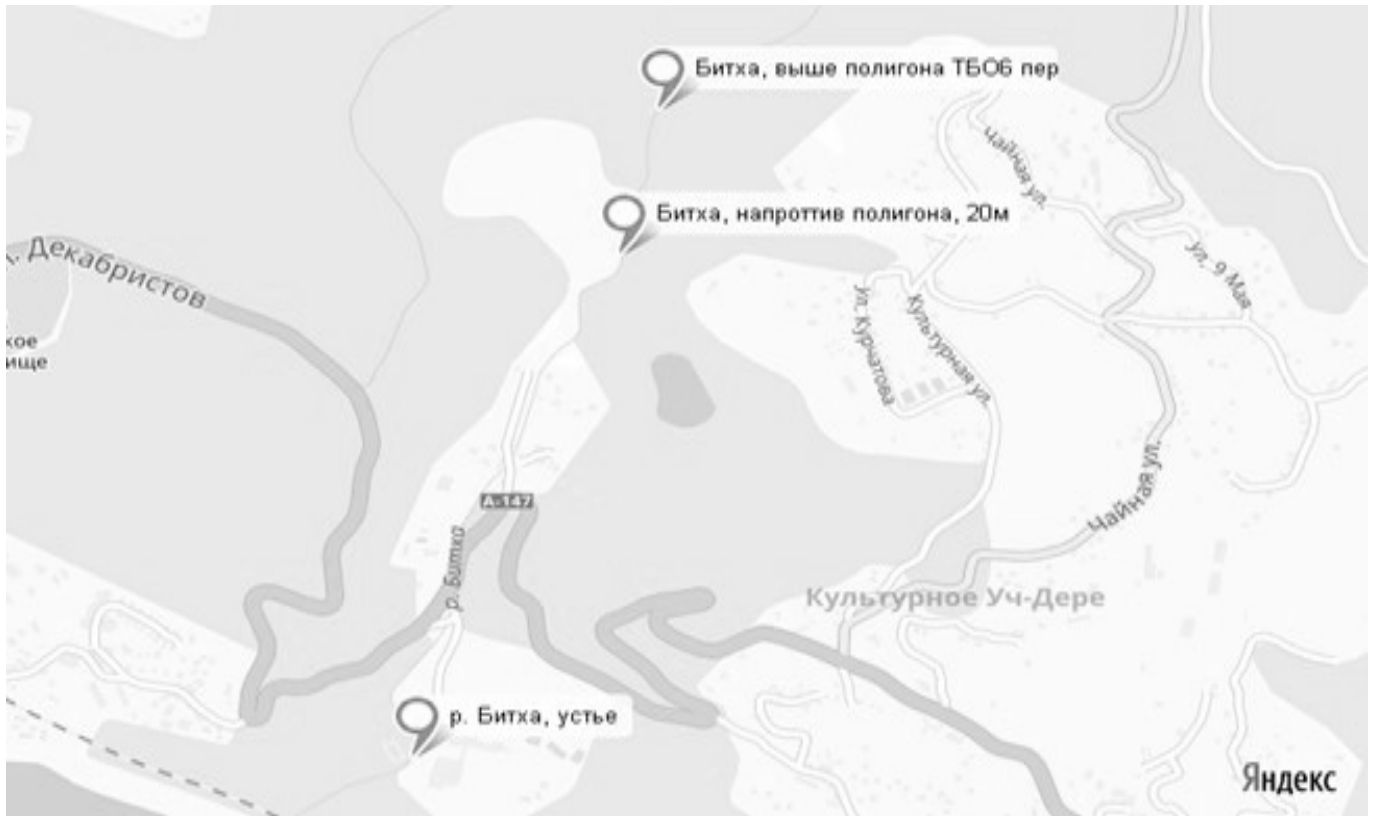


Рис.1. Схема отбора проб в реке Битха

складирование отходов здесь производилось и ранее. Функциональным назначением Лооского полигона ТКО была приемка, складирование и изоляция муниципальных твердых коммунальных отходов. За длительный период эксплуатации полигона, при значительных нарушениях требований к его устройству и содержанию, произошло загрязнение окружающей среды: почвы, донные осадки и поверхностные воды на всей прилегающей территории были загрязнены нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Таким образом, неудачное расположение этого объекта на берегу р. Битха создавало целый ряд экологических и социальных проблем и оказывало устойчивое негативное воздействие на реку на протяжении многих десятилетий.

Полигон ТКО Лазаревского района г.Сочи многие годы является источником загрязнения природной среды в этом регионе. Это подтверждается несколькими исследованиями, включая работу 2011 г., проведенную в рамках программы исследования малых рек Черноморского побережья Кавказа. По данным этого исследования, фильтрат дренажных вод полигона вносит в р. Битха, впадающую в Черное море, значительный объем загрязняющих веществ как органического, биогенного характера, так и тяжелых металлов [3].

В более поздней работе ученых Института Океанологии им. Ширшова [4] также указывается на наличие тяжелого загрязнения органикой реки Битха и влияние этого загрязнения на прибрежную зону Черного моря в приустьевой зоне водотока. Так, например, было выявлено, что концентрация растворенных органических веществ в морской воде этого участка превышает фоновые значения более чем в 15 раз, а концентрации азота аммонийного — в 40 раз.

Степень опасности воздействия стоков свалочного фильтрата на окружающую среду может быть намного выше, чем влияние организованных промышленных стоков, ввиду их сложного комплексного состава, не выясненных токсических свойств стоков и потенциального их влияния на биоту водоемов [8].

Именно по этой причине вызывает беспокойство недостаточная изученность влияния полигона ТКО на речную и морскую среду и отсутствие научно-обоснованной системы мониторинга и оценки нагрузки на водоемы, прилегающие к местам утилизации отходов. Ключевую роль в таких исследованиях должны занимать методы биологического анализа и биоиндикации, позволяющие вовремя идентифицировать проблему и оценить воздействие различных факторов на среду комплексно.

Целью данной работы является оценка и анализ экологической нагрузки полигона ТКО на природный водоток, в условиях влажных субтропиков, на примере комплексного исследования р. Битха. Комплексное исследование позволит определить изменения в природных биоценозах, вызванные воздействием поступления опасных фильтратов с полигона ТКО и провести зонирование водоема, основываясь на данных о состоянии его гидробиоценозов.

Материалы и методы

Комплексное исследование р. Битха проводилось в период 2016–2018 гг. Пробы биологического материала из реки Битха отбирались на участке верхнего течения до взятия реки в коллектор, у выхода из коллектора в точке впадения в реку инфильтратов с полигона ТБО и в устье реки перед впадением ее в Черное море (рис 1).

Биологические анализы, произведенные в рамках этой работы, основываются на анализе качественного и количественного состава макрозообентоса водоема. На базе этих данных были вычислены интегральные биотические показатели — индексы QMCI, Маргалефа, Шеннона, Бергер-Паркера, рассчитанные по общеизвестным формулам [1]. Также определялся уровень хронической токсичности по Строганову с использованием *Dafnia Magna S.* по 4-х бальной шкале на основе летального времени гибели 50% тест-объектов (LT50) [6]. Для анализа просчитывались средние значения индексов, определенных в пробах, отобранных в 2016–2018 гг.

Гидрохимические данные были предоставлены лабораторией СЦГМС ЧАМ в рамках договора о сотрудничестве организаций. Кроме того, в рамках данной работы был проанализирован материал по изучаемому водному объекту, опубликованный ранее.

Важно отметить, что исследование воздействия полигонов ТКО на речные биологические сообщества ведется в рамках государственного задания по выявлению и апробации интегральных методов биоиндикации водных объектов для оценки экологического состояния водоемов и определения нагрузки на них от различных источников загрязнения. Эта работа будет продолжена в целях разработки мер по оздоровлению антропогенно нарушенных экосистем.

Результаты и обсуждение. Геологическое строение и антропогенная нагрузка. В геологическом строении района исследований принимают участие современные элювиальные отложения (кора выветривания), представленные глинами тугопластичными и полутвердыми (в необводненном состоянии) с щебнем песчаника и дресвой аргиллита. Мощность их изменяется от 2

до 10 м. Ниже залегает толщ трещиноватых аргиллитов верхнепалеогенового возраста. Мощность этой толщи по данным региональных исследований изменяется от 20 до 80 и более метров. Элювиальные глины и выветрелые трещиноватые аргиллиты при водонасыщении характеризуются резким снижением деформационных и прочностных свойств. Водонасыщение грунтов происходит по многочисленным трещинам, а разгрузка грунтовых вод — по ослабленным зонам на различной высоте склона. Для территории, где расположен полигон ТКО, характерен высокий уровень залегания грунтовых вод. Уровень грунтовых вод находится на глубине 2,8 м. Преобладающими породами, подстилающими тело полигона ТКО, служат суглинки и глины (обладающие слабой водопроницаемостью), часть фильтрата вытекает из свалочного тела, мигрируя с поверхностным стоком, попадая в водные объекты. Общая мощность глин и суглинков составляет 8 м. Территория расположения полигона ТКО характеризуется как оползнеоопасная.

Севернее полигона ТКО расположены особо охраняемые территории Сочинского национального парка, где развита только туристская и рекреационная деятельность. Антропогенная нагрузка минимальная. К северо-западу от полигона ТКО расположен поселок Нижнее Учдере. Кроме того, жилая застройка непосредственно примыкает к южным границам площадки, где расположен полигон ТКО. Этот участок реки испытывает значительную антропогенную нагрузку от не канализованного жилого сектора и ливневых стоков с автомагистрали. В устьевой части реки расположены лечебно-оздоровительные учреждения и пансионаты «Белые ночи», «Ивушка» и др. Негативное влияние полигона ТКО, обуславливающее значительное ухудшение условий проживания жителей ближайших населенных пунктов и отдыхающих, вызывает высокую социальную напряженность.

Значительную опасность представляет воздействие полигона ТКО на поверхностные воды из-за формирования в теле полигона антропогенных водоносных горизонтов. Основной источник поступления загрязняющих веществ в подземные и поверхностные воды — фильтрат. Формируясь в теле свалки, фильтрат скапливается в нижней части полигона ТКО [5].

Несмотря на частичную рекультивацию полигона ТКО и взятие реки Битха на значительной дистанции в подземный коллектор, фильтрат продолжает поступать в реку Битха. Объем поступающего в природный водоем фильтрата зависит от количества осадков и от характера материала, сконцентрированного на полигоне. Количество и качество фильтрата динамично изменяется с сезонной закономерностью: в зимне-весенний период количество фильтрата увеличивается, а в летне-осенний период уменьшается с динамикой, сходной с расхода-

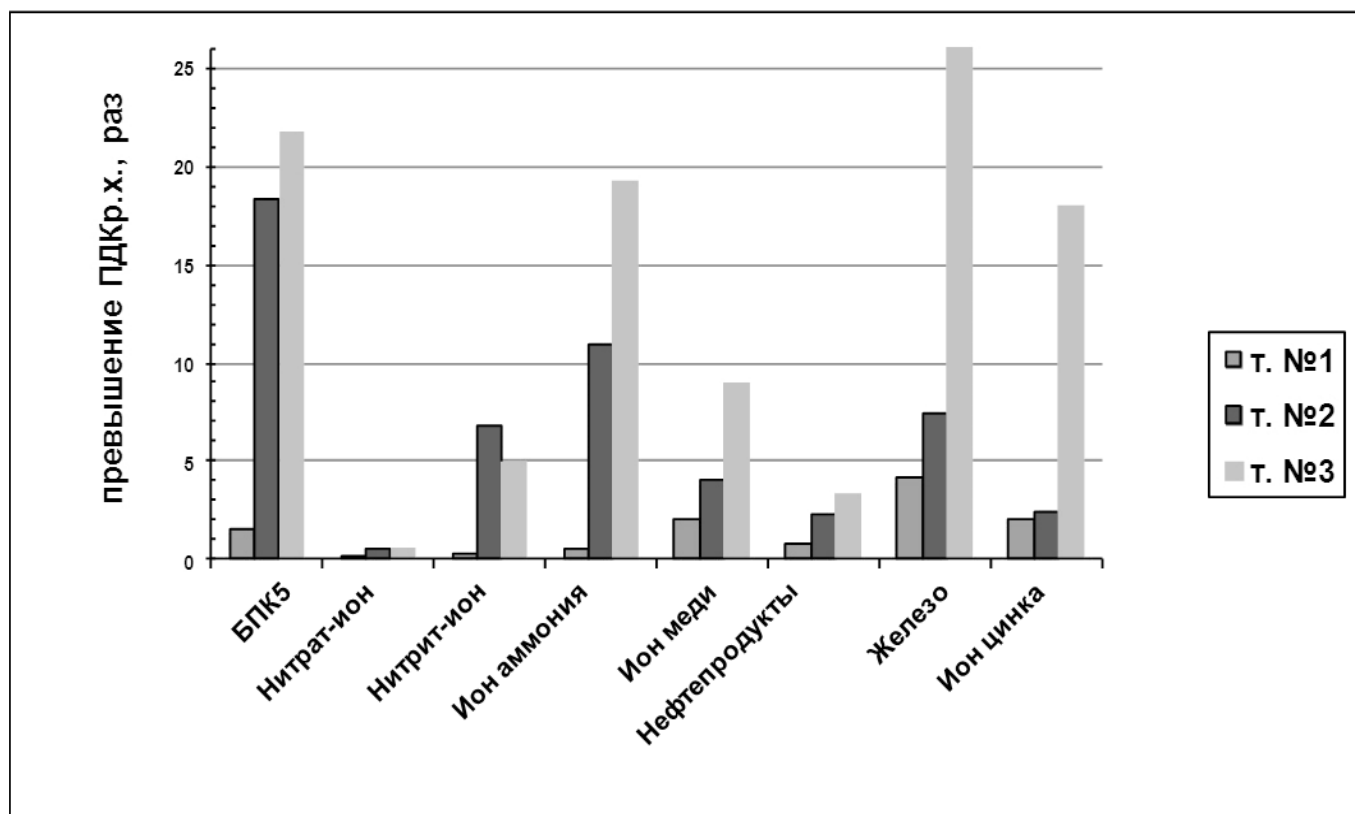


Рис. 2. Диаграмма распределения концентраций загрязняющих веществ в р. Битха в контрольных точках по данным мониторинга 2010–2011 г.г.

ми рек. Соответственно в период интенсивных осадков и больших расходов рек количество органики в нем уменьшается. Наиболее концентрированный фильтрат и наименьший расход его наблюдается в период глубокой межени. Степень опасности воздействия таких стоков на окружающую среду может быть намного выше, чем влияние организованных промышленных стоков, ввиду их сложного комплексного состава, не выясненных токсических свойств и потенциального их влияния на биоту водоемов [8].

Предыдущими мониторинговыми исследованиями Лооского полигона ТКО, проведенными в 2010–2011 г.г., установлено значительное превышение нормативных показателей поверхностных вод и почв [5]. Наблюдение за изменением химического состава поверхностных вод в реке Битха в указанный период проводилось в трех контрольных точках, совпадающих с участками настоящего исследования. Фоновая точка № 1 располагалась в 100 м выше участка поступления фильтрата из полигона ТКО, точка № 2 — напротив полигона ТКО, в зоне выхода стоков фильтрата, точка № 3 была расположена в 100 м ниже полигона ТКО. На участке № 2 и № 3 вода р. Битха имела темно — бурый цвет и резкий неприятный запах.

На рисунке 2 представлена диаграмма распределения концентрации загрязняющих веществ в трех контрольных точках, по данным мониторинга 2010–2011 г.г.

В рамках исследований 2010–2011 г.г. было проведено опробование почво-грунтов в районе полигона ТКО. Из 18 проанализированных проб почво-грунтов 15 классифицируются как «допустимая» категория загрязнения, 3 пробы — «умеренно опасная» категория загрязнения. По валовому содержанию мышьяка, как вещества I класса опасности, 17 проб почв характеризуются опасной степенью загрязнения от 1 ПДК до 8,5 ПДК. По валовому содержанию веществ III класса опасности (ванадий) почвы в районе полигона ТКО характеризуются умеренно опасной степенью загрязнения. Содержание ванадия — до 2ПДК. По марганцу отмечается превышение ПДК в 4 пробах — до 1,5 ПДК. Источником поступления загрязняющих веществ в почву является выход фильтрата из полигона ТКО.

Состояние биологических сообществ р. Битха. Биологические сообщества реки Битха характеризуются как креналь по Иллиесу. Этот тип объединяет биологические сообщества ручьевого комплекса с относительно небольшим расходом воды и шириной около 1 м в ме-

Таблица 1. Значения биотических индексов и основных показателей факторов эфтрофикации р.Битха (средние показатели за период исследования).

Проба	Р. Битха, выше полигона ТКО, фон	Р. Битха, в месте поступления фильтрата с ТКО	Р. Битха, устье
QMSI	5,47	4,3	3,53
Индекс Маргалефа	8,47	5,29	2,89
Индекс Шеннона	2,13	1,7	1,41
Индекс Бергер-Паркера	0,42	0,47	0,56
Токсичность с исп. DM по Строганову	2	3,33	4
Степень заиления (шкала 1–5)	3	4	5
Прозрачность	27,67	4,67	10
Взвешенные вещества мг/л	5	213	16,47
pH	7,85	7,77	7,9
БПК5, мг/л O2	1,46	10,27	5,03
Азот аммонийный, мг/л	0,01	0,68	0,62
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,33	0,18
Азот нитратов, мг/л	0,14	2,17	0,97
Фосфаты, мг/л	0	0,01	0,01

женный период. В таких водоемах обычно наблюдаются сочетание фрагментов твердых и мягких грунтов и смешение донных биотопов. Весной там может наблюдаться значительное разнообразие ручьевой фауны, где встречаются или доминируют лимнофильные, устойчивые к загрязнению виды. Летом, когда течение реки замедленно и наблюдаются гнилостные процессы, насекомые вылетают из водоема в виде имаго или погибают ввиду изменившихся условий. На смену им приходит бурное размножение видов, характерных для загрязненных, заболоченных водоемов (*Aeshna*, *Asellus aquaticus*, улитки болотного комплекса). Такие сообщества обычно относятся к β - и α -мезосапонной зоне.

Участок реки в верхнем течении характеризовался чистым каменно-галечным дном, небольшим количеством песчано-илистых отложений и обрастаниями зелеными водорослями. В месте поступления в реку фильтратов с полигона ТКО (жидкость темно-коричневого цвета с характерным запахом) наблюдается мощный слой твердого коричневого осадка на камнях и донных отложениях и отсутствие донной растительности. После разбавления речной водой, поступающей из коллектора, вода утрачивает коричневый цвет, однако на донных субстратах наблюдается желто-коричневый осадок и слизистые обрастания, характерные для водоемов, подвергающихся продолжительному воздействию органических загрязнений. В пробах, отобранных ниже автомагистрали и территории санатория «Белые ночи», речная вода была бесцветна, наблюдались илистые донные отложения и обрастания донного субстрата коричневыми и зелеными водорослями и слизью. Также во время

отбора проб на этом участке был зафиксирован неорганизованный сброс в реку хозяйственно-фекальных вод от расположенных на берегу водоема поселений.

Исследование показало выраженное изменение биоценозов реки Битха на различных участках ее течения. В верхнем течении реки, до взятия ее в закрытый коллектор, водоем соответствует определению чистой реки высоким видовым разнообразием, на что указывают показания индексов Маргалефа и Шеннона (табл. 2). Этот участок характеризуется умеренным заилением донного субстрата, слабым органическим загрязнением и хорошим газообменом. Значение индекса QMSI указывает на происходящие на данном участке интенсивные процессы самоочищения, характерные для β -мезосапонной зоны. Слабая хроническая токсичность обнаруживалась только в период паводка. Анализ пробы в месте попадания в реку фильтрата с полигона ТКО указывает на наличие тяжелого органического загрязнения: резко падает видовое разнообразие макрозообентоса, значение индекса QMSI свидетельствует о повышенной эфтрофикации, увеличивается доля проб с показателями хронической токсичности по выживаемости дафний. Поступающий в реку загрязненный сток не разбавляется до безопасного уровня, особенно в период летней межени из-за маловодности реки. Органика, содержащаяся в загрязненных стоках, аккумулируется в накапливающихся иловых осадках и обрастаниях, препятствуя развитию организмов-фильтраторов и обеспечивая условия для развития хирономид, моллюсков и олигохет, не требовательных к субстрату и устойчивых к эфтрофикации. Значения индексов видового разнообразия

в устье водотока достигают минимальных значений, возрастают показатели токсичности воды. Хотя наблюдается снижение концентраций биогенов, БПК5 и взвешенных веществ в воде приустьевой зоны, биотические показатели говорят о деградации биоценозов (табл. 1).

На рисунке 3 отражено распределение в процентном соотношении к общей численности в пробе основных групп организмов макрозообентоса в пробах реки Битха.

Рис. 3. Распределение в процентном соотношении к общей численности в пробе основных групп организмов макрозообентоса и перифитона в пробах р. Битха

В пробах верхнего течения и устья реки доминирующей группой являются двукрылые (Diptera). Однако в нижнем течении реки преобладает *Chironomus plumosus*, вид устойчивый к органическому загрязнению и принадлежащий к зоне полисапробности. Этот вид также был определен в месте впадения в реку стока ТКО. В пробе, отобранной выше полигона, отряд Diptera представлен симилидами, которые характерны для чистой воды. Во всех пробах присутствуют представители отряда ручейников (Tricoptera). Однако только в фоновой пробе были определены четыре вида личинок ручейников, в пробах, подвергшихся загрязнению, было обнаружено только два вида этих насекомых. В пробе в месте попадания в реку стока ТКО преобладали олигохеты *Tubifex Tubifex*, обычные для водоемов с высоким уровнем органического загрязнения. В этой пробе отсутствуют поденки (Ephemeroptera). Хотя ниже по течению были обнаружены представители поденок и копепод, их численность была незначительной.

Деградацию водных биоценозов в устье р. Битха можно объяснить не только процессами аккумуляции загрязняющего вещества в донном осадке и биоте, но и дополнительной нагрузкой, оказываемой на реку неорганизованными хозяйственно-фекальными стоками и ливневыми смывами с автомагистрали. Так как река на значительном участке устьевой зоны протекает в бетонном коллекторе, процессы самоочищения не идут, и, ввиду вторичного загрязнения, вызванного декомпозицией накопившейся в русле органики, снижается насыщение воды кислородом.

Заключение

В результате комплексного загрязнения р. Битха на всем ее протяжении, а также взятию реки в подземный коллектор, происходит деградация устьевых биоценозов водоема. На основе физико-химических и биологических данных, река может быть разделена на два различных по экологическому состоянию участка: зона

верхнего течения, до сбросов фильтрата из полигона ТКО и устьевая зона — от точки сброса фильтрата до впадения реки в Черное море. На протяжении первого участка, до взятия реки в коллектор, ее биотоп соответствует типу кренали со сравнительно слабым органическим загрязнением. В отличие от него, в устьевой зоне наблюдаются признаки деградирующего биоценоза, с обедненным биоразнообразием, представленном несколькими толерантными к загрязнению видами и сильным заилением мягкого донного субстрата, аккумулирующим поступающую органику, токсиканты и продукты декомпозиции биоты. Такой биотоп соответствует палудогипокренали [7].

Воздействие на состояние водоема от такого многоуровневого загрязнения должно рассматриваться комплексно с учетом геологических условий, химических данных, учитывающих эффект адитивности поступающих в водоем токсикантов, биогенов, взвешенных веществ и динамику развития биологических сообществ. Необходимо принимать во внимание все биотические и абиотические факторы, влияющие на миграцию загрязнителей в среде. Такой анализ возможен при комплексном мониторинге реки, включающим гидрологический, физико-химический анализ воды и донных отложений и интегральные методы определения экологической нагрузки на гидробиоценозы.

Установлено, что загрязнение р. Битха происходит также ниже поступления стоков с полигона ТКО, практически в устьевой зоне, непосредственно перед впадением ее в Черное море. Если потенциал самоочищения реки позволяет частично справиться с нагрузкой от стоков полигона ТКО, то после поступления органического загрязнения от не канализованного жилого сектора, ливневых стоков с автомагистрали и других загрязнителей, способность реки к самоочищению исчерпывается. Сравнительно небольшая река Битха вносит существенный вклад в загрязнение прибрежной полосы моря по органическому загрязнению и эвтрофикации среды.

Как уже отмечалось в наших предыдущих исследованиях [2], в настоящее время не существует систематизированной научно-обоснованной методики проведения комплексного мониторинга водоемов и прилегающих к ним полигонов ТКО, применительно к условиям влажных субтропиков. Исследование влияния стоков полигонов ТКО, расположенных в зоне влажных субтропиков, на экосистемы естественных водоемов будет продолжено для идентификации и оценки их долгосрочного воздействия на окружающую среду и разработки программы мероприятий по минимизации негативного влияния полигонов ТКО на водоемы прибрежной полосы Черного моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова Т. Л. Использование биотических индексов ИМС и QIMS для оценки экологического состояния водотоков горного и предгорного кластера на примере рек на территории Большого Сочи // Инновации и инвестиции. — 2019. — № 2. — С. 110–117.
2. Гудкова Н.К., Горбунова, Т. Л. Оценка влияния стоков Адлерского полигона твердых коммунальных отходов на биоценозы реки Херота // Системы контроля окружающей среды. — 2017. — № 9 (29). — С. 115–121.
3. Доклад о состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2011 году // Доклад Д 63. — Краснодар, Департамент природных ресурсов и государственного экологического надзора Краснодарского края. — 2012. — 360 с.
4. Завьялов П., Маккавеев П. Речные плюмы в акватории Сочи // Наука в России. — Москва: ФГУ Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр «Наука». — 2014. — № 2. — С. 4–12.
5. Красовская С. П. Размещение отходов в условиях Черноморского побережья Кавказа: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 2012. 24с.
6. Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды //Методики биологических исследований /Под ред. Н. С. Строганова. — М.: -1971. — С. 14–60
7. Чертопруд М. В. Реофильные сообщества макробентоса Северо-Западного Закавказья // Материалы IV Всероссийского Симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым и X Трихоптерологического Симпозиума. — Владикавказ: СОГУ. — 2010. — С. 131–135.
8. Crowley D., Staines A., Collins C., Bracken J., Bruen M., Fry J., Hrymak V., Malone D., Magette B., Ryan M., Thunhurst C. Health and environmental effects of landfilling and incineration of waste — a literature review. Dublin: Dublin institute of technology. Report 3. — 2003. — 284 p. URL: <http://arrow.dit.ie/schfsehrep/3> (дата обращения 25.07.2020).

© Гудкова Наталья Константиновна (n.k.gud@yandex.ru),

Горбунова Татьяна Львовна (tatianashaw@mail.ru), Матова Наталья Ивановна (lelj06@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Сочи

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПСТИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

ECOLOGICAL-ECONOMIC JUSTIFICATION OF INDUSTRIAL COMPOSTING OF ORGANIC WASTE

**K. Kuznetsova
N. Molodkina
O. Sergienko**

Summary. The relevance of the work is due to the lack of a developed infrastructure in Russia for recycling organic waste by composting, including biodegradable packaging materials that can quickly and safely decompose under the influence of microorganisms under controlled conditions to obtain high-quality organic fertilizer. The conditions under which the large-scale use of compostable polymeric materials is environmentally expedient have been determined. The expediency of creating an infrastructure for industrial composting of organic waste, including biodegradable packaging, has been substantiated; On the basis of the performed ecological and economic analysis, it is shown that the most effective option for processing organic waste is the use of closed composting technology in an aerobic bioreactor.

Keywords: industrial composting, compost, biodegradation, biodegradable packaging, circular economy.

Кузнецова Ксения Геннадьевна

Национальный исследовательский университет
ИТМО, г. Санкт-Петербург
kseniasova@gmail.com

Молодкина Нелли Ринатовна

К.т.н., доцент, Национальный исследовательский
университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

Сергиенко Ольга Ивановна

К.т.н., доцент, Национальный исследовательский
университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Актуальность работы обусловлена отсутствием в России развитой инфраструктуры для переработки отходов органического происхождения методом компостирования, в том числе и биоразлагаемых упаковочных материалов, способных быстро и безопасно разлагаться под воздействием микроорганизмов в контролируемых условиях для получения качественного органического удобрения. Определены условия, при которых масштабное использование компостируемых полимерных материалов экологически целесообразно. Обоснована целесообразность создания инфраструктуры для промышленного компостирования органических отходов, в том числе и биоразлагаемой упаковки; на основе выполненного эколого-экономического анализа показано, что наиболее эффективным вариантом для переработки органических отходов является применение технологии закрытого компостирования в аэробном биореакторе.

Ключевые слова: промышленное компостирование, компост, биоразложение, биоразлагаемая упаковка, экономика замкнутого цикла.

Современный мир трудно представить без пластиков. Те свойства, за которые пластик получил широкую популярность (прочность, гидрофобность, большой срок годности), стали его основными недостатками.

Начиная с 1998 года, объем образования твердых бытовых отходов (ТБО) вырос почти вдвое. Каждый год количество ТБО, образующихся в результате деятельности человека, растет на 4% в год. Главной причиной этого явления является увеличение использования полимерных упаковочных материалов [1].

В связи с возникающими экологическими проблемами, связанными с утилизацией полимерных упаковочных материалов, усилия ученых направлены на поиск

и создание альтернативных материалов и методов их переработки.

Существует другая, не менее значимая проблема современного природопользования, связанная с деятельностью человека — деградация почвенного покрова. С истощением запасов гумуса и биофильных элементов, в почвах происходит нарушение органического и минерального питания почвенной биоты, нарушается общая биологическая активность и плодородие почв; снижается устойчивость почв к эрозии, к химическому и бактериальному загрязнению.

На сегодняшний день, проблема бесконтрольного образования пластиковых отходов в мире, и в том числе в России, не решена. 40% всех образующихся пластиков

приходится на упаковочные материалы [2]. Основная масса отходов поступает на объекты размещения — полигоны ТБО, где разлагается в течение более 100 лет с образованием значительных объемов наиболее опасного парникового газа — метана. В связи с этим актуальность данной темы исследования не вызывает сомнения.

Многие страны Европейского союза, Япония и США уже начали процесс постепенного замещения упаковочных материалов из традиционных пластиков на биоразлагаемые.

Далеко не все полимерные упаковочные материалы с заявленными свойствами к биоразложению действительно могут безопасно разлагаться под действием микроорганизмов. А те материалы, чьи заявленные свойства соответствуют фактическим, не всегда имеют четкие требования к условиям, в которых могут биодеградировать [3]. Основные требования к полимерным материалам, условия их биологической деградации и методики оценки заявленных свойств регламентированы в международных и национальных стандартах стран Европейского союза, Японии и США. В Российской Федерации также существует эквивалентный стандарт по биоразложению упаковочных материалов [4, 5].

Традиционные пластики производятся из ископаемых невозобновляемых источников сырья. В связи с тем, что такое потребление ресурсов не соответствует концепции устойчивого развития общества и экономике замкнутого цикла, набирает популярность производство упаковочных материалов из возобновляемых ресурсов — крахмала, лигнина, целлюлозы [6].

В настоящее время не существует требований, обязывающих производителей раскрывать информацию об использовании возобновляемого сырья при производстве упаковочных полимерных материалов, однако со стороны промышленного сектора и среди потребителей неуклонно растет интерес к созданию и использованию экологически безопасных продуктов [7].

На сегодняшний день, можно выделить 2 категории полимерных упаковочных материалов, с заявленными способностями к биоразложению: оксо-биоразлагаемый пластик и компостируемый.

Оксо-биоразлагаемый пластик — пластик, разложение которого происходит в результате протекания двух стадий: оксодеградация (небиологическая стадия) — расщепление макромолекул на более короткие звенья под воздействием ультрафиолета или высоких температур и биодеградация (биологическая стадия) — стадия, на которой происходит биологическое расщепление

материала под воздействием микроорганизмов на биомассу, воду и углекислый газ (CO_2) [8].

Под оксо-биоразлагаемыми материалами обычно подразумевают традиционные пластмассы: полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), полистирол (ПС) и полиэтилен-терефталат (ПЭТФ), в которые были добавлены специальные вещества — каталитические присадки на основе солей железа, магния, марганца, ускоряющие фрагментацию материала. Из этого следует, что основным отличием оксо-биоразлагаемого полимера от традиционно является наличие специальных добавок, ускоряющих процесс фрагментации материала [9].

Компостирование таких видов пластика для получения удобрения невозможно, во-первых, из-за введенных в него добавок (преимущественно солей металлов), которые могут оказывать токсическое действие на растительность, во-вторых, из-за образования микропластика [9].

Компостируемый пластик — пластик, который подвергается деградации в результате биодеградации во время компостирования с образованием углекислого газа, воды, неорганических соединений и биомассы со скоростью, соответствующей другим известным компостируемым материалам, и не оставляет визуально различимых или токсичных остатков [6].

Компостируемые пластики не требуют отдельного сбора, сортировки, переработки в сопоставлении с традиционными пластиками. Но для достижения максимальной биологической разлагаемости они должны компостироваться вместе с органическими отходами — наиболее распространенным аэробным способом компостирования [10].

Компостированию подвергаются в основном те органические отходы, которые были собраны отдельно от остальных отходов в специальные контейнеры для этого типа отходов. Компост используется в сельском хозяйстве, поскольку имеет высокое качество и не содержит вредных веществ [11].

Переход на масштабное использование биоразлагаемой упаковки, соответствующей международным стандартам в области компостирования полимерных материалов, является экологически и экономически целесообразной мерой только при условии создания соответствующей инфраструктуры на территории Российской Федерации.

Конечный продукт компостирования — гигиенически безопасное гумусовое вещество, которое можно использовать для стимулирования восстановления

Таблица 1. Экономические показатели проектов № 1 и № 2

Экономический показатель	Величина	
	Проект № 1	Проект № 2
Общие инвестиции (I_0), тыс. рублей	46936,0	73479,4
Эксплуатационные затраты ($Z_{экспл}$), тыс. руб./год	24428,5	20279,2
Чистая годовая экономия (B), тыс. руб./год	30970,0	43598,8
Простой период окупаемости (PB), лет	1,51	1,77
Динамический период окупаемости ($T_{ок}$), лет	2,35	2,25
Чистая приведенная стоимость (NPV), тыс. руб.	53586,0	73953,0
Индекс доходности (PI)	1,14	1,01
Внутренняя норма рентабельности (IRR)	28%	27%
Дисконтированные затраты на 1 т готового продукта, тыс. руб.	1,5	1,246
Стоимость 1 т готового компоста, тыс. руб./т	6	7

плодородия почв в качестве органического удобрения. Компостированию могут подвергаться любые отходы органического происхождения: растительные отходы (скошенная трава, ботва, листвова опад); отходы животного происхождения (птичий помет, навоз); пищевые отходы — овощные очистки, кофейный жмых, яичная скорлупа, отходы чайного производства; осадки сточных вод; компостируемые пластики [12].

Компостированию могут подвергаться и органические отходы от промышленных предприятий. Это позволит повысить экологический имидж компаний и решит вопрос с утилизацией отходов на предприятии.

К сожалению, компостирование не является широко распространённым методом утилизации органических отходов ввиду ряда недостатков: продолжительный производственный цикл, мониторинг и поддержание определенных условий, возможность получения нестабильного итогового продукта.

В существующей реальности основным методом утилизации органических отходов является захоронение. С экологической точки зрения размещение органических отходов на полигонах ТБО неприемлемо по нескольким причинам:

- ◆ потеря питательных веществ, которые можно использовать повторно;
- ◆ органические отходы — это основной источник санитарно-эпидемиологической опасности и неприятных запахов, поэтому перед отправкой отходов на полигон необходимо извлекать из них органическую фракцию, которую необходимо подвергать биологической обработке или компостированию.

В работе был рассчитан годовой объем органической фракции отходов в Санкт-Петербурге, образующихся в организациях общественного питания, образовательных

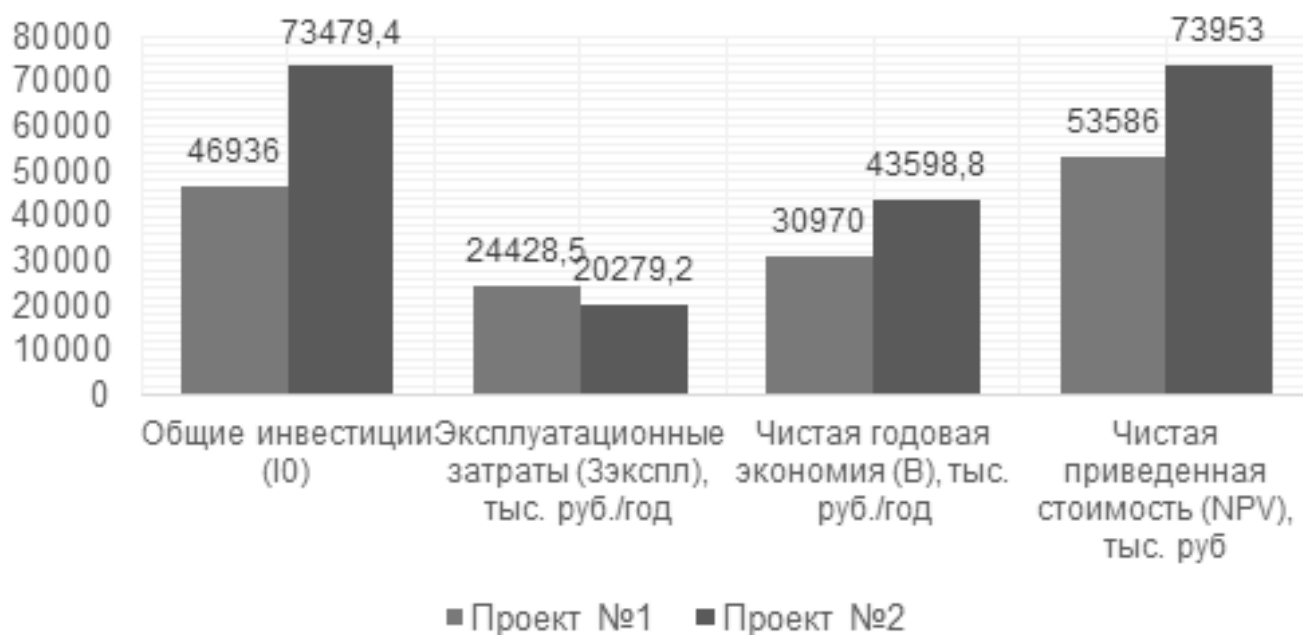
учреждениях, магазинах продовольственных товаров. Исходя из нормативных показателей, ежегодно данные учреждения образуют около 282 тыс. тонн органических отходов, которые являются потенциальным сырьем для производства компоста [13]. Для дальнейшего проведения эколого-экономического обоснования строительства станции для промышленного компостирования органических отходов предложено использовать около 5% отходов от общей массы — 14,1 тыс. тонн отходов.

Для определения наиболее экологически и экономически целесообразной технологии промышленного компостирования предварительно были изучены информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям [10].

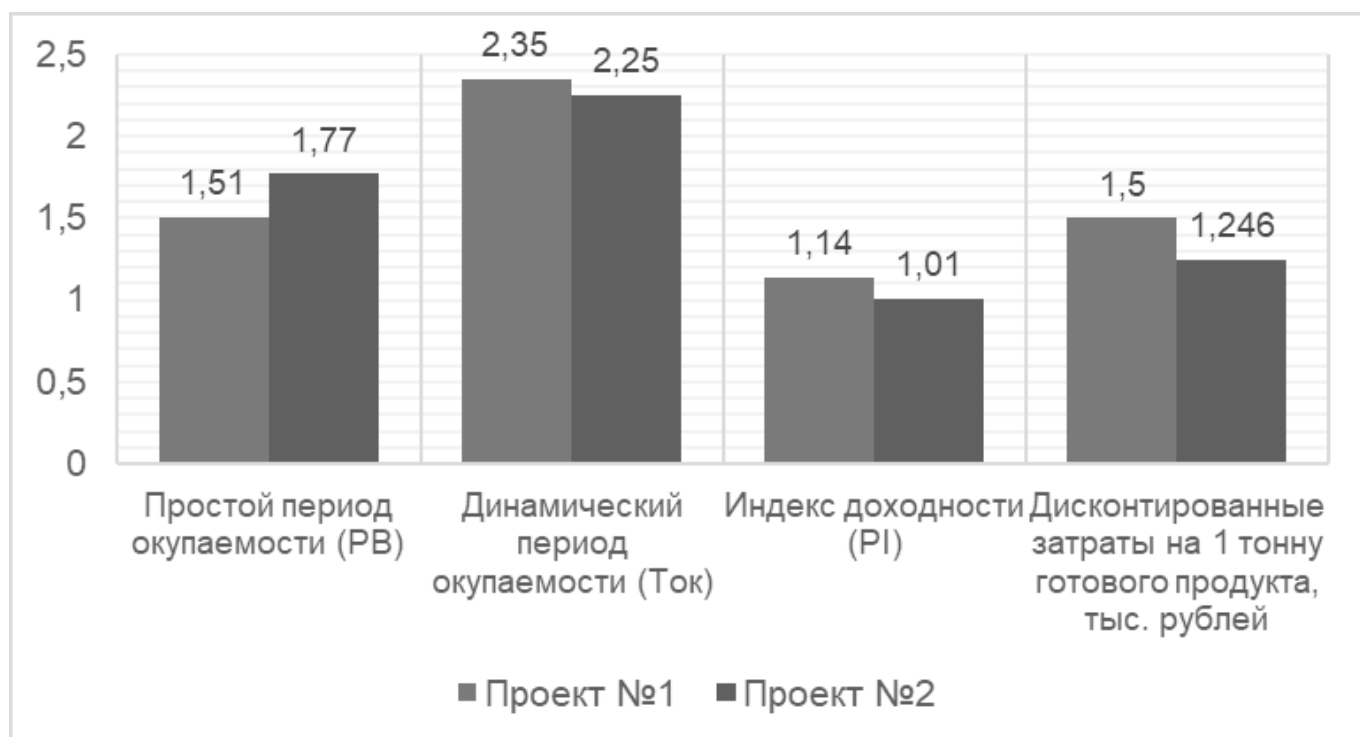
К расчету и проведению сравнительной характеристики предложены две наиболее распространенные в России и за рубежом технологии: технология среднего уровня — буртовое компостирование на открытых площадках и технология закрытого компостирования органических отходов в биобарабанах.

При компостировании в буртах, сырье — органические отходы укладываются в бурты с шириной 3–6 метров, высотой 1,5–3 метра, длина бурта может быть произвольной. Аэрация осуществляется за счет переворачивания компостного материала с помощью специального ворошителя — переворачивателя. Длительность компостирования составляет 2–4 месяца в зависимости от погодных условий.

Компостирование в барабанном биореакторе является технологией более высокого уровня, длительность процесса сокращается до 3-х суток, за счет непрерывной аэрации, контроля температуры и выхода углекислого газа. Важным этапом является процесс дозревания компоста в кучах для его стабилизации. Срок дозревания компоста составляет 7–10 суток.



а



б

Рис. 1. Сравнение экономических показателей проектов № 1 и № 2: капитальные затраты I0, эксплуатационные затраты $Z_{экспл}$, чистая годовая экономия B, чистая приведенная стоимость NPV (а); простой период окупаемости PB, динамический период окупаемости Ток, индекс доходности PI, дисконтированные затраты на 1 тонну готового компоста, тыс. руб. (б).

Таблица 2. Расчет эмиссий метана для проектов № 1 и № 2

Показатель	Проект № 1	Проект № 2
Выход из 1 тонны сырья, кг	3,28	0,26
Выход из всей массы отходов, т/год	46,228	3,664
Удельное образование метана на 1 т готового компоста, кг CH ₄ /т компоста	5,5	0,41

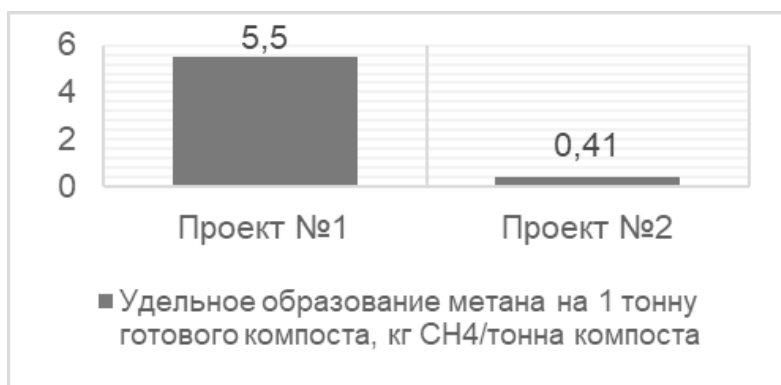


Рис. 2. Показатели удельного образования метана на 1 т готового продукта

Для определения наиболее экономически эффективного проекта проведен расчет капитальных и эксплуатационных затрат на сооружения, оборудование, технические средства, исходя из специфики каждой технологии.

Рассчитанные экономические показатели приведены в таб.1 и отображены на рис. 1.

Расчетный объем готового продукта для обоих проектов составит 28,2 тыс. м³ или 8,45 тыс. т.

Средняя рыночная стоимость готового компоста колеблется в пределах 4–7 тыс. руб. Стоимость компоста при реализации проекта № 1 составит 6 тыс. руб., при реализации проекта № 2–7 тыс. руб. Во-первых, это связано с относительно высоким показателем капитальных затрат I₀ для проекта № 2; во-вторых, в связи с тем, что во втором проекте предлагается применение технологии более высокого уровня, следовательно, качество конечного компоста после барабанного реактора будет выше.

При сравнительно высоких капитальных затратах на проект № 2, объем эксплуатационных затрат ниже почти на 4,2 млн. руб. Это связано с высокими затратами на топливо для технических средств при реализации проекта № 1.

Для обоих проектов внутренняя норма рентабельности выше 20%, следовательно, оба проекта являются рентабельными и экономически эффективными.

При определении экологической эффективности проектов был рассмотрен объем образующегося парникового газа метана CH₄, для каждого проекта. Метан является наиболее опасным парниковым газом, поэтому, согласно законодательству, устанавливается плата за НВОС (негативное воздействие на окружающую среду) в размере 116,64 руб. за тонну.

Компостирование является аэробным процессом, следовательно, объем образованного метана будет значительно ниже, чем при анаэробном процессе, но при показателе концентрации свободного кислорода >5%, в компостной системе могут возникать анаэробные зоны.

Согласно литературным данным, при разложении 1 кг органических отходов на полигоне, образуется 77,26 граммов метана (CH₄), следовательно, 14094 т отходов выделяют 1120 тыс. т CH₄ [14].

Согласно данным, полученным в работах Sanchez A. и др., при компостировании открытым способом из 1 тонны органических отходов образуется около 3,28 кг метана, а при компостировании в закрытых биореакторах барабанного типа — 0,26 кг. Исходя из литературных данных, рассчитан объем эмиссий метана для каждого проекта (таб.2, рис. 2) от 14094 тонн органических отходов [15].

Плата за годовой объем выбросов метана составит 5380,9 руб. в год для проекта № 1; 426,7 руб. для проекта № 2.

Исходя из расчетов образования метана при компостировании органических отходов на станциях открытого и закрытого типа, можно сделать вывод, что компостирование органических отходов в реакторах закрытого типа, которые используются в проекте № 2, протекает равномернее, следовательно, экологически более эффективно.

Заключение

В рамках данной работы были рассмотрены экологические и социально значимые вопросы переработки органических отходов. Была обоснована необходимость создания специальной инфраструктуры для переработки органической фракции отходов в безопасное и гигиеничное органическое удобрение — компост.

Выявлено, что компостирование в барабанных биореакторах является наиболее экологически и эконо-

мически целесообразным способом переработки органических отходов, данная технология соответствует принципам НДТ и рекомендуется к внедрению.

Вопрос повсеместного замещения традиционных пластиков компостируемыми недостаточно проработан в нашей стране. Использование компостируемых упаковочных материалов экологически и экономически оправдано только при условии создания инфраструктуры по переработке органических отходов в безопасное удобрение.

Создание инфраструктуры промышленного компостирования органической фракции отходов, повысит интерес общества к вопросам экологии, станет фундаментом для внедрения повсеместной переработки отходов и позволит решить важные задачи: получение органического удобрения, снижение антропогенного влияния на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курбатова А.И., Харламова М. Д. Управление твердыми отходами. Учебное пособие. СПб.: Юрайт, 2019. 312 с.
2. Пластик — новая глобальная экоугроза [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=12475> (дата обращения 5.05.2020).
3. ГОСТ Р 54530–2011 (ЕН 13432:2000) Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения. — Введен 01.01.2013. — М.: Стандартинформ, 2011. — 14 с.
4. ISO 17088: 2008 Specifications for compostable Plastics.
5. EN13432:2000 Packaging — Requirements for Packaging Recoverable Through Composting and Biodegradation — Test Scheme and Evaluation Criteria for the Final Acceptance of Packaging.
6. ASTM D6400–19 Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities.
7. Rudnik E. Compostable Polymer Materials. — Elsevier, 2008. — 224 p.
8. ГОСТ 33747–2016 «Окс-биоразлагаемая упаковка. Общие технические условия». — Введен 01.03.2017. — М.: Стандартинформ, 2011. — 23 с.
9. Thomas, N.L. et al., 2012. Oxo-degradable plastics: degradation, environmental impact and recycling // Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Waste and Resource Management. — 2012. — V. 17(165). P. 133–140.
10. ИТС 32–2017 Производство полимеров, в том числе биоразлагаемых. М.: Бюро НДТ, — 2017. — 411 с.
11. Старостина В. Ю. Учебное пособие. Основы компостирования и механико-биологической обработки отходов. — И.: ИРГТУ, 2009. — 76 с.
12. ГОСТ Р 55571–2013 «Удобрения органические на основе твердых бытовых отходов. Технические условия». — Введен 01.01.2015. — М.: Стандартинформ, — 2017. — 25 с.
13. Распоряжение № 30-р Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 14.04.2017 «Об установлении нормативов накопления твердых коммунальных отходов на территории Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/energ_kom/documents/npa/7118/ (Дата обращения: 4.05.2020).
14. Бабаев В.Н., Горюх Н. П., Коринько И. В. Энергетический потенциал метанообразования при мезофильном анаэробном разложении органической составляющей отходов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Технологический центр. — 2011. — № 4(6). — С 59–65. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19135530> (Дата обращения: 7.05.2020).
15. Sanchez A., Artola A., Fon, X., Gea T., Barrena R., Gabriel D., Mondini C. Greenhouse Gas from Organic Waste Composting: Emissions and Measurement // Environmental Chemistry Letters — 2015. — V. 13(3). — P. 223–228.

© Кузнецова Ксения Геннадьевна (kseniasova@gmail.com), Молодкина Нелли Ринатовна,

Сергиенко Ольга Ивановна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

MODERN PROBLEMS IN THE SPHERE OF PARASITIC DISEASES

O. Pakhomova

Summary. The article describes the current situation with the prevalence of parasitic diseases. The factors that provoke the growth of rare and partially forgotten diseases in this area are discussed. Suggestions and conclusions are made.

Keywords: parasitic diseases, malaria, tropical countries, infestation, prevention, negligence.

Пахомова Оксана Александровна

Независимый исследователь

oksanagulimova76@mail.ru

Аннотация. В статье описывается современная ситуация с распространенностью паразитарных заболеваний. Обсуждаются факторы, провоцирующие рост редких и отчасти забытых заболеваний данного направления. Делаются предложения и выводы.

Ключевые слова: паразитарные болезни, малярия, тропические страны, инвазированность, профилактика, халатность.

На сегодняшний день паразитарные заболевания остаются одной из самых распространенных причин заболеваний человека в мире. По данным ВОЗ, число пациентов с инфекционными и паразитарными заболеваниями гельминтоз кишечника занимает второе место, а число ежегодно выявляемых новых случаев заболеваний составляет свыше 3,5 миллиардов случаев в год. Четвертое место занимает малярия — более 500 миллионов новых пациентов поступают в учреждения здравоохранения ежегодно. Паразиты, то есть организмы, которые постоянно или временно используют организмы других видов в качестве среды обитания или источника пищи, неизменно являются возбудителями болезней человека, животных и растений. Немногие непаразиты, включая людей, являются хозяевами паразитов. Тем не менее, многие паразиты также служат хозяевами для других паразитов. В связи с этим появились и есть многочисленные паразитарные пирамиды, когда каждый последующий уровень такой пирамиды питается за счет предыдущего уровня. Существование за счет организма — хозяина в настоящее время широко «практикуется» прионами, виридами, вирусами, риккетциями, бактериями, паразитарными грибами, простейшими, паразитическими червями и множеством различных членистоногих. Однако, согласно текущей практике, заболевания, вызванные вирусами, рахитом и бактериями, называются инфекционными. Микозы — это болезни, вызванные патогенными грибами.

Согласно устоявшейся актуальной терминологии, только протоозы, возбуждаемые простейшими одноклеточными патогенными субстанциями относятся к паразитарным болезням. К таковым болезням также относят согласно классификации глистные инвазии — гельминтозы, возбудителями которых являются парази-

тические черви и глисты. Иногда в группе паразитарных заболеваний также включены нозоформы, членистоногие организмы вызывают чесотку, вшивость. По мнению английских биологов, специализирующихся в таких исследованиях в настоящее время свыше 1400 известных патогенов инфекционных и паразитарных заболеваний.

Зарегистрированное число пациентов с паразитарными заболеваниями почти равно числу пациентов со всеми инфекциями без гриппа и ОРЗ. Но статистика вводит в заблуждение. Пациенты с паразитарными болезнями были обследованы с качественной точки зрения хуже, да и вообще реже, чем инфекционные пациенты. Есть несколько причин для этого. Самое главное, что врачи не знакомы с клиникой и диагностикой паразитарных заболеваний. Как правило, диагностика паразитарных заболеваний проводится в нижних лабораториях Роспотребнадзора и лабораториях клинической диагностики.

В настоящее время «популярность» приобретают ввозимые паразитарные заболевания, так называемые тропические заболевания, то есть болезни, которые распространены в странах с тропическим и субтропическим климатом, все более актуальны. В результате расширения международных культурных, научных и экономических отношений, развития международного туризма, обмена студентов и экспертов, в рамках академической мобильности России, такие заболевания, как лихорадка Денге, малярия, филариидоз, шистосомоз, стали более распространенными.

В результате миграции населения и нынешнего массового туризма в страны с широким распространением малярии, это заболевание все еще импортируется

в страны, которые согласно докладу ВОЗ в Копенгагене в 2006 г. объявлены свободными от малярии. Наибольшему риску возобновления передачи малярии подвержены ряд районов, которые граничат с республиками СНГ. Усиливается неблагоприятная ситуация тем аспектом, что между многими странами СНГ существует зачастую неконтролируемая миграция; справки о состоянии здоровья в целом и наличии прививок в частности, разумеется, спрашивается не у всех, кто пересекает границы.

За период 2000–2017 гг. круг стран, из которых осуществлён завоз малярии, расширился. Преобладали заносы из бывших союзных республик, однако, число таких случаев из стран Африки (Ангола, Мозамбик, Камерун, Сенегал, Уганда, Нигерия), Бирмы было также весьма значительным. В двух случаях тропическая малярия закончилась летальным исходом (2004, 2005 гг.).

Регистрация и контроль тропических инфекций не являются обязательными. В то же время увеличивается число случаев труднодиагностируемых заболеваний, в том числе и неблагоприятных исходов, характерных для тропической зоны, и в этих случаях, даже когда возникают сомнения по поводу того или иного заболевания, они не проверяются и остаются неучтенными. Поэтому при посещении не только сугубо проблемных или экзотических государств, но и таких стран, как Турция, Индия, Китай и Вьетнам, мы должны обратить внимание не исключительно на источники и факторы инвазии и пути передачи, а также на химиофилактику малярии. Проблема в том, что предложение существует, а спроса нет, потому что нет диагноза — нет болезни, нет проблемы, нет, как следствие, необходимости в изучении таких заболеваний будущими врачами.

Пациенты с тропическими заболеваниями обращаются к специалистам, которые должны в первую очередь собрать эпиданамнез, учитывая расположение страны приезда и специфики заболеваний на местности и направляя таких пациентов на обследование. Врачи не знают или частично знают о тропических болезнях и не заботятся о профилактике последних и просвещению населения. Еще менее осведомлены и граждане, которые выезжают в коренные страны и порой пренебрегают элементарными правилами профилактики.

В постановке диагноза проблема паразитарных и тропических болезней лежит не научной или лабораторной базы, а в неразвитости законодательной базы для изучения и профилактики заболеваемости людей, уезжавших в тропические страны. Недостаток внимания как у пациентов, так и у врачей приводит к позднему диагностированию больных, ошибочному диагнозу. Немаловажную роль играет провисание в медико-просвети-

тельской деятельности, в конечном результате позднее пациентам оказывается медицинская помощь.

С одной стороны, точно в начале года и пока окончательно не будет взята под контроль мировая, не только российская ситуация с пандемией, силы медицинского персонала явно будут направлены не на профилактику возможных заболеваний, причем любого порядка, в том числе и касающихся данной работы. С другой стороны, как было заявлено выше, предложение, в данном случае, следует читать — возможных пациентов с такими заболеваниями станет меньше. Хотя бы, потому что не многие сейчас в приоритетах указывается отдых, например, в Таиланде, странах Африки, да и той же Турции. Тем более, ни одна из таких стран на момент подготовки работы не заявила о готовности открыть границы с Россией «уже завтра».

Не только туризм и прочие заграничные поездки продолжают отражаться печальной статистикой в графах паразитарных заболеваний.

По данным анализа карт Курганского эпидемиологического обследования определенный вид рыбы вызвал инфекцию описторхозом, более 95% среди всех случаев регистрации такого заболевания по региону. В этом случае не соблюдались правила, применимые к переработке обычной рыбы и статданные показывают важность информирования жителей региона и профилактике. Есть предположение, что чаще всего, по «региональным традициям» рыбу вылавливают рыбаки — любители и пренебрегают какими либо мерами профилактики.

Дирофиляриоз — инфекционные паразитарные черви, вызываемые паразитированием сырых нематод *Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis*. Источником дирофиляриоза для человека являются в основном собаки, реже кошки. Следует отметить, что проблема дирофиляриоза актуальна в Рязани и Рязанской областях, поскольку половина из регистрируемых случаев приходится на местных жителей.

В структуре паразитозов доля биогазуминозов составляет 20%. Этот показатель колеблется от 0% (Брянская область, Владимирская) до 70% (Республика Саха (Якутия), Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский (Югорский Автономный Округ). В Российской Федерации зарегистрировано 18 нозологий.

Регулярная регистрация случаев трихинеллеза, который мог быть приобретен в случаях неправильной обработки свинины, регистрируются в регионах: Алтайский край, Краснодар, Красноярск, Приморский, Хабаровский, Республика Бурятия, Амурская, Иркутская, Новосибирская Области, Еврейская автономная область [1].

Три вышеприведенных абзаца о «сводках о боях с паразитными болезнями» со всех фронтов страны показывают, что неблагоприятная ситуация с паразитными болезнями имеет место быть практически в каждом регионе страны.

Необходимо оптимизировать новые методы обеззараживания объектов окружающей среды, такие как факторы передачи паразитов.

К сожалению, совершенно забыты рассуждения светила нашей науки и медицины, советского академика Скрябина, что паразитарные заболевания могут быть индикатором уровня культуры и здоровья в стране. Отсутствие нынешней политической воли в России делает нас неподготовленными как к старым, так и к новым вызовам опасных инфекционных и паразитарных заболеваний.

По этой причине страны СНГ уже испытали возвращение к эпидемиям малярии в конце 20-го и начале 21-

го века. Высокая частота инфекционных и паразитарных заболеваний должна помочь увеличить бдительность врачей в отношении развития новых эпидемий.

Для решения вышеуказанных задач необходимо повысить качество противоэпидемической (профилактической) работы по борьбе с паразитарными заболеваниями и гарантировать снижение риска инфицирования населения паразитарными заболеваниями в сфере санитарного благополучия населения Российской Федерации.

Учитывая высокие показатели инвазированности детей и молодежи, укрепление здоровья у подрастающего поколения, безусловно, будет одной из важнейших задач в любом учебном заведении, так как молодые специалисты не только служат резервом для работы в различных отраслях народного хозяйства после окончания вуза, но и являются важной составляющей интеллектуального потенциала нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные аспекты паразитарных заболеваний в современный период: тезисы докладов Всероссийской конференции (25–26 сентября 2013 г., Тюмень). Тюмень, 2013.
2. Гузеева Т.М., Сергиев В. П. Состояние диагностики паразитарных заболеваний в Российской Федерации // Мед. паразитол. — 2011. — № 4.
3. Сергиев В.П., Баранова А. М., Ганушкина Л. А., Рабинович С. А. Корифеи отечественной паразитологии // Мед. паразитол. — 2013. — № 2.
4. Современные проблемы в сфере паразитарных болезней и их терапии [электронный ресурс] <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-problemy-v-sfere-parazitarnyh-bolezney-i-ih-terapii>
5. Актуальные проблемы паразитарных заболеваний [электронный ресурс] <https://health-kz.com/2014/01/10/aktualnyie-problemyi-parazitarnyih-zabolevaniy/>
6. Проблема профилактики паразитов в современных условиях [электронный ресурс] http://gastroline.com.ua/publ/dlja_kolleg/problema_profilaktiki_parazitov_v_sovremennykh_usloviyakh/14-1-0-60
7. Цикл развития. Статьи про инвазионные заболевания [электронный ресурс] <https://reamedica.ru/dermatologiya/cikl-razvitiya-invazionnoi-stadii-dlya-cheloveka-yavlyayutsya-metaciklicheskie/>

© Пахомова Оксана Александровна (oksanagulimova76@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СУТОЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БУРЫХ МЕДВЕДЕЙ (*URSUS ARCTOS*) НА СРЕДНЕМ СИХОТЭ-АЛИНЕ

Серёдкин Иван Владимирович

К.б.н., в.н.с., Тихоокеанский институт географии ДВО
РАН (Владивосток)
seryodkinivan@inbox.ru

DAILY MOVEMENTS OF BROWN BEARS (*URSUS ARCTOS*) IN THE MIDDLE SIKHOTE-ALIN

I. Seryodkin

Summary. The daily movements of 12 adult males, seven adult females, and one young male of brown bears (*Ursus arctos*) were assessed using radio- and GPS telemetry in the Middle Sikhote Alin in 1993–2011. The average daily linear distance of adult males was 3.13 km, adult females — 1.65 km, and young male — 2.12 km. The daily distance of males was significantly greater than that of females. In females, the rate of daily movements was more in summer than in spring and autumn. Two types of movements were distinguished: insignificant with feeding and transitions up to 19 km per day. Significant movements of bears were more typical for males, were observed in all seasons, and were associated with feeding behavior.

Keywords: daily linear distance, radiocollars, Sikhote-Alin Reserve, space use, telemetry.

Аннотация. Суточные перемещения 12 взрослых самцов, семи взрослых самок и одного молодого самца бурых медведей (*Ursus arctos*) оценивали с помощью радио- и GPS-телеметрии на Среднем Сихотэ-Алине в 1993–2011 гг. Среднее линейное суточное смещение взрослых самцов составило 3,13 км, взрослых самок — 1,65 км и молодого самца — 2,12 км. Суточные смещения самцов оказались достоверно больше, чем у самок. У самок показатель суточных перемещений был больше летом по сравнению с весной и осенью. Выделялись два типа перемещений: незначительные с кормлением и переходы протяженностью до 19 км за сутки. Значительные перемещения медведей были более характерны для самцов, наблюдались во все сезоны и были связаны с пищевым поведением.

Ключевые слова: использование пространства, радиоошейники, Сихотэ-Алинский заповедник, суточное смещение, телеметрия.

Введение

Бурый медведь (*Ursus arctos*) на Дальнем Востоке России играет заметную роль в экосистемах и имеет большое практическое значение для человека (Ревенко, 1993; Юдин, 1993; Серёдкин, 2007). Он является ценным охотничьим видом, нуждающимся в грамотном управлении его ресурсами. Для управления популяцией бурого медведя большое значение имеет знание экологии этого животного в разных частях ареала.

Одной из важнейших экологических характеристик популяции является использование пространства, в том числе перемещения животных (Dahle, Swenson, 2003; Rigg, 2005; Popescu et al., 2017). Интенсивное антропогенное освоение местообитаний медведей ведет к преобразованию условий их существования, что влечет за собой изменение перемещений животных (Smith, 2002; Fortin et al., 2016; Skuban et al., 2016). Метод телеметрии позволяет оценить этот малоизученный аспект экологии бурого медведя.

Перемещения бурых медведей на Дальнем Востоке России изучены недостаточно, так как программ, применяющих методы радиотелеметрии и спутникового

слежения животных, было относительно не много (Серёдкин, 2014). Ранее суточные перемещения медведей изучали на п-ове Камчатка и о-ве Сахалин (Серёдкин и др., 2019; Серёдкин, 2020). Информация по данному вопросу для Сихотэ-Алиня публиковалась ранее только частично (Серёдкин и др., 2014), в настоящем сообщении она дополнена и выполнена на большем количестве меченых особей.

Целью данной работы являлось изучение суточных перемещений бурых медведей на Среднем Сихотэ-Алине. Исследование включало оценку протяженности и характеристику суточных перемещений медведей в течение года и отдельно по сезонам.

Материал и методы

Исследования проводили в 1993–2011 гг. на Среднем Сихотэ-Алине (в Сихотэ-Алинском заповеднике и в его окрестностях) на территории Приморского края

Сихотэ-Алинь является горной системой со средней высотой гор в районе исследования 600–800 м над уровнем моря (Ветренников, 1976). Благодаря ярко выраженному разнообразию климатических, высот-

Таблица 1. Характеристика меченых бурых медведей и данные наблюдения за ними на Сихотэ-Алине

Номер медве-дя	Пол	Возраст во время от-лова, год	Масса, кг	Дата отлова	Дата окончания наблюдения	Число су-точных смещений
1	Самец	9	240	05.07.1993	27.07.1995	8
2	Самец	11	305	19.07.1993	15.09.1994	3
3	Самец	3	143	03.09.1993	10.09.1994	58
4	Самец	12	268	10.09.1993	10.06.1995	46
5	Самец	16	363	19.05.1994	06.05.1995	9
6	Самец	8	220	31.05.1994	25.05.1995	9
7	Самка	7	138	04.06.1994	09.07.1997	14
8	Самка	9	161	13.06.1996	06.11.1999	5
9	Самка	4	95	29.05.1997	26.11.1998	19
10	Самка	15–17	74	14.09.1999	28.09.1999	1
11	Самка	8	141	17.09.1999	15.08.2001	10
12	Самка	15–17	187	21.10.1999	16.06.2000	4
13	Самец	8	204	23.10.1999	27.10.2001	2
14	Самка	9	215	31.10.1999	28.08.2000	37
15	Самец	8	204	31.10.1999	15.05.2001	28
16	Самец	13	256	19.05.2000	12.04.2002	7
17	Самец	16–17	275	14.06.2000	03.08.2000	5
18	Самец	11–14	315	18.05.2001	03.04.2002	3
19	Самец	8–10	235	23.09.2011	26.10.2011	9
20	Самец	6–7	180	12.10.2011	18.11.2011	26

ных и почвенных условий, а также своему положению на стыке различных биогеографических районов Азии, Сихотэ-Алинь характеризуется одним из наиболее высоких в России биологическим разнообразием видов и природных сообществ. В горах преобладают кедрово-широколиственные и темнохвойные леса, а на побережье моря — широколиственные леса. Главными лесообразователями являются сосна корейская (*Pinus koraiensis*), ель аянская (*Picea ajanensis*), пихта почкочешуйная (*Abies nephrolepis*), лиственница даурская (*Larix dahurica*), ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica*) и дуб монгольский (*Quercus mongolica*).

Животных с целью мечения отлавливали лапозахватывающими ловушками Олдрича на лесных тропах и с использованием приманки. Данный способ отлова медведей распространен в мире (Jonkel, 1993) и успешно применялся в России (Серёдкин и др., 2005).

Медведей обездвигивали при помощи дистанционного инъектора Telinject (Германия). Для анестезии применяли золетил (Zoletil, Virbac, Франция; 50% тилетамина гидрохлорид и 50% золазепам гидрохлорид) в рекомендуемых дозах (Kreeger, 1996).

Медведей № 1–18 (табл. 1) оснастили УКВ-радиоошейниками моделей MOD-400 и MOD-500 (Telonics, Меса, Аризона, США), а № 19 и 20 — радиомаяками «Пульсар» (ЗАО «ЭС-ПАС», Москва, Россия), закрепленными на ошейниках.

Радиослежение медведей с УКВ-радиоошейниками осуществляли при помощи принимающего устройства, настраиваемого на индивидуальные частоты радиопередатчиков. Принимающее устройство состояло из радиоприемника системы TR-2 (Telonics, Меса, Аризона, США) и переносных направленных антенн. Определение местонахождений медведей посредством радиотелеметрии осуществляли с воздуха с использованием вертолетов Ми-2, Ми-8 и самолета Ан-2 и с земли при помощи триангуляции. В воздухе радиосигнал улавливали с расстояния до 40 км, с земли — до 10 км. Спутниковый ошейник «Пульсар» содержит встроенный приемник GPS, определяющий местонахождение меченого животного, и радиопередатчик, посылающий информацию с географическими координатами на спутники системы Argos. Со спутников информация с локациями животного передается на наземные станции и затем исследователю (Рожднов, Сальман, 2010; Seryodkin et al., 2014).

Таблица 2. Суточные смещения бурого медведя на Сихотэ-Алине по сезонам

Пол, возраст	Число замеров	Среднее смещение за сутки, км	SD (стандартное отклонение), км	Максимальное значение, км
весна				
Самцы, взрослые	10	3,38	4,58	15,21
Самки, взрослые	21	0,90	0,66	3,23
лето				
Самцы, взрослые	78	3,14	3,18	19,22
Самец, молодой	54	2,05	1,50	5,94
Самки, взрослые	55	2,21	1,98	10,98
осень				
Самцы, взрослые	67	3,07	3,01	17,47
Самки, взрослые	14	0,58	0,60	2,00

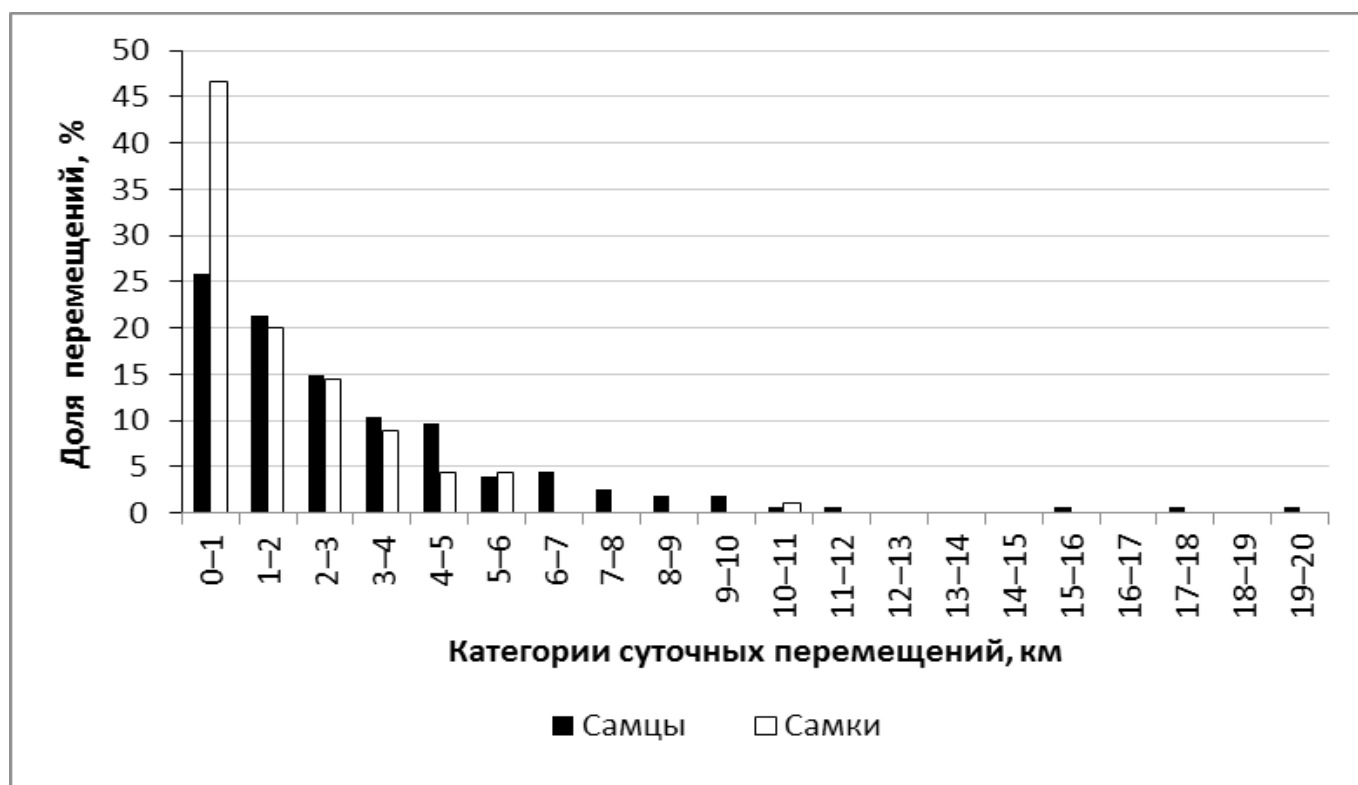


Рис. 1. Распределение суточных перемещений взрослых бурых медведей на Сихотэ-Алине по категориям их протяженности

В качестве характеристики суточных перемещений использовали суточное смещение — расстояние между локациями медведя, временной интервал между которыми составлял около суток (20–28 ч). Данные, полученные методом телеметрии, не точно отражают пройденное животными расстояние, так как не регистрируют

весь путь, а оценивают дистанцию между двумя точками пеленгации. Суточные смещения меньше фактических расстояний, пройденных животными, тем не менее полученные данные позволяют оценить интенсивность перемещений медведей и закономерности использования пространства животными.

В снежный период (апрель) для выяснения характера суточных перемещений животных и их связи с определенными типами поведения, производили тропления медведей. По следам бурых медведей пройдено 55 км.

Для сравнения выборок с показателями суточных перемещений медведей было обосновано применение непараметрического статистического критерия. Критерий Шапиро — Уилка ($p < 0,05$) и построение гистограмм не показали нормального распределения выборок, а критерий Бартлетта ($p < 0,05$) не выявил равенство их дисперсий. Сравнение выборок, требующих парного сравнения, провели U-критерием Манна — Уитни. Различия в длине суточных смещений медведей для трех сезонов выявили критерием Крускала — Уоллиса ($p < 0,05$), а дальнейшее попарное сравнение выполнили U-критерием Манна — Уитни с поправкой Бонферрони.

Расчеты статистических критериев проведены в программе R (ver. 3.5.2).

Сезоны (весна, лето, осень) выделены в соответствии с их обычными календарными сроками.

За весь период исследований была собрана информация по 303 суточным смещениям: 155—12 взрослых самцов, 90 — семи взрослых самок и 58 — молодого самца в возрасте 3—4 лет (табл. 1). Возраст животных определяли по числу линий прироста в зубном цементе передних премоляров, не несущих функциональную нагрузку (Клевезаль, 1988), а также по состоянию зубов и степени их истертости.

Результаты

Среднее суточное смещение для взрослых самцов составило 3,13 км ($SD = 3,19$ км) при разбросе значений от 0 до 19,22 км. Молодой самец за сутки смещался на расстояние от 0,07 до 5,94 км, в среднем на 2,12 км ($SD = 1,57$ км). У самок данный показатель составил 1,65 км ($SD = 1,75$ км), при максимуме 10,98 км. Между суточными перемещениями взрослых самцов и самок выявлены достоверные отличия ($p < 0,001$). Также достоверно отличались перемещения взрослых самцов с таковыми молодого самца ($p < 0,05$).

Суточные перемещения взрослых самок были больше летом по сравнению с другими сезонами (табл. 2). Достоверные межсезонные отличия в длине суточных смещений среди половозрастных групп ($p < 0,05$) были выявлены у самок (весна—лето весна—осень и лето—осень). Осенью суточные перемещения самцов были достоверно больше, чем у самок ($p < 0,001$).

Взрослые самцы, как и самки, за сутки чаще всего смещались на дистанцию не более 1 км, но в первой группе доля таких перемещений была 25,81%, тогда как во второй — значительно больше — 46,67% (рис. 1). Более протяженные суточные смещения (от 6 до 11 км) составили у самцов 14,19%, тогда как у самок — только 1,1%.

Незначительные суточные перемещения у наблюдавшихся медведей чередовались с дальними переходами (рис. 1). Так, самец № 19 15 октября 2011 г за сутки сместился на 17,47 км, при этом он пересек главный водораздельный хребет данного региона — Сихотэ-Алинь. Кроме того, дальние переходы медведи совершали весной (например, самец № 4 в мае, 15,21 км) и летом (например, самец № 6 в августе, 19,22 км и самка № 14 в июне, 10,98 км).

Как показали тропления, существует два типа суточных перемещений. Для первого типа характерны незначительные переходы, обычно до 4 км в день. Такие перемещения характеризуются высоким коэффициентом извилистости пути и сопровождаются кормлением. Другой тип — целенаправленные переходы в определенном заданном направлении, без остановок на кормление.

Обсуждение

Среднегодовые суточные перемещения бурого медведя на Сихотэ-Алине по протяженности сопоставимы с таковыми в Европе (Huber, Roth, 1993; Pop et al., 2018). На Дальнем Востоке подобные исследования ранее проведены только по нескольким самкам на Восточной Камчатке и Восточном Сахалине, где суточные смещения составили 1,81 и 0,97 км соответственно.

Отмеченные нами существенные межсезонные различия в длине суточных перемещений бурых медведей характерны и для других регионов (Жиряков, Грачев, 1993; Завацкий, 1993; Clevenger et al., 1990; Серёдкин, 2020). Большая активность медведей летом (во время гона) по сравнению с осенью отмечалась, например, в Испании (Clevenger et al., 1990). В Якутии бурый медведь, оснащенный спутниковым радиомаяком, в июне проходил в сутки до 28 км (Николаев и др., 2012).

Протяженность суточных переходов часто связана с пищедобывательным поведением. Самцы № 19 и 20 во время всего слежения за ними (табл. 1) обитали в зоне кедрово-широколиственных лесов. В этот период они интенсивно кормились орехами кедровой сосны, накапливая жировые запасы для переживания зимнего периода. Незначительные суточные перемещения у этих медведей чередовались с дальними переходами. Первые были связаны с интенсивным кормлением орехами,

а вторые — с переходами из одного речного бассейна в другой.

Значительные дневные переходы (до 20–35 км) медведи совершают в пред- и постберложный периоды (Завацкий, 1987, 1993; Жиряков, Грачев, 1993; Юдин, 1993). По свидетельству Юдина (1993) бурые медведи на юге Дальнего Востока в голодные годы в течение суток могут совершать переходы более чем на 50 км.

Длина суточного хода бурого медведя, не ложившегося в берлогу зимой, по пяти замерам, выполненным

Костоглодом (1979) в Сихотэ-Алинском заповеднике колебалась от 2 до 13 км. Отдельные участки дневного наследа (не вытропленные полностью) достигали 17, 19 и даже 32 км.

Заключение

Благодаря использованию телеметрии удалось оценить суточные перемещения самцов и самок бурого медведя на Среднем Сихотэ-Алине. Исследование расширило знание экологии бурого медведя на Дальнем Востоке России, что важно для управления его популяциями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветренников В. В. Геологическое строение Сихотэ-Алинского заповедника и Центрального Сихотэ-Алиня. — Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1976. — 167 с.
2. Жиряков В. А., Грачев Ю. А. Бурый медведь. Центральная Азия и Казахстан // Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь. — М.: Наука, 1993. — С. 170–206.
3. Завацкий Б. П. Сроки залегания медведя в берлоги и их типы в енисейской тайге // Экология медведей. — Новосибирск: Наука, 1987. — С. 84–91.
4. Завацкий Б. П. Бурый медведь. Средняя Сибирь // Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь. — М.: Наука, 1993. — С. 294–275.
5. Клевезаль Г. А. Регистрирующие структуры млекопитающих в зоологических исследованиях. — М.: Наука, 1988. — 288 с.
6. Костоглод В. Е. Сравнительная экология бурого и белогрудого медведей на Среднем Сихотэ-Алине и влияние на них режима заповедности. Годовой отчет за 1978 г. — Терней: Сихотэ-Алинский государственный заповедник, 1979. — 20 с.
7. Николаев Е. А., Охлопков И. М., Кириллин Р. А., Мамаев Н. В. Наблюдения за перемещениями бурого медведя (*Ursus arctos*), меченного спутниковым радиомаяком, в Западной Якутии // Актуальные проблемы современной териологии: Тезисы докладов. — Новосибирск: ОО «Сибрегион Инфо», 2012. — С. 157.
8. Ревенко И. А. Бурый медведь. Камчатка // Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь. — М.: Наука, 1993. — С. 380–403.
9. Рожнов В. В., Сальман А. Л. Использование спутниковой системы Argos для наблюдения за животными на территории России // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. — 2010. — № 7. — С. 42–47.
10. Серёдкин И. В. Роль бурого медведя в экосистемах Дальнего Востока России // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Материалы IV Международной научной конференции. — Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2007. — С. 502–503.
11. Серёдкин И. В. Применение радиотелеметрии и спутникового слежения для изучения использования территории дикими животными на Дальнем Востоке России // Ареалы, миграции и другие перемещения диких животных. — Владивосток: ОО «Рея», 2014. — С. 292–299.
12. Серёдкин И. В. Суточные перемещения бурых медведей *Ursus arctos* на Камчатке и Сахалине // Вестник Томского государственного университета. Биология. — 2020. — № 49. — С. 107–127.
13. Серёдкин И. В., Костыря А. В., Гудрич Д. М. Суточные и сезонные перемещения бурого медведя на Сихотэ-Алине // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». — 2014. — № 4. — С. 233–240.
14. Серёдкин И. В., Костыря А. В., Гудрич Д. М., Шляер Б. О., Микелл Д. Г., Керли Л. Л., Квигли К. С., Квигли Х. Б. Отлов и иммобилизация гималайских и бурых медведей с целью радиомечения // Зоологический журнал. — 2005. — Т. 84, № 12. — С. 1508–1515.
15. Серёдкин И. В., Ликок В. Б., Пачковский Д., Петруненко Ю. К. Сезонные участки обитания и перемещения бурых медведей *Ursus arctos* в бассейне Курильского озера (Южная Камчатка) // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. — 2019. — № 3. — С. 80–90.
16. Юдин В. Г. Бурый медведь. Юг Дальнего Востока // Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь. — М.: Наука, 1993. — С. 348–380.
17. Clevenger A. P., Purroy F. J., Pelton M. R. Movement and activity patterns of a European brown bear in the Cantabrian Mountains, Spain // International Conference on Bear Research and Management. — 1990. — Vol. 8. — P. 205–211.
18. Dahle B., Swenson J. E. Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*): effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type // Journal of Zoology. — 2003. — Vol. 260. — P. 329–335.
19. Fortin J. K., Rode K. D., Hilderbrand G. V., Wilder J., Farley S., Jorgensen C., Marcot B. G. Impacts of human recreation on brown bears (*Ursus arctos*): A review and new management tool // PLoS One. — 2016. — Vol. 11(1). — e0141983.
20. Huber D., Roth H. U. Movements of European brown bears in Croatia // Acta Theriologica. — 1993. — Vol. 38, № 2. — P. 151–159.
21. Jonkel J. J. A manual for handling bears for managers and researchers. — Bozeman, MT: Interagency Grizzly Bear Study Team, Montana State University, 1993. — 175 p.
22. Kreeger T. J. Handbook of wildlife chemical immobilization. — Wyoming: International Wildlife Veterinary Sciences, Inc. Laramie, 1996. — 342 p.
23. Pop I. M., Bereczky L., Chiriac S., Iosif R., Nita A., Popescu V. D., Rozyłowicz L. Movement ecology of brown bears (*Ursus arctos*) in the Romanian Eastern Carpathians // Nature Conservation. — 2018. — Vol. 26. — P. 15–31.

24. Popescu V.D., Iosif R., Pop M. I., Chiriac S., Bourouş G., Furnas B. J. Integrating sign surveys and telemetry data for estimating brown bear (*Ursus arctos*) density in the Romanian Carpathians // Ecology and Evolution. — 2017. — Vol. 7(18). — P. 7134–7144.
25. Rigg R. A review of studies on brown bear (*Ursus arctos*) ecology in relation to home range, habitat selection, activity patterns, social organization, life histories and population dynamics // Oecologia Montana. — 2005. — Vol. 14. — P. 47–59.
26. Seryodkin I.V., Zaitsev V. A., Petrunenko Y. K. Pulsar satellite radio beacon application experience in the telemetry of brown bear (*Ursus arctos* L.) // Achievements in the Life Sciences. — 2014. — Vol. 8(1). — P. 43–46.
27. Skuban M., Findo S., Kajba M. Human impacts on bear feeding habits and habitat selection in the Poľana Mountains, Slovakia // European Journal of Wildlife Research. — 2016. — Vol. 62(3). — P. 353–364.
28. Smith T. S. Effects of human activity on brown bear use of the Kulik River, Alaska // Ursus. — 2002. — Vol. 13. — P. 257–267.

© Серёдкин Иван Владимирович (seryodkinivan@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ПОЛУЧЕНИЕ ГАЛОФИЛЬНОЙ SS-N-АЦЕТИЛГЛЮКОЗАМИНИДАЗЫ АРХЕИ HALOMICROBIUM SP. LC1HM¹

1. RECOMBINANT EXPRESSION OF THE HALOPHILIC SS-N-ACETYLGLUCOSAMINIDASE OF ARCHAEON HALOMICROBIUM SP. LC1HM

M. Shevchenko
V. Lisun
V. Skripkaya
M. Yakimov

Summary. Halophilic glycosyl hydrolases capable of degrading complex insoluble natural polysaccharides to soluble oligo- and monomers at high salinity are of great interest from the point of view of fundamental and applied science. Thanks to the screening of various highly saline habitats, many halophilic strains producing various extracellular hydrolases have been found. However, the main problem with using these enzymes is the difficulty in obtaining them. In this work, for the first time, archaeal extracellular glycosyl hydrolase of the GH20 family was successfully expressed using the *Haloferax volcanii* expression system.

Keywords: halophiles, halophilic glycoside hydrolases, cloning, shuttle vector, *Haloferax volcanii*.

Шевченко Маргарита Андреевна

Аспирант, Балтийский федеральный университет
им. И. Канта, Калининград
lionsorciere@gmail.com

Лисун Валерий Валерьевич

Балтийский федеральный университет
им. И. Канта, Калининград
lisun.valer@yandex.ru

Скрипская Виктория Валерьевна

Балтийский федеральный университет
им. И. Канта, Калининград
visknot@gmail.com

Якимов Михаил Михайлович

PhD, директор, Институт прибрежных морских
экосистем, Мессина, Италия
michailyakimov@iamc.cnr.it

Аннотация. Галофильные гликозил-гидролазы, способные к деградации сложных нерастворимых природных полисахаридов до растворимых олиго- и мономеров при повышенной солености, представляют высокий интерес с точки зрения фундаментальной и прикладной науки. Благодаря скринингу различных высокосолёных местообитаний найдено множество галофильных штаммов, продуцирующих различные внеклеточные гидролазы, однако главной проблемой использования данных ферментов, является сложность их получения. В данной работе впервые была успешно экспрессирована архейная внеклеточная гликозил-гидролаза класса GH20 с использованием системы экспрессии *Haloferax volcanii*.

Ключевые слова: галофилы, галофильные гликозид-гидролазы, клонирование, челночный вектор, *Haloferax volcanii*.

Введение

На сегодняшний день галофилы, населяющие местообитания с высоким уровнем солености остаются самыми мало изученными, но очень привлекательными с точки зрения биотехнологии экстремофильными микроорганизмами [15]. Их использование варьируется от получения осмопротекторов, различных биополимеров и каротиноидов, до биоремедиации окружающей среды [10, 17]. Однако наибольший интерес представляют галофильные ферменты, в том числе гликозил-гидролазы, способные к деградации

сложных нерастворимых природных полисахаридов, таких как хитин и целлюлоза, до растворимых олиго- и мономеров при повышенной солености [9, 13].

Галотолерантность/галофильность ферментов позволяет использовать более эффективные пути переработки полисахаридов, в том числе создает возможность для применения ионных жидкостей, которые осуществляют первичную декристаллизацию нерастворимых полисахаридов гораздо эффективнее щелочей [18]. Кроме того, экстремальные условия функционирования галофильных ферментов снижают риск нежелательной микроб-

¹ Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант № 18–34–00802)

ной контаминации при проведении биотехнологических процессов. Таким образом, галофильность ферментов может быть использована везде, где ферментативные превращения должны идти в присутствии органических растворителей и экстремумов содержания соли [4,7,16].

В последние несколько лет было реализовано большое число различных проектов по исследованию разнообразия галофильных микроорганизмов-гидролитиков [3]. Так, благодаря скринингу соленых озер и других местообитаний найдено множество галофильных штаммов, продуцирующих различные внеклеточные гидролазы, однако главной проблемой использования данных ферментов, является сложность их получения [11].

Использование в промышленных процессах непосредственно микроорганизмов-продуцентов в качестве биореакторов не представляется возможным в связи со сложностью процесса культивирования, более того, многие потенциальные продуценты ферментов не культивируются вовсе. Современные технологии позволяют получать подобные ферменты путем клонирования и экспрессии рекомбинантных белков в гетерологичной системе *E. Coli* [5, 14]. Однако, в большинстве случаев, проявляющие высокую активность в условиях повышенной ионной силы ферменты, относящиеся к редким семействам и представляющие наибольший интерес с точки зрения биотехнологии, не экспрессируются в классических мезофильных организмах.

Это связано с неправильным фолдингом фермента, в результате чего он теряет свою активность. В случае внеклеточных ферментов, данный факт объясняется также необходимостью осуществления протеолитических пост-трансляционных модификаций для транспорта фермента через мембрану [2]. Данные модификации, как правило, возможны только в клетках хозяина, либо родственного организма.

Наиболее трудозатратными являются исследования в области получения архейных ферментов. Это объясняется использованием ограниченного числа генетических инструментов на основе архей, так как представители данного домена проявляют высокую устойчивость к элементарным генетическим манипуляциям [1]. Данный и вышеописанные факты обуславливают необходимость поиска и разработки новых систем экспрессии. В настоящей работе была предпринята попытка экспрессии галоархейной внеклеточной гликозил-гидролазы в архее семейства *Halobacteriaceae*.

Материалы и методы

Объектом исследования стала предполагаемая внеклеточная гликозил-гидролаза семейства GH20

Hmb_0796, аннотируемая в геноме новой галоархеи *Halomicrobium sp.* LC1Hm [8] как β -N-ацетилглюкозаминидаза (EC3.2.1.52).

Для исследования была выбрана система гиперэкспрессии и очистки галофильных белков на основе археи *Haloferax volcanii*. Данный микроорганизм имеет простые требования к росту (аэробные условия, оптимальная температура 45 °C) и легко культивируется в лаборатории. Кроме того, он чрезвычайно устойчив к контаминации, что является значительным преимуществом, поскольку значительно снижает требования по стерильности для роста.

В качестве экспрессионного был выбран челночный плазмидный вектор pTA 1392, способный реплицироваться как в клетках *E. coli*, что необходимо для эффективной наработки достаточных количеств рекомбинантной ДНК, так и в клетках *Haloferax volcanii*, что, в свою очередь, обеспечивает экспрессию активного фермента. Кроме того, важной особенностью данного вектора является возможность присоединения стрептавидин-связывающего пептида (SBP-tag) на C-конце рекомбинантного белка, так как высокое содержание гистидина в белках галофильных микроорганизмов усложняет процесс классического выделения с помощью His6-тага путем металлафинной хроматографии.

Подбор праймеров для амплификации генов, кодирующих гликозил-гидролазы, проводился с помощью программы CLC Genomics Workbench (QIAGEN, США) с добавлением сайтов рестрикции (NdeI и NheI) на 5' и 3' концы кодирующей последовательности для клонирования в вектор pTA 1392. Амплификация генов-кандидатов осуществлялась с помощью набора реактивов Encyclo Plus PCR kit (Евроген, Россия). Выбор данной полимеразы обусловлен возможностью клонирования продуктов ПЦР в TA-векторы за счет выступающих на концах амплифицированных фрагментов ДНК дезоксиаденозиновых остатков. Продукты реакции были очищены с помощью набора Cleanup Mini (Евроген, Россия) и клонированы в промежуточный вектор pAL2-T (Евроген, Россия). Скрининг трансформированных колоний *E. coli* DH5alpha производился с помощью комбинированных пар праймеров (прямой M13 и обратный праймер, использованный для амплификации гена-кандидата), что позволило исключить клоны с неправильно ориентированной последовательностью гена.

На следующем этапе исследования, полученные путем рестрикции рекомбинантного вектора pAL2-T последовательности, были переклонированы в челночный вектор pTA 1392. Очистка плазмид проводилась с исполь-

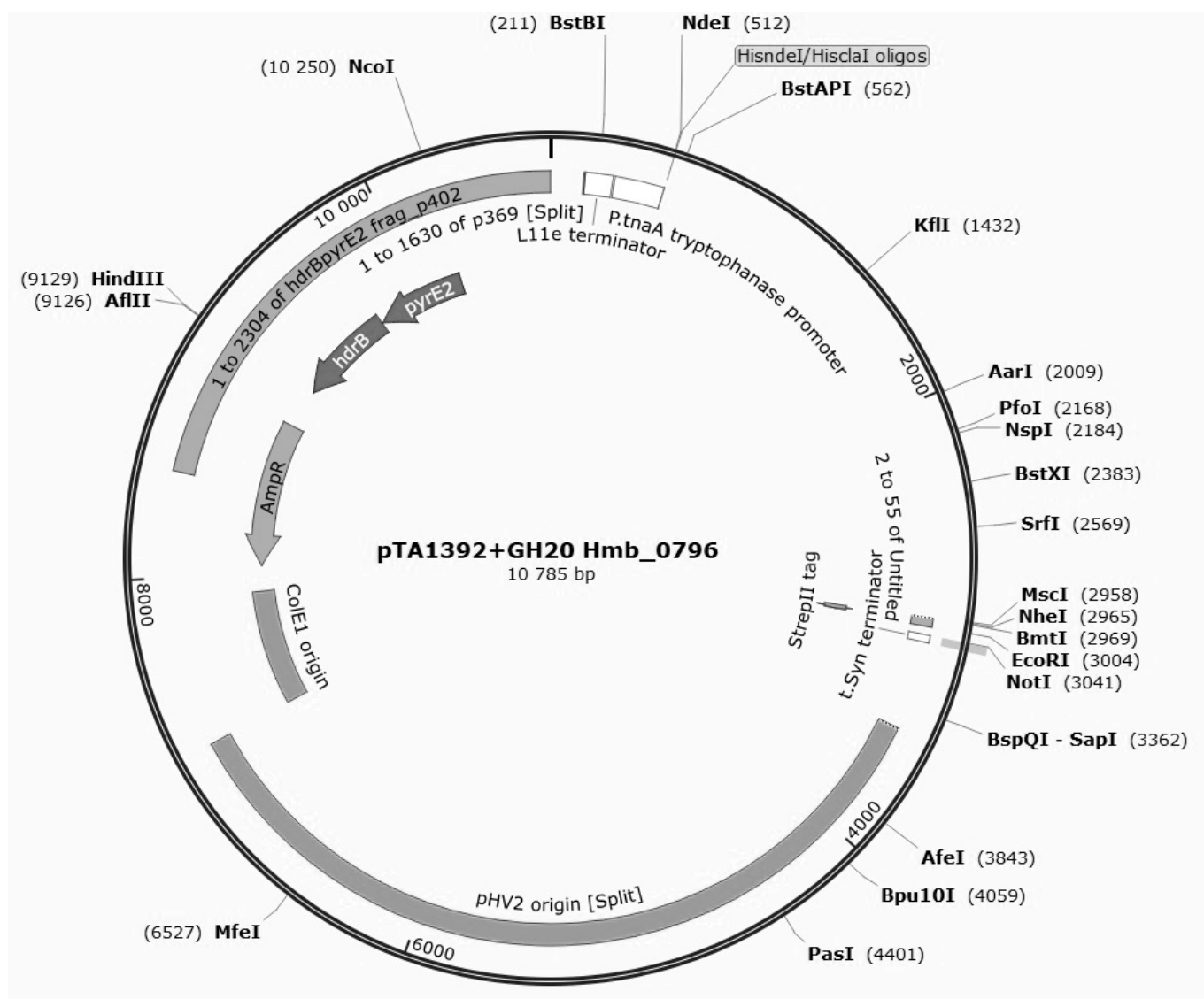


Рис. 1. Конструкция рекомбинантного вектора рТА 1392+GH20 Hmb_0796

зованием набора Plasmid Miniprep (Евроген, Россия). PEG 600-опосредованная трансформация *Haloferax volcanii* и триптофан-зависимая экспрессия рекомбинантных ферментов были осуществлены по протоколам Thorsten Allers Laboratory [1]. Оценка эффективности экспрессии внеклеточных ферментов проводилась методом диффузии концентрированного супернатанта в агаризованную питательную среду HV-YPC с добавлением аморфного хитина [12] и хитодекстринов длиной 2–6 остатков N-ацетилглюкозамина.

Результаты и обсуждение

Фермент β -N-ацетилглюкозаминидаза семейства GH20 (EC 3.2.1.52), аннотируемый в геноме галоархеи *Halomicrobium sp.* LC1Hm [8], представляет собой экзо-

хитодекстриназу, которая осуществляет гидролиз низкомолекулярных хитодекстринов до N-ацетилглюкозамина (GlcNAc). Данный фермент является внеклеточным и содержит N-концевой сигнал секреции Tat, хитин-связывающий домен ChtBD3 и PKD домен.

Культура *Haloferax volcanii* была успешно трансформирована рекомбинантным вектором рТА 1392+GH20 Hmb_0796 (Рис. 1.).

Подтверждением активности экспрессированного фермента явилась выраженная зона гидролиза (обесцвечивания мутной питательной среды) вокруг лунки с концентрированным супернатантом. Проверка активности на питательной среде HV-YPC с добавлением аморфного хитина дала отрицательный результат.

В ходе данного исследования впервые была успешно экспрессирована ахрейная внеклеточная гликозил-гидролаза класса GH20 с использованием системы экспрессии *Haloferax volcanii*. До настоящего момента данная система использовалась только для получения внутриклеточных галофильных ферментов [6]. На сегод-

няшний день известны примеры получения галофильной хитиназы, выделенной из морской археи *Halobacterium salinarum* [5] и первой кренархейной галофильной хитиназы микроорганизма *Sulfolobus tokodaii* [14], однако их экспрессия осуществлялась в гетерологичной системе *E. Coli*.

ЛИТЕРАТУРА

- Allers, T. Improved strains and plasmid vectors for conditional overexpression of His-tagged proteins in *Haloferax volcanii* / Allers, T., Barak, S., Liddell, S., Wardell, K., & Mevarech, M. // *Applied and environmental microbiology*. — 2010. — Vol. 76(6). — P. 1759–1769.
- DasSarma, S. Halophiles and their enzymes: negativity put to good use / DasSarma, S., and DasSarma, P. // *Current opinion in microbiology*. — 2015. — Vol. 25. — P. 120–126.
- De Lourdes Moreno, M. Halophilic bacteria as a source of novel hydrolytic enzymes / De Lourdes Moreno, M., Pérez, D., García, M. T., and Mellado, E. // *Life*. — 2013. — Vol. 3(1). — P. 38–51.
- Garg, R. Biochemical and structural characterization of a novel halotolerant cellulase from soil metagenome / Garg, R., Srivastava, R., Brahma, V., Verma, L., Karthikeyan, S., and Sahni, G. // *Scientific reports*. — 2016. — Vol. 6. — P. 39634.
- García-Fraga, B. Functional expression and characterization of a chitinase from the marine archaeon *Halobacterium salinarum* CECT 395 in *Escherichia coli* / García-Fraga, B., Da Silva, A. F., López-Seijas, J., & Sieiro, C. // *Applied microbiology and biotechnology*. — 2014. — Vol. 98(5). — P. 2133–2143.
- Haque, R. U. *Haloferax volcanii* as immobilised whole cell biocatalyst: new applications for halophilic systems. / Haque, R. U., Paradisi, F., & Allers, T. // *Applied microbiology and biotechnology*. — 2019. — Vol. 103(9). — P. 3807–3817.
- Johnson, J. Hydrolytic activities of hydrolase enzymes from halophilic microorganisms / Johnson, J., Sudheer, P.D., Yang, Y.H., Kim, Y.G., & Choi, K.Y. // *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. — 2017. — Vol. 22(4). — P. 450–461.
- La Cono, V. Differential polysaccharide utilization is the basis for a nanohaloarchaeon: haloarchaeon symbiosis. / La Cono, V., Messina, E., Rohde, M., Arcadi, E., Giordia, S., Crisafi, F., Denaro, R., Ferrer, M., Giuliano, L., Golyshin, P. N. Golyshina, O.V., Hallsworth J. E., La Spada G., Mena M. C., Shevchenko M. A., Smedile F., Sorokin D. Y., Toshchakov S. V., Mushegian A., Yakimov M. M. // *BioRxiv:794461*—2019.
- Pasqualetti, M. High production of chitinolytic activity in halophilic conditions by a new marine strain of *Clonostachys rosea* / Pasqualetti, M., Barghini, P., Giovannini, V., and Fenice, M. // *Molecules*. — 2019. — Vol. 24(10). — P. 1880.
- Rodrigo-Baños, M. Carotenoids from Haloarchaea and their potential in biotechnology / Rodrigo-Baños, M., Garbayo, I., Vilchez, C., Bonete, M. J., & Martínez-Espinosa, R. M. // *Marine Drugs*. — 2015. — Vol. 13(9). — P. 5508–5532.
- Rohban, R. Screening and isolation of halophilic bacteria producing extracellular hydrolyses from Howz Soltan Lake, Iran / Rohban, R., Amoozegar, M.A., and Ventosa, A. // *Journal of industrial microbiology & biotechnology*. — 2009. — Vol. 36(3). — P. 333–340.
- Sorokin, D. Bacterial chitin utilisation at extremely haloalkaline conditions / Y. Sorokin, D.Y., Tourova, T.P., Sukhacheva, M.V., Mardanov, A.V., & Ravin, N.V. // *Extremophiles*. — 2012. — Vol. 16(6). — P. 883–894.
- Sorokin, D.Y. Halo (natrono) archaea isolated from hypersaline lakes utilize cellulose and chitin as growth substrates / Sorokin, D.Y., Toshchakov, S.V., Kolganova, T.V. and Kublanov, I.V. // *Frontiers in microbiology*. — 2015. -Vol. 6. — P. 942.
- Staufenberger, T. First crenarchaeal chitinase found in *Sulfolobus tokodaii* / Staufenberger, T., Imhoff, J.F., & Labes, A. // *Microbiological research*. — 2012. — Vol. 167(5). — P. 262–269.
- Tiquia-Arashiro, S. Halophiles in nanotechnology. *Extremophiles: Applications in Nanotechnology* / Tiquia-Arashiro, S., and Rodrigues, D. // Springer, Cham. — 2016. — P. 53–88.
- Uritskiy, G. Applying genome-resolved metagenomics to deconvolute the halophilic microbiome / Uritskiy, G., and DiRuggiero, J. // *Genes*. — 2019. — Vol. 10(3). — P. 220.
- Waditee-Sirisattha, R. Halophilic microorganism resources and their applications in industrial and environmental biotechnology / Waditee-Sirisattha, R., Kageyama, H., and Takabe, T. // *AIMS Microbiol.* — 2016. — Vol. 2(1). — P. 42–54.
- Yin, J. Halophiles, coming stars for industrial biotechnology / Yin, J., Chen, J.C., Wu, Q., and Chen, G.Q. // *Biotechnology advances*. — 2015. — Vol. 33(7). — P. 1433–1442.

© Шевченко Маргарита Андреевна (lionsorcieri@gmail.com), Лисун Валерий Валерьевич (lisun.valer@yandex.ru),

Скрипская Виктория Валерьевна (visknot@gmail.com), Якимов Михаил Михайлович (michailiakimov@iamc.cnr.it)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПЕРАЦИИ НАД К-ОДНОРОДНЫМИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫМИ ГИПЕРГРАФАМИ

OPERATIONS ON K-HOMOGENEOUS EXTREME HYPERGRAPHS

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

Summary. This paper considers perfect and extreme hypergraphs that have special properties. One of them is an additional form of description, the database. The base is a shorter and more understandable form of writing an extreme hypergraph. Since only one database uniquely corresponds to a single hypergraph, you can work with them without any danger of misinterpreting the data. When interacting with hypergraphs, you often need to perform some arithmetic operations with them. In this paper, we consider how various operations affect such properties of hypergraphs as perfection and extremality.

Keywords: hypergraph, logic algebra, complex, extreme hypergraph, k-homogeneous hypergraph.

Берецкий Игорь Сергеевич

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

Ирбитский Илья Сергеевич

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

Егорова Евгения Кирилловна

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

Мокряков Алексей Викторович

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

Аннотация. В работе рассматриваются совершенные и экстремальные гиперграфы, которые обладают особыми свойствами. Одним из них является дополнительная форма описания, база. База — это более краткая и понятная форма записи экстремального гиперграфа. Так как одному гиперграфу однозначно соответствует только одна база, с ними можно работать без какой-либо опасности неправильной интерпретации данных. В процессе взаимодействия с гиперграфами часто появляется необходимость провести с ними какие-либо арифметические операции. В данной работе рассматривается то, как различные операции влияют на такие свойства гиперграфов как совершенность и экстремальность.

Ключевые слова: гиперграф, алгебра логики, комплекс, экстремальный гиперграф, k-однородный гиперграф.

Введение

Теория графов применяется в различных областях человеческой деятельности: химии, логистике, маршрутизации данных в интернете, информатике, программировании. Гиперграфы имеют не менее широкое применение: в производстве [1], радиоэлектронике [2], информационно-коммуникационных технологиях [3], образовании [4], программировании [5], экономике [6], оптимизации [7], алгебраической теории [8], криптографии [9].

Как видно, гиперграфы используются повсеместно. При этом во каждой из сфер над ними выполняются

те или иные арифметические операции [10]. На их анализ и направлена данная работа.

Математический аппарат

Гиперграф [11–12] — это обобщение графа, в котором каждым ребром могут соединяться не только две вершины, но и любые подмножества вершин [13].

Для обозначения количества вершин, которое соединяет ребро графа, введено понятие *однородности* [14]. Однородность означает то, что у рассматриваемых гиперграфов размерность всех рёбер одинакова. Например, граф без петель это 2-однородный гиперграф,

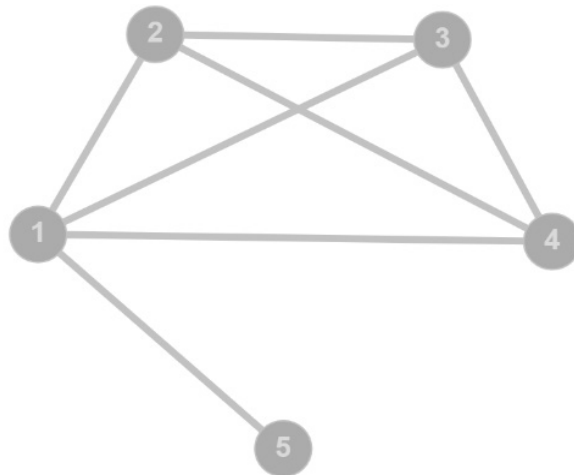


Рис. 1. Гиперграф G_3

у которого каждое ребро соединяет 2 вершины. У 3-однородного гиперграфа каждое ребро соединяет 3 вершины, и так далее.

В данной работе исследуются операции над совершенными и экстремальными гиперграфами. *Совершенство* [15] проявляется тогда, когда не существует изоморфного гиперграфа с тем же вектором степеней, как у рассматриваемого графа. *Экстремальность* [16] проявляется тогда, когда выполняется совершенность и вектор степеней вершин гиперграфа упорядочен по не возрастанию.

Для определения совершенности и экстремальности гиперграфов мы будем рассматривать их вектора с помощью алгоритма Мокрякова [17–18]. Для этого добавим несколько понятий.

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

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

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

Операции над гиперграфами

Мы рассмотрели экстремальные и совершенные гиперграфы. Возникает вопрос, как изменятся свойство экстремальности при операциях над экстремальными гиперграфами.

Для проведения операций над гиперграфами мы будем использовать матрицы смежности. Матрица смежности графа G с конечным числом вершин n (пронумерованных числами от 1 до n) — это квадратная матрица A размера n , в которой значение элемента a_{ij} равно числу рёбер из i -й вершины графа в j -ю вершину.

В работе рассматриваются следующие операции и их влияние на свойства экстремальности и совершенности результирующих однородных гиперграфов.

Список операций:

1. Дополнение (Отрицание).
2. Объединение (Дизъюнкция).
3. Пересечение (Конъюнкция).
4. XOR.
5. Эквивалентность.
6. Штрих Шеффера.
7. Стрелка Пирса.

Далее применим указанные операции к экстремальным 2-однородным гиперграфам, и выясним, какого вида будут результирующие гиперграфы и их гиперрёбра.

Рассмотрим 2-однородные экстремальные гиперграфы G_3 и G_4 .

Для гиперграфа G_3 имеем вектор степеней — $(4,3,3,3,1)$. Матрица смежности:

0	1	1	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	0	0	0	0

Для гиперграфа G_4 имеем вектор степеней — $(4,4,2,2,2)$. Матрица смежности:

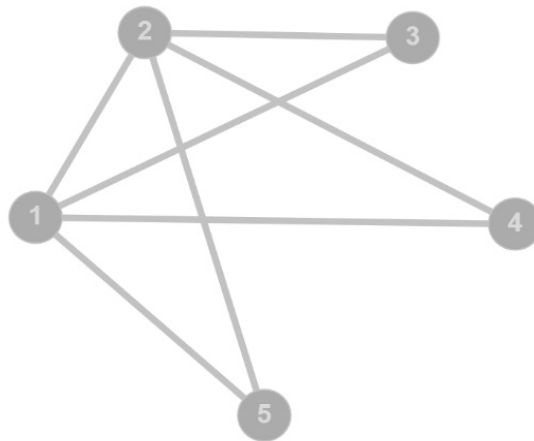


Рис. 2. Гиперграф G_4

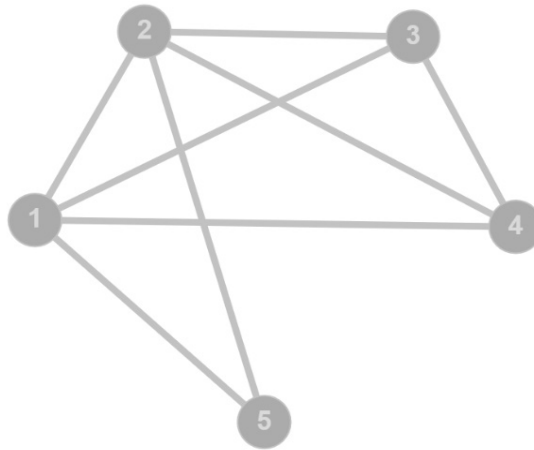


Рис. 3. Результат операции объединения

0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0

Результаты операций:

- Дополнение:** известно, что дополнение экстремального гиперграфа — есть совершенный гиперграф.
- Объединение.**

$$G \cup G = \{\{3,4\}, \{1,5\}\} \cup \{2,5\} = \{\{3,4\}, \{2,5\}\}$$

0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	0	0	0

Вектор полученного графа — (4,4,3,3,2). Проверим его на совершенность посредством алгоритма Мокрякова [14]:

$$A \ 4 \ 4 \ 3 \ 3 \ 2$$

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

$$A'' \ 1 \ 1 \ 0$$

Вектор совершенный, а значит результирующий граф является экстремальным.

3. Пересечение.

$$G \cap G = \{\{3,4\}, \{1,5\}\} \cap \{2,5\} = \{\{1,5\}\}$$

0	1	1	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
1	0	0	0	0

Вектор полученного графа — (4,3,2,2,1). Проверим его на совершенность:

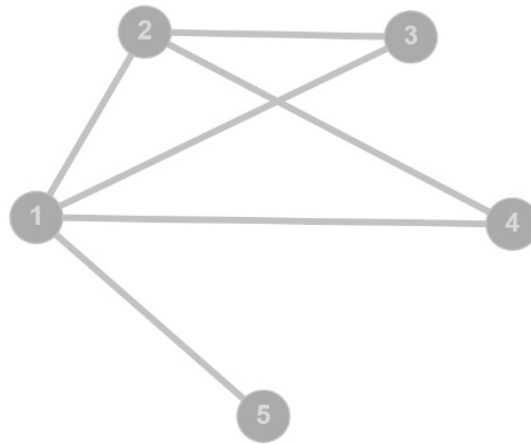


Рис. 4. Результат операции пересечение

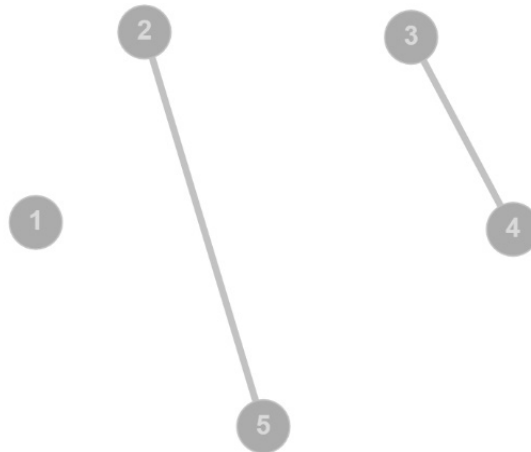


Рис. 5. Результат операции XOR

$A \ 4 \ 3 \ 2 \ 2 \ 1$
 $A' \ 2 \ 1 \ 1 \ 0$

Вектор совершенный, а значит результирующий граф является экстремальным.

4. XOR.

$G \oplus G = \{\{3,4\}, \{1,5\}\} \oplus \{2,5\} = \{\{2,5\}, \{3,4\}\}$

0	0	0	0	0
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0

Вектор получившегося графа — (0,1,1,1,1). Очевидно, что получившийся гиперграф не является совершенным, а соответственно и экстремальным.

5. Эквивалентность.

$G_3 \equiv G_4 = (\{\{3,4\}, \{1,5\}\} \equiv \{2,5\}) =$

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

0	1	1	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	0	1
1	0	1	1	0

Вектор получившегося графа — (4,3,3,3,3). Проверим его на совершенность:

$A \ 4 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3$
 $A' \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2$
 $A'' \ 1 \ 1 \ 1 \ 2$

На 2м шаге мы получили не совершенный вектор, значит и искомый таковым не является. Соответственно результирующий граф является графом общего вида.

6. Штрих Шеффера.

$G \mid G = \{\{3,4\}, \{1,5\}\} \mid \{2,5\} = \{\{2,5\}, \{3,4\}, \{3,5\}, \{4,5\}\}$

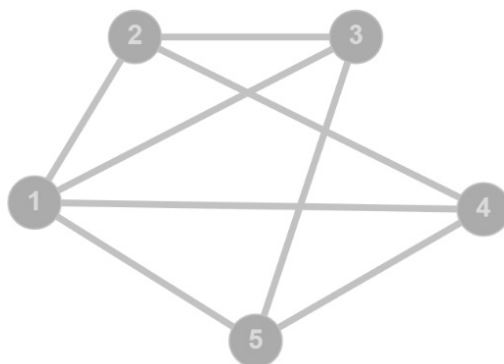


Рис. 6. Результат операции эквивалентность

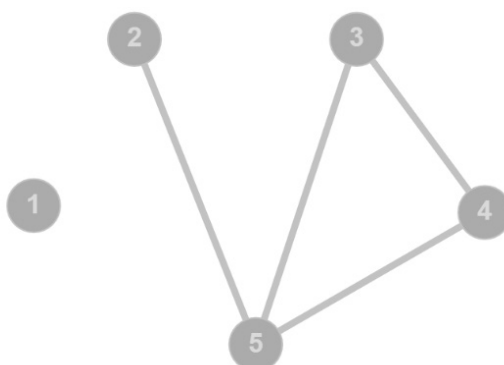


Рис. 7. Результат операции Штрих Шеффера

0	0	0	0	0
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0

Вектор получившегося графа — $(0,1,2,2,3)$. Проверим его на совершенность:

$$A \begin{pmatrix} 3 & 2 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вектор совершенный, а значит результирующий граф является совершенным, но не экстремальным.

7. **Стрелка Пирса** будет выглядеть аналогично, так как это дополнение к пересечению. Так как результат пересечения экстремальных гипергра-

фов будет экстремальным гиперграфом, то его дополнение будет совершенным.

Заключение

На основе вышесказанного можно разделить двоичные операции на три категории:

1. Экстремальность результата сохраняется: объединение, пересечение.
2. Экстремальность сменяется совершенностью: дополнение, штрих Шеффера, стрелка Пирса.
3. Экстремальность и совершенность не наследуются: эквивалентность, XOR.

Стоит отметить, что если мы не нумеруем вершины гиперграфа, то совершенность и экстремальность суть одно и то же.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сычев В. А. Автоматизация управления производством на базе методов объектно-ориентированного проектирования // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 — М.: ИПУ РАН. 2014. — С. 4998–5005.
2. Батищев Д. И. Компонировка радиоэлектронного оборудования ПО блока / Власов С. Е., Старостин Н. В., Филимонов А. В. // Вестник нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2007. № 1. С. 183–188.
3. Васенков А. В., Николаев А. В., Стародумов В. С. Аналитические приложения для управления виртуальной корпорацией // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2004. № 1. С. 38–48.

4. Богатенков С. А. Математическая модель управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий // Управление инвестициями и инновациями. 2018. № 2. С. 17–24.
5. Головкин Ю. Б. Применение нечётких гиперграфов в моделях генерации WEB-компонентов / Гусаренко А. С. // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. № 9. С. 47–53.
6. Муноз А.Л.Ф. Современные проблемы обеспечения притока иностранных инвестиций в регионы российской федерации // Современные научные исследования и разработки 2015. Сборник трудов I Научно-практической конференции аспирантов, преподавателей, ученых конференции. 2015. С. 1–12.
7. Kostyanoi D.S., Mokryakov A. V., Tsurkov V. I. Hypergraph Recovery Algorithms from a Given Vector of Vertex Degrees // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2014. T. 53. No 4. P. 511–516.
8. Mokryakov A. V. Hypergraphs as Algebraic Structures // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2011. T. 50. No 5. P. 734–740.
9. Egorova E.K., Mokryakov A. V., Suvorova A. A. The Concept of Data Encryption Using Extreme Uniform Hypergraphs // Abstracts 18th International Conference "Aviation and Cosmonautics — 2019". 2019. P. 409.
10. Егорова Е.К., Есенков А. С., Мокряков А. В. Операции над k -однородными гиперграфами и их векторы степеней вершин // Известия РАН. Теория и системы управления. 2020. № 3. С. 75–80.
11. Зыков А.А. О некоторых свойствах линейных комплексов // Мат. сб. 1949. Вып. 24 (2). С. 163–188.
12. Зыков А. А. Гиперграфы // УМН. 1974. Т. XXIX. № 6 (180). С. 89–154.
13. Egorova E.K., Mokryakov A. V., Vang L. Development of Hypergraph Theory // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2018. V. 57. P. 109–114.
14. Мокряков А.В., Селин П. С., Цурков В. И. Минимум и восстановление по вектору в графах. М.: Физматлит, 2017. 309 с.
15. Mironov A.A., Mokryakov A. V., Sokolov A. A. About Realization of Integer Non-Negative Numbers Tuple Into 2-Dimensional Complexes // Applied and Computational Mathematics. 2007. T. 6. No 1. P. 58–68.
16. Миронов А.А., Мокряков А. В. Двумерные комплексы полностью описываемые степенями вершин // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2006. № 10. С. 178–188.
17. Mokryakov A.V., Tsurkov V. I. Reconstructing 2-Complexes by a Nonnegative Integer-Valued Vector // Automation and Remote Control. 2011. V. 72. No 12. P. 2541–2552.
18. Гурченков А.А., Костяной Д. С., Мокряков А. В. Редукционные методы восстановления некоторого класса гиперграфов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 6 (30). С. 1.

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

МОДЕЛЬ РАДИОЛИНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ НУЖД ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Быданов Егор Владимирович

Адъютнт, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
имени маршала Советского Союза С. М. Буденного»
Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-
Петербург
egorius.90@mail.ru

MODEL OF RADIO LINES USING SPACE-TIME PROCESSING OF BROADBAND SIGNALS FOR THE NEEDS OF OFFICERS OF SITUATION CENTERS OF THE INTEGRATED SECURITY SYSTEM

Ye. Bydanov

Summary. The novelty of the research lies in the fact that for the first time a model of radio lines was developed using spatio-temporal processing of broadband signals to provide communication sessions for the needs of officials of situational centers of an integrated security system, the dependence of the number of receiving and transmitting paths of the communication system on the signal-to-noise ratio was obtained. Result: the presented solution to the model of radio lines using spatio-temporal processing of broadband signals is fully suitable for the needs of officials of situational centers of an integrated security system for transmitting data and providing a transport layer of protocols of modern communication services in those places where laying fiber-optic communication lines is difficult or impossible. The results obtained by comparing the noise immunity of MIMO and SIMO systems for non-uniform and time-variable channels have shown the significant superiority of the developed radio link model using spatial-temporal processing of wideband signals. Using the mathematical modeling program MatLab, such a model was built and a comparative study of noise immunity with other well-known radio lines was carried out.

Keywords: radio communication, noise immunity, model of radio lines, broadband channel, communication system, directional diagram, multiple input, multiple output.

Аннотация. Новизна исследования заключается в том, что впервые разработана модель радиолиний с использованием пространственно-временной обработки широкополосных сигналов для предоставления сеансов связи для нужд должностных лиц ситуационных центров комплексной системы безопасности, получена зависимость числа приёмных и передающих трактов системы связи от величины соотношения сигнал/шум. Результат: представленное решение модели радиолиний с использованием пространственно-временной обработки широкополосных сигналов полностью подходит для нужд должностных лиц ситуационных центров комплексной системы безопасности для передачи данных и предоставления транспортного уровня протоколов современных сервисов связи в тех местах, где прокладка оптоволоконных линий связи затруднена или невозможна. Результаты, полученные путем сравнения помехоустойчивости систем MIMO и SIMO, для неоднородных и непостоянных во времени каналов, показали значительное превосходство разработанной модели радиолинии с использованием пространственно-временной обработкой широкополосных сигналов. С помощью программы математического моделирования MatLab такая модель была построена и проведено сравнительное исследование помехоустойчивости с другими известными радиолиниями.

Ключевые слова: радиосвязь, помехоустойчивость, модель радиолиний, широкополосный канал, система связи, диаграмма направленности, множественный вход, множественный выход.

¹ Выражаю благодарность моему научному руководителю Мешалкину Валентину Андреевичу, кандидату технических наук, доценту, старшему научному сотруднику научно-исследовательского центра Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного.

Введение

Сегодня от всех силовых структур требуется постоянная готовность к выполнению мер обеспечения безопасности государства. При этом большая часть задач возлагается на ситуационные центры различных ведомств. Для функционирования ситуационных центров требуется оборудование, построенное на основе современных технологий связи, способное передавать большие объемы информации с высоким качеством, в связи с чем предъявляются более высокие требования к каналам связи по пропускной способности и помехоустойчивости [3]. Отметим, что не все технологии и оборудование пригодны для использования, т.к. при выборе технических средств необходимо выполнить ряд требований по защите информации от утечек по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) [2], а также по защите должностного лица от электромагнитных излучений [1, 4].

Сегодня ситуационные центры оснащены оборудованием связи, работа которого основана на применении технологии SISO (Single Input Single Output) с одной антенной на передаче и приеме. Учеными ведущих стран мира велись исследования по разработке беспроводных систем, способных к высокой скорости передачи информации и возможности предоставления современных сервисов связи. Широко исследуются такие технологии, как MISO (Multiple Input Single Output) и SIMO (Soft Input Multiple Output). В работе [7, 9] описана передача информации по разнесенным в пространстве каналам системы MIMO (Multiple Input Multiple Output). В литературе [6, 8] широко исследована Шенноновская пропускная способность, однако нигде не представлено сравнение результатов помехоустойчивости системы связи MIMO с различным числом приемных и передающих трактов с радиоприемными другими технологий. Таким образом, возникает необходимость в разработке радиоприемной, с помощью которой должностные лица смогли бы использовать современные сервисы связи для решения повседневных задач, тем более в тех местах, где не имеется возможность прокладки проводных и оптоволоконных линии связи, при этом скорость передачи информации и помехоустойчивость (коэффициент битовой ошибки составляет 10^9) немного уступали бы им [5]. Цель работы — создание модели радиоприемной с использованием пространственно-временной обработки широкополосных сигналов, при помощи которой возможно устанавливать сеансы связи между должностными лицами ситуационных центров комплексной системы безопасности с поддержкой современных сервисов связи. Расчеты экспериментальных исследований на основе компьютерного моделирования проводятся для оценки помехоустойчивости созданной модели в сравнении с известными радиоприемными ситуационных

центров, функционирование которых основано на базе технологии SISO.

Постановка задачи

Пусть спектральная плотность шумов в пределах полосы пропускания на частоте n радиоприемных трактов сохраняет постоянное значение. Пусть есть v выборки сигнала $S_1(k) \dots S_v(k)$, принятые в n независимых каналах приёма (полученные от m передающих трактов), содержащие по K комплексных отсчетов на частоте дискретизации F_s :

$$S_1(k) = s_1(k) + q_1(k), \tag{1}$$

$$S_2(k) = s_2(k) + q_2(k) = \alpha_2 \cdot s_1(k + D_{1,2}) + q_2(k), \tag{2}$$

$$S_v(k) = s_v(k) + q_v(k) = \alpha_v \cdot s_1(k + D_{1,v}) + q_v(k), \tag{3}$$

где $s_1(k)$ — комплексная огибающая сигнала моделируемой радиоприемной системы, принятого первым трактом приёма; $s_2(k)$ — комплексная огибающая сигнала моделируемой радиоприемной системы, принятого вторым трактом приёма с коэффициентом затухания α_2 ; $s_v(k)$ — комплексная огибающая сигнала моделируемой радиоприемной системы, принятого v -трактом приёма с коэффициентом затухания α_v ; $q_1(k), q_2(k)$ — аддитивные гауссовские центрированные шумы в первом, втором и v -тракте соответственно; $D_{1,2}, D_{1,v}$ — задержка сигнала $s_1(k)$ относительно $s_2(k)$ и сигнала $s_1(k)$ относительно $s_v(k)$ выраженная в отсчетах сигнала. Отметим, что сигнал может быть некоррелированный с шумами $q_1(k), q_2(k) \dots q_v(k)$.

Входными данными модели радиоприемной являются:

- ◆ m — число передающих трактов системы связи построенной на основе технологии MIMO;
- ◆ n — число приемных трактов системы построенной на основе технологии MIMO;
- ◆ M — номер, соответствующий виду модуляции сигнала ортогональных подканалов, которые передаются параллельно;
- ◆ $P_{\min} \dots P_{\max}$ — диапазон соотношения E_b/N_0 , выраженное в децибелах для моделирования сигнала;
- ◆ $T_{\text{сиг}}$ — длительность генерируемого сигнала $s(k)$ для расчёта коэффициента битовой ошибки;
- ◆ $R_{\text{инф}}$ — информационный поток размером $L_{\text{инф}}$ бит, который подается на модулятор, в зависимости заданного вида модуляции M формируется сигнал $s(k)$;
- ◆ $R_{\text{сиг}}$ — на приемной стороне именно по этому сигналу осуществляется корреляция сигнала для различных временных и частотных сдвигов, до тех пор пока не появится пик в огибающей взаимной корреляционной функции (ВКФ) [10, 11].

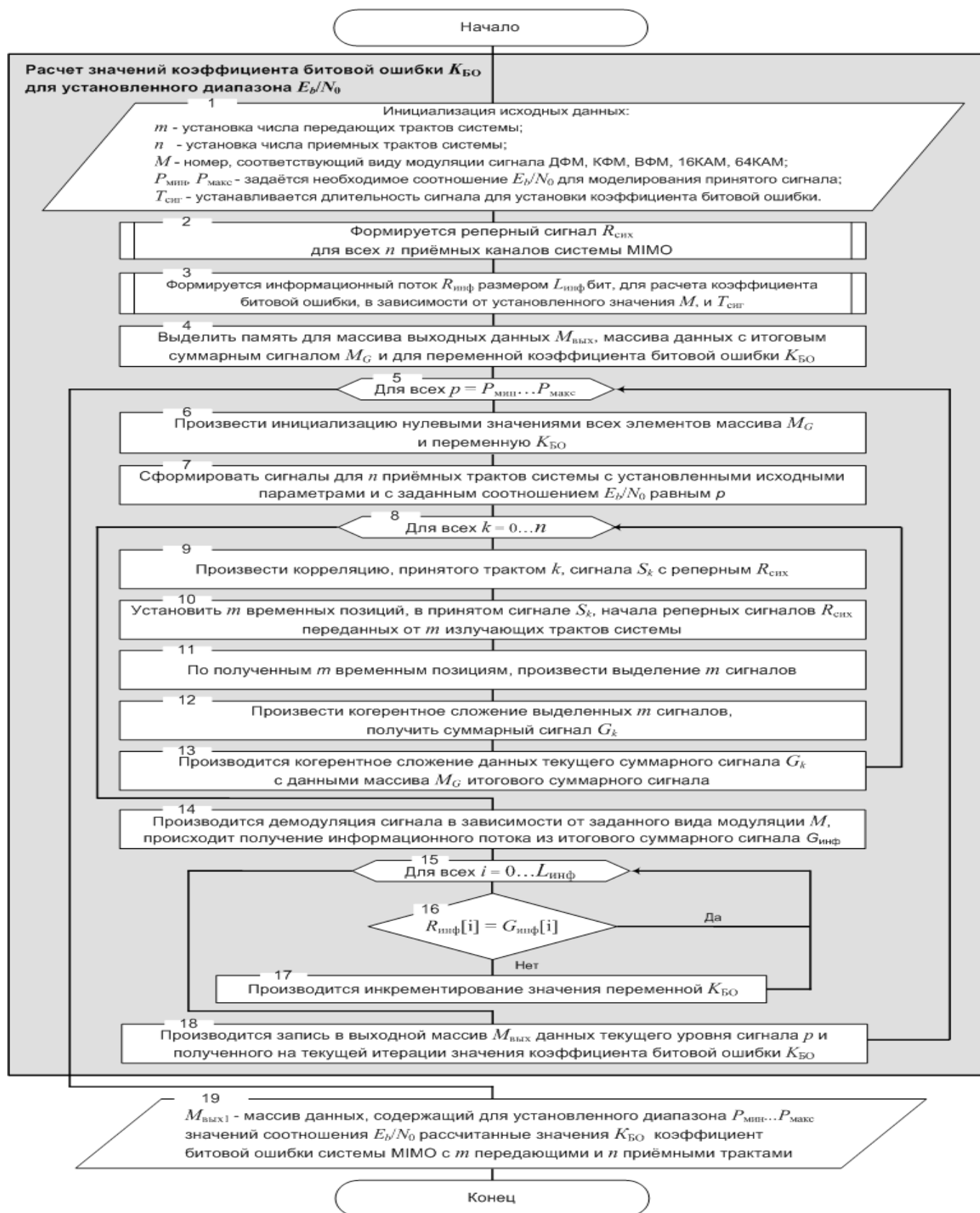


Рис. 1. Схема алгоритма расчета помехоустойчивости для системы MIMO с n приемными и передающими трактами

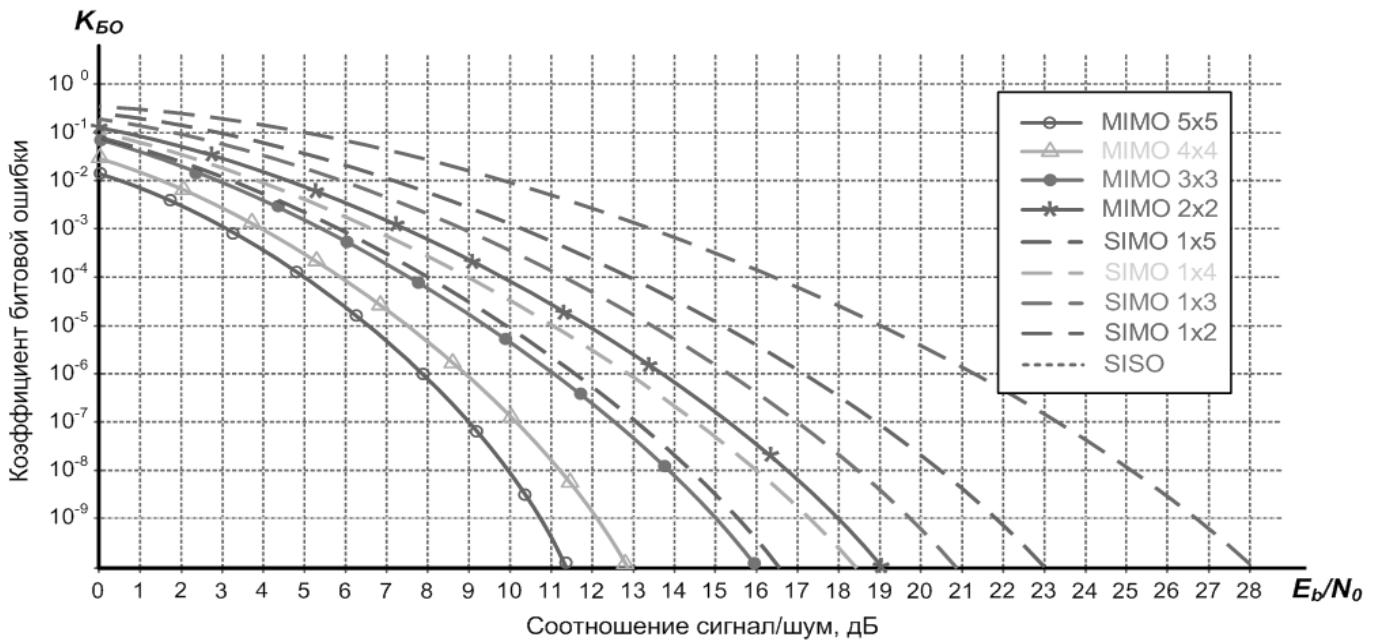


Рис. 2. Зависимость значений коэффициента битовой ошибки КБО от величины E_b/N_0 для систем MIMO, SIMO, SISO, модуляция ДФМ

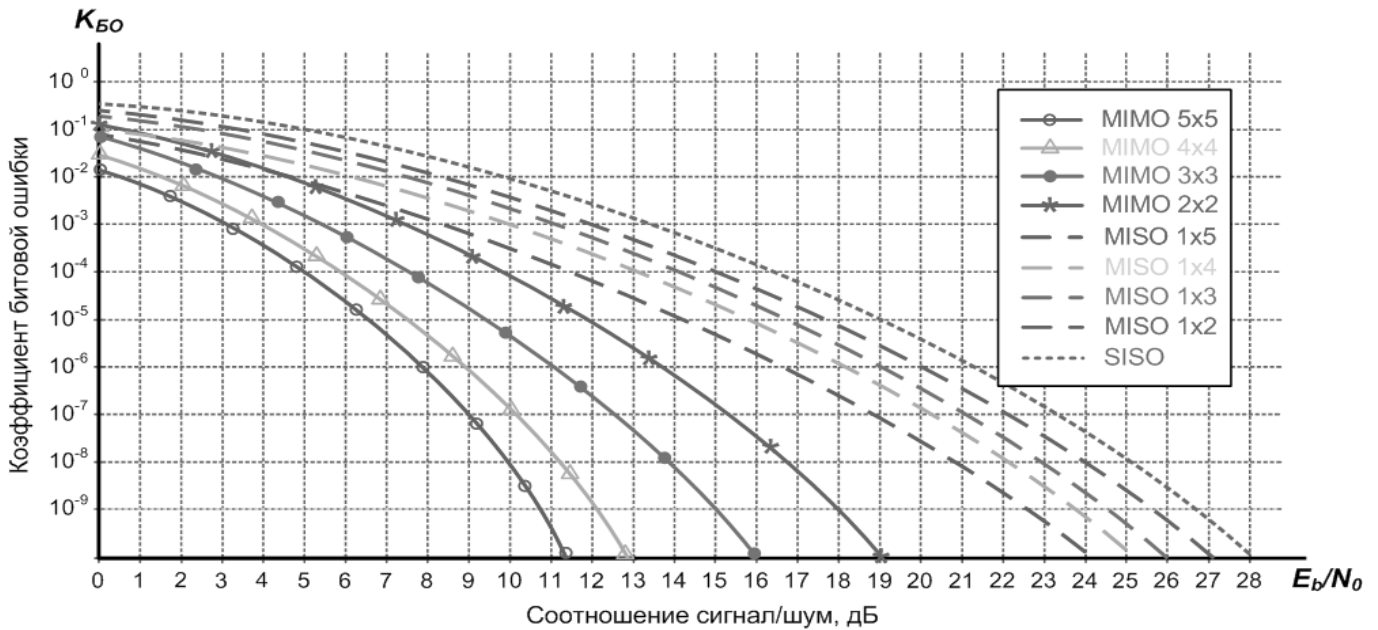


Рис. 3. Зависимость значений коэффициента битовой ошибки КБО от величины E_b/N_0 для систем MIMO, MISO, SISO, модуляция ДФМ

Решение. Схема алгоритма сравнения помехоустойчивости систем MIMO и SIMO представлена на рис. 1. Рассмотрим его основные блоки. Сначала инициализируются исходные данные, необходимые для формирования массива выходных данных дискретной модели, блок 1 на рис. 1. В блоке 2 на рис. 1 происходит формирование

реперного сигнала $R_{сиг}$. В блоке 3 на рис. 1 формируется информационный поток $R_{инф}$ объемом $L_{инф}$ бит в зависимости от установленного значения M и $T_{сиг}$. Данный информационный поток и будет передаваться по каналам связи системы. В блоке 4 на рис. 1 происходит выделение памяти для массива выходных данных $M_{вых}$

массива данных с итоговым суммарным сигналом M_G и для переменной коэффициента битовой ошибки K_{BO} . При помощи цикла 5 на рис. 1 осуществляется перебор, инкрементированием на единицу, диапазона $P_{мин} \dots P_{макс}$ заданных уровней сигнала. В блоке 6 на рис. 1 происходит инициализация нулевым значением переменной K_{BO} и всех элементов массива M_G . В блоке 7 на рис. 1 происходит формирование n сигналов для n приёмных трактов системы с установленными исходными параметрами и с заданным соотношением E_b/N_0 равным p . При помощи цикла 8 на рис. 1 осуществляется выполнение одинаковых действий для всех n приёмных трактов системы: в блоке 9 на рис. 1 выполняется корреляция, принятого трактом k , сигнала S_k с реперным $R_{сиг}$ для определения m временных позиций в принятом сигнале S_k , блок 10 на рис. 1 (таким образом, определяются начала m переданных сигналов $R_{инф}$ системы); в блоке 11 на рис. 1 происходит выделение всех найденных m сигналов; в блоке 12 на рис. 1 производится когерентное сложение всех выделенных сигналов m между собой, в результате сложения получается суммарный сигнал тракта k , который может быть, в свою очередь, когерентно сложен с сигналами других $n-1$ трактов и итоговый сигнал в блоке 13 на рис. 1 сохраняется в массиве данных M_G . В блоке 14 на рис. 1 производится демодуляция итогового сигнала из массива данных M_G , в зависимости от заданного вида модуляции M , полученный битовый поток информационных данных будем обозначать $G_{инф}$. При помощи цикла 15 на рис. 1 производится обход всех информационных бит потока $G_{инф}$ и в блоке 16 на рис. 1 происходит сравнение их с заданным потоком $R_{инф}$. В случае если информационные биты в одинаковых позициях i не равны, то в блоке 17 на рис. 1 производится инкрементирование коэффициента битовой ошибки K_{BO} . Таким образом, по завершению выполнения цикла 15 на рис. 1 и действий внутри него в блоке 18 на рис. 1 устанавливается, в выходной массив данных $M_{вых1}$ конечное значение коэффициента битовой ошибки K_{BO} системы MIMO с m передающими и n приёмными трактами. По завершению всех итераций цикла 8 на рис. 1 в блоке 19 на рис. 1 данные массива $M_{вых}$ готовы для последующего анализа.

На рис. 2–3 представлены графики, на которых наглядно отображены рассчитанные значения массива данных $M_{вых1}$ по представленному выше алгоритму коэффициента битовой ошибки K_{BO} . По представленным графикам появляется возможность наглядно оценить помехоустойчивость систем MIMO, SIMO, SISO, MISO.

На рис. 2 видно, что при K_{BO} , равному 10^{-5} , выигрыш между MIMO 5x5 и SIMO 1x5 составляет 4 дБ; выигрыш между MIMO 4x4 и SIMO 1x4 составляет 3 дБ, выигрыш между MIMO 3x3 и SIMO 1x3 равен 4 дБ, выигрыш между MIMO 2x2 и SIMO 1x2 равен 6 дБ.

На рис. 3 видно, что при K_{BO} , равному 10^{-5} , выигрыш между MIMO 5x5 и MISO 1x5 составляет 8 дБ; выигрыш между MIMO 4x4 и MISO 1x4 составляет 8 дБ, выигрыш между MIMO 3x3 и MISO 1x3 равен 7 дБ, выигрыш между MIMO 2x2 и MISO 1x2 равен 6 дБ.

Как показывает анализ представленных графиков на рис. 2–3, с увеличением числа приёмных трактов помехоустойчивость передачи данных увеличивается. Для того, чтобы определить число приёмных трактов, при котором соотношение E_b/N_0 будет минимальным для значения коэффициента битовой ошибки K_{BO} , соответствующего оптоволоконной линии связи 10^{-9} . Произведем расчеты по алгоритму, представленному на рис. 4 и по полученным данным построим график исследуемой зависимости для последующего анализа.

Рассмотрим основные блоки алгоритма, представленного на рис. 4. Сначала инициализируются исходные данные (блок 1 на рис. 4). В блоке 2 на рис. 4 происходит формирование реперного сигнала $R_{сиг}$ на приемной стороне именно по этому сигналу осуществляется корреляция сигнала для различных временных и частотных сдвигов до тех пор, пока не появится пик в огибающей взаимной корреляционной функции (ВКФ).

В блоке 3 на рис. 4 формируется информационный поток $R_{инф}$ размеров $L_{инф}$ бит в зависимости от установленного значения M и $T_{сиг}$. Данный информационный поток и будет передаваться по каналам связи системы. В блоке 4 на рис. 4 происходит выделение памяти для массива выходных данных $M_{вых2}$ и массива данных с итоговым суммарным сигналом M_G и для переменной коэффициента битовой ошибки K_{BO} . При помощи цикла 5 на рис. 4 осуществляется перебор инкрементированием на единицу диапазона $1 \dots N$ заданного числа передающих и приёмных трактов системы. Для каждого $n \in [1; N]$ устанавливается значение соотношения E_b/N_0 , при котором коэффициент битовой ошибки K_{BO} будет равен 10^{-9} . При помощи цикла 6 на рис. 4 осуществляется перебор инкрементированием на единицу диапазона $P_{мин} \dots P_{макс}$ заданных уровней сигнала. В блоке 7 на рис. 4 происходит инициализация нулевым значением переменной K_{BO} и всех элементов массива M_G . В блоке 8 на рис. 4 происходит формирование n сигналов для n приёмных трактов системы с установленными исходными параметрами и с заданным соотношением E_b/N_0 равным p . При помощи цикла 9 на рис. 4 осуществляется выполнение одинаковых действий для всех n приёмных трактов системы. При помощи цикла 9 на рис. 4 осуществляется выполнение одинаковых действий для всех n приёмных трактов системы. Таким образом, определяются начала n переданных сигналов $R_{инф}$ системы.

В блоке 12 на рис. 4 происходит выделение всех найденных n сигналов; в блоке 13 на рис. 4 производится ко-

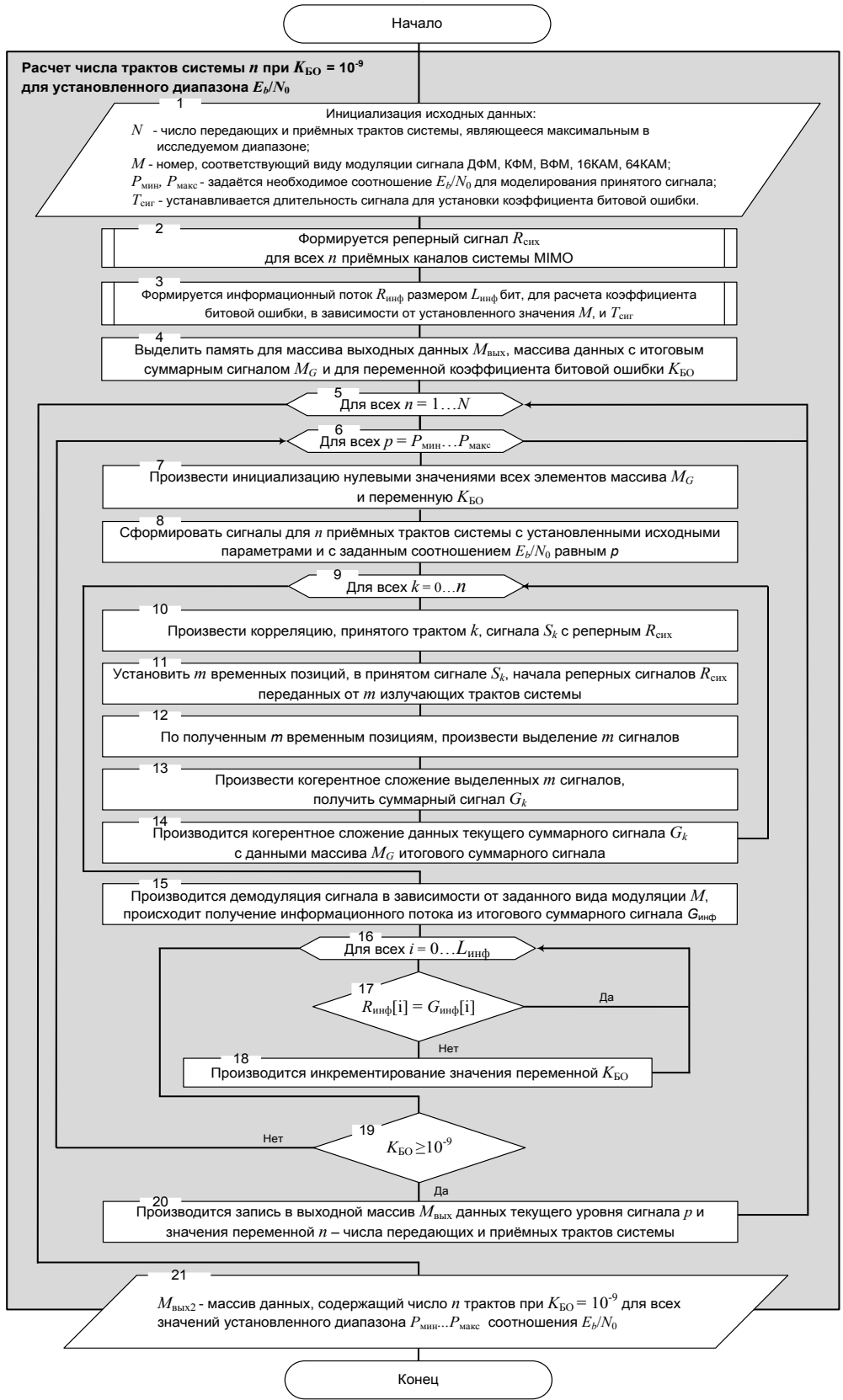


Рис. 4. Схема алгоритма расчета приемных трактов n для системы MIMO, при котором соотношение E_b/N_0 будет минимальным для значения коэффициента битовой ошибки K_{BO} , соответствующего оптоволоконной линии связи 10^{-9}

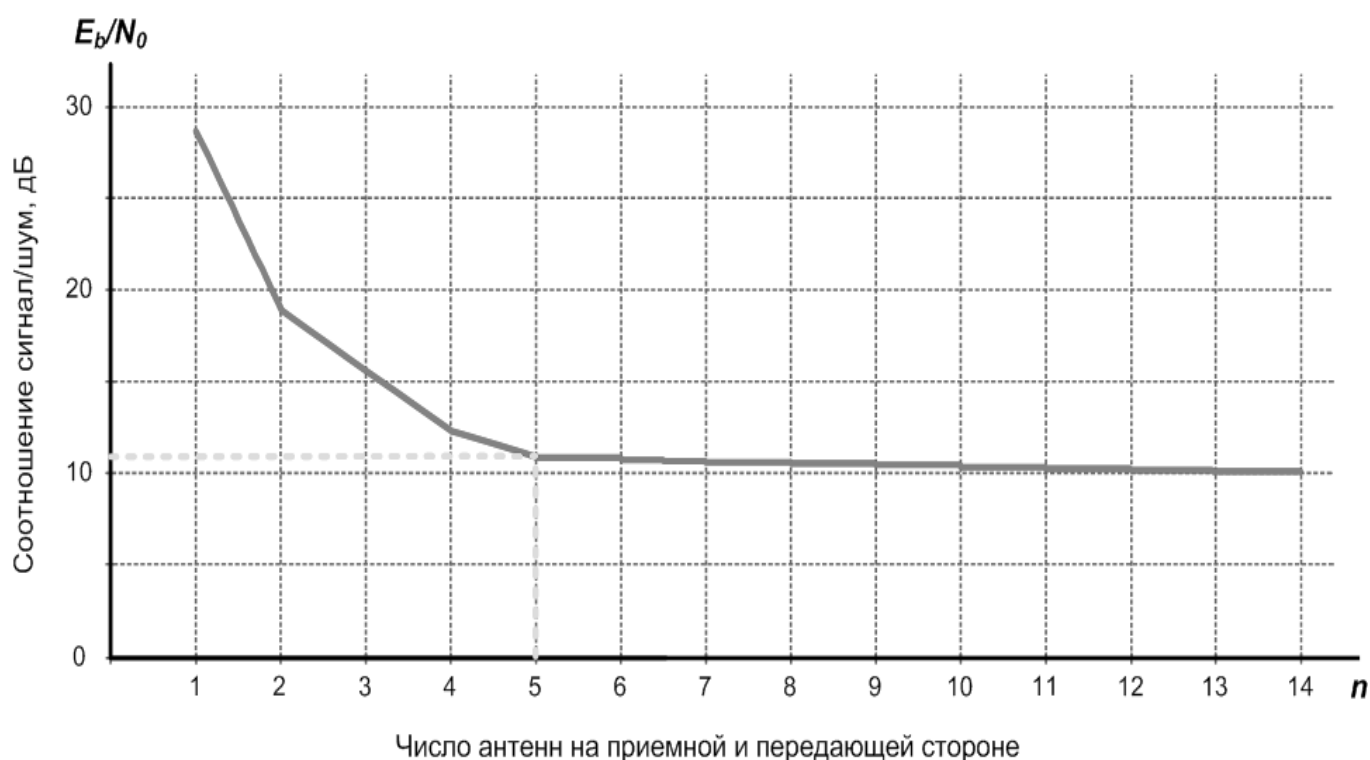


Рис. 5. Зависимость числа приёмных и передающих трактов от величины E_b/N_0 для систем ММО, модуляция ДФМ

герентное сложение всех выделенных сигналов m между собой, в результате сложения получается суммарный сигнал тракта k , который может быть, в свою очередь, когерентно сложен с сигналами других $n-1$ трактов и итоговый сигнал в блоке 14 на рис. 4 сохраняется в массиве данных M_G . В блоке 15 на рис. 4 производится демодуляция итогового сигнала из массива данных M_G , в зависимости от заданного вида модуляции M , полученный битовый поток информационных данных будем обозначать $G_{инф}$. При помощи цикла 16 на рис. 4 производится обход всех информационных бит потока $G_{инф}$ и в блоке 17 на рис. 4 происходит сравнение их с заданным потоком $R_{инф}$. Если информационные биты в одинаковых позициях i не равны, то в блоке 18 на рис. 4 производится инкрементирование коэффициента битовой ошибки $K_{БО}$. Таким образом, по завершению выполнения цикла 16 на рис. 4 и действий внутри него в блоке 19 на рис. 4 переменная коэффициента битовой ошибки $K_{БО}$ готова для сравнения с априорно установленным значением 10^{-9} . В случае, если значение переменной $K_{БО}$ больше или равно 10^{-9} , то цель достигнута и данное значение, и значение переменной n записывается в выходной массив данных $M_{вых2}$, блок 20 на рис. 4. В блоке 20 на рис. 4 данные выходного массива $M_{вых2}$, полученные в ходе расчетов, готовы для дальнейшего анализа. По данным выходного массива $M_{вых2}$ на рис. 5 построен

график, который наглядно отображает исследуемую зависимость.

Как видно из представленной иллюстрации рис. 5, с увеличением числа передающих и приёмных трактов n системы ММО, для коэффициента битовой ошибки $K_{БО}$ равной 10^{-9} значение соотношения E_b/N_0 уменьшается. По рисунку видно, что при значениях переменной приёмных и передающих трактов, равных более пяти, соотношение E_b/N_0 уменьшается незначительно.

Заключение. Анализ выходных данных рис. 5, полученных по алгоритму рис. 4 и при помощи разработанной модели радиолинии, показал, что для нужд должностных лиц ситуационных центров комплексной системы безопасности, в частности, для мест, где не проложены ещё оптоволоконные линии связи и для тех мест, где это сделать не представляется возможным в силу известных причин, но требуется использовать современные сервисы связи, автором предлагается использовать разработанную линию радиосвязи с использованием технологии ММО. Проведенный расчет показал, что наиболее лучшей помехоустойчивостью обладает система ММО 5x5, поскольку коэффициент битовой ошибки равный 10^{-9} был получен для сигнала с соотношением E_b/N_0 , равным 10 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викторов В. А. Модель электромагнитных полей, формируемых автоматизированным рабочим местом объекта информатизации // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 1–32.
2. Мешалкин В. А. Решение задач электродинамики с помощью вычислительного эксперимента // Журнал научных и прикладных исследований. 2016. Т. 2. № 11 С. 80–82.
3. Ревин С. М. Системно-конфигурационный метод проектирования ситуационных центров в системе комплексной безопасности. — М: Проспект, 2010. — 147 с.
4. Хореев А. А. Технические каналы утечки акустической (речевой) информации // Специальная техника. 2009. № 5. С. 12–26.
5. Цуканов В. Н. Волоконная оптическая техника. — М: Инфра-Инженерия, 2015. — 243 с.
6. Brown T., Elisabeth C., Persefoni K. Practical Guide to the Mimo Radio Channel with Matlab Examples. — London: John Wiley & Sons Ltd, 2012. — 263 p.
7. Shiu D., Foschini G. J., Gans M. J., Kahn J. M. Fading Correlation and Its Effect on the Capacity of Multielement Antenna System // IEEE Transaction On Communications. 2016. Vol. 48. № 2. P. 502–513.
8. Tsoulos G. MIMO System Technology for Wireless Communications. — New York: CRC Press, 2006. — 395 p.
9. Zelst A., Hammerschmidt J. S. A single coefficient spatial correlation models for multiple-input multiple output (MIMO) radio channels // Proceeding of the URSI XXVII th General Assembly. (2–5 Aug. 2002). Maastricht, Netherlands, 2002. P. 949–952.

© Быданов Егор Владимирович 1 (egorius.90@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИГРОФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ВЫБОРА ПРАВИЛ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

GAMIFICATION OF TYPICAL EDUCATION TASK SOLVING PROCESS BASED ON TRANSFORMATION RULES SEARCH

V. Katsman
I. Kozlov
F. Novikov

Summary. The solution of problems for the transformation of symbolic expressions is the essential element of the modern educational process in the technical sciences. When solving such problems, a learner needs to transform the original expression so that it satisfies the target criteria, for example, is conjunctive normal form or matches the required target expression. To transform the expression or its subexpressions, the learner can use the already learned rules for transforming.

We propose a method for gamification of the process of solving educational tasks for the transformation of symbolic expressions, based on a sequential choice of places of application and applied rules from the list of acceptable transformations. To win the game, you need to transform the symbolic expression so that it meets the target criteria.

The proposed approach was tested on students of the Polytechnic and Electrotechnical Universities, as well as schoolchildren preparing for the Unified State Exam, and showed good results. Namely, learners solved on average three times as many tasks as with the standard approach; and learners' skills in solving such problems increased during the playing process.

Keywords: education, gamification, symbolic expression transformations, automated solution verification, transformation rules.

Кацман Виктор Игоревич

Аспирант, Санкт-Петербургский Политехнический
Университет Петра Великого
vikto9494@gmail.com

Козлов Илья Алексеевич

Санкт-Петербургский Политехнический
Университет Петра Великого
kozlovilya@bk.ru

Новиков Федор Александрович

Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский
Политехнический Университет Петра Великого
fedornovikov51@gmail.com

Аннотация. Одним из основных элементов современного образовательного процесса в области технических наук является решение задач на преобразование символьных выражений. При решении таких задач учащимся требуется преобразовать исходное выражение так, чтобы оно удовлетворяло целевым критериям, например, являлось конъюнктивной нормальной формой или совпадало с требуемым целевым выражением. Для совершения преобразований над выражением или его подвыражениями учащийся может использовать уже изученные правила преобразования.

Мы предлагаем способ игрофикации процесса решения учебных задач на преобразование символьных выражений, основанный на последовательном выборе мест применения и применяемых правил из списка допустимых преобразований. Для победы в игре необходимо преобразовать символьное выражение так, чтобы оно удовлетворяло целевым критериям.

Предложенный подход был опробован на студентах Политехнического и Электротехнического Университетов, а также готовящихся к ЕГЭ школьниками и дал неплохие результаты. А именно, учащиеся решили в среднем втрое большее число задач, чем при стандартном подходе; а навыки учащихся по решению подобных задач возрастали в ходе игры.

Ключевые слова: образование, игрофикация, преобразование символьных выражений, автоматическая проверка решений, правила преобразований.

Введение

На сегодняшний день вопросы стимулирования обучающихся, повышения результативности обучения и эффективности труда преподавателей, а также доступности образования более чем актуальны. Системы автоматизации обучения становятся все более популярными, они позволяют существенно упростить работу преподавателя и масштабировать ее для большого числа обучаемых. Преподавателям требуется разово,

но качественно продумать образовательную программу — и машины смогут донести ее до большого числа людей, качество их работы не будет зависеть от личных обстоятельств, а только от заложенного в машинах алгоритма [1–3].

После объяснения нового материала, необходимо добиться, чтобы обучаемый глубоко усвоил новую информацию. Для этого ему необходимо решить большое число задач. Это прежде всего влечет необходимость

подбора задач, для решения которых требуется применение именно новых навыков, а также навыков, хуже всего усвоенных обучаемым в ходе уже прошедшего обучения. Кроме подбора задач, требуется также проверка их решений. Желательно, чтобы при получении результатов проверки, учащийся мог разобраться, где именно он мог допустить ошибку, а может быть, еще и получить подсказку, как эту ошибку исправлять.

Помимо этих базовых вещей требуется стимулировать учащихся к добросовестному решению подобранных задач. Эта составляющая является особенно актуальной, поскольку самостоятельной мотивации у большинства обучающихся не хватает. Наиболее распространенные на сегодняшний день комбинации методов словесных внушений с последующим контролем также не подходят для существенной части обучающихся. Игровые методы подходят для стимулирования намного лучше, но, существуют лишь для очень небольшого числа узких типов учебных задач и плохо поддаются автоматизации.

В этой статье мы предлагаем способ игрофикации процесса решений типовых учебных задач на преобразование символьных выражений по изученным правилам или формулам. Примеры подобных задач есть в самых разных областях точных наук, например: доказать, что

$$\frac{\sin(x)}{1+\cos(x)} + \frac{1+\cos(x)}{\sin(x)} = \frac{2}{\sin(x)},$$

Привести к КНФ:

$$\overline{x \wedge (y \setminus z)},$$

вывести формулу зарфда q через A, I, R .

Решение подобных задач необходимо для закрепления навыков уверенного владения формулами, которое является фундаментом для решения более творческих и практических задач. Соответственно, существенное повышение объема решаемых учащимися задач на знание формул будет способствовать повышению качества образовательного процесса.

Предлагаемый способ особенно хорошо подходит для задач по логическим исчислениям, базовым операциям над полиномами и тригонометрии. На основе предлагаемого подхода нами была реализована игра в виде приложения под Android. Разработанная игра была опробована на студентах младших курсов Политехнического и Электротехнического Университетов на задачах по логическим исчислениям и комбинаторике, а также на готовящихся к ЕГЭ школьниках и показала неплохие результаты.

Существующие подходы к игрофикации

На текущий момент уже существует множество трудов с разнообразными подходами к игрофикации в образовании [4–7]. Многие из них уже активно и успешно используются. Они существенно различаются:

1. По цели применения: от привлечения внимания обучающихся к излагаемому преподавателем материалу — до стимулирования самостоятельной активности обучающихся, например, направленной на решение практических задач.
2. По связанности используемых игровых методов с предметной областью: от использования общепринятых привлекающих визуальных и игровых эффектов — до завязки игрового сюжета на предметную область и необходимости совершения стандартных при решении действий в игровом формате. Например, при игре в «Евклидию» требуется строить геометрические примитивы с помощью циркуля и линейки аналогично их построению на бумаге.

Эти подходы используют стандартные особенности обучающихся: сравнение по рейтингам [5], конкуренцию за в дальнейшем используемые ресурсы [6], любопытство, заинтересованность в неожиданных явлениях, положительную обратную связь [7]. Поясним описанную классификацию с помощью нескольких примеров.

Пример 1. На лекциях преподаватель использует презентации с красивыми картинками на слайдах, а в конце предлагает обучаемым угадывать, к какой теме какая картинка относилась. Данный подход может привлекать внимание обучающихся к материалу на слайдах преподавателя, но никак не связан с изучаемой предметной областью.

Пример 2. На слайдах презентации преподаватель использует фрагменты большой картины-пазла, которые обучаемым требуется состыковывать по принципу связанности материала на слайдах: чем больше смысловая связь между слайдами — тем больше вероятность, что фрагменты картины на этих слайдах смежны друг к другу. В этом примере игрофикация сильнее связана с теоретическим материалом на слайдах, но у обучающихся остается возможность собрать пазл перебором без существенного вникания в предметную область.

Оба приведенных выше примера игрофикации поддаются автоматизации и масштабированию, легко могут быть реализованы в онлайн-курсе на современной платформе для систем дистанционного обучения [8–12]. Но они годятся преимущественно для подачи теорети-

ческой части материала, из практических навыков они развивают лишь относящиеся к распознаванию картинок и сбору пазлов, что едва ли относится к областям технических наук.

Пример 3. Обучающимся предлагается одновременно решать практические задачи, тот, кто раньше введет в систему правильный ответ, получает бонус. Например, влияющий на итоговую оценку балл. Игры такого типа хорошо зарекомендовали себя и стимулируют учащихся решать полезные для предмета практические задачи, если они по силам учащимся. Существует множество платформ для создания подобных игр [13–14]. Но они не позволяют игрофицировать сам процесс решения задачи. Мотивация обучаемых растет исключительно за счет соревновательных эффектов, красивой графики и захватывающих анимаций.

Пример 4. Игры «Евклидия» [15], «Пифагория» [16], «XSection» [17]. В них требуется строить геометрические примитивы с помощью циркуля и линейки. Построение происходит на экране цифрового устройства, которое упрощает технические детали построения, не требует наличия личных и качественных циркуля и линейки, автоматически делает полученный чертеж красивым и приятным. При этом сам процесс решения идентичен процессу решения при стандартном процессе решения аналогичных задач, например, на бумаге. При этом, за счет более простой формы построения решения, добавляется возможность подачи обучаемым более сложных учебных задач [18]. То есть практикуются навыки решения стандартных и более сложных задач на построение, повышается уровень владения геометрическими примитивами, но в более приятной для обучающихся форме.

Помимо перечисленных «Евклидия», «Пифагория», «XSection», существует еще множество подобных игр, заточенных именно на игрофикацию самого процесса решения задачи, например, «GeoGebra» [19]. Подобные схемы игрофикации представляются наиболее продуктивными и интересными, их можно дополнить стандартными соревновательными и графическими эффектами. Однако проблема в том, что они на текущий момент подходят для очень небольшого числа узких областей, в число которых не входят логические исчисления, сложные формулы тригонометрии и другие.

Предлагаемый в статье подход существенно расширяет пространство возможностей игрофикации процесса решения учебных задач на задачи преобразования символьных выражений, практика решения которых необходима для качественного изучения почти всех областей точных наук.

Роль правил преобразования в процессе решения

В процессе решения типовой учебной задачи на преобразование символьных выражений обучаемый первым делом читает и интерпретирует условие задачи, данное в нем стартовое выражение и цель, к которой его нужно свести. После этого обучаемый начинает шаг за шагом преобразовывать стартовое выражение и так происходит до тех пор, пока очередное преобразование не приводит его к решению задачи. В качестве решения задачи обучаемый предъявляет цепочку преобразований (шагов).

При проверке решения, такая цепочка соответствует процессу решения задачи после понимания её условия и оказывается единственной информацией, которую преподаватель получает для проверки. То есть, при проверке письменного решения преподаватель может проверить лишь корректность предъявляемой учащимся цепочки преобразований без возможности проверить ход рассуждений обучаемого при интерпретации условия — можно проверить только конечный результат: выражение мыслей обучаемого формулами. На основе данных идей нами был разработан метод перебора правил для автоматической проверки правильности цепочек преобразований [20–21]. Этот метод теоретически позволяет проверить решения типовых учебных задач, которые можно описать правилами, следующими из формул.

Рассмотрим, как выглядит процесс вывода решения задачи для обучаемого. Если обучаемый хорошо владеет формулами или правилами преобразований, для него процесс решения задачи также разбивается на шаги, в каждом из которых требуется выбрать одно из правил преобразования и место в выражении, где это правило преобразование нужно применить. Подобные действия повторяются пока исходное выражение не станет удовлетворять требуемым условиям.

В случае, если обучаемый плохо знает допустимые правила преобразования, ему приходится либо искать их в справочниках, либо выводить вручную, либо угадывать. Эти варианты подходят при решении относительно простых задач, но начинают отнимать слишком много времени при решении сложных, которые не решаются за маленькое число шагов или присутствуют шаги, на которых требуется делать нестандартные шаги (например, добавить и вычесть некоторое слагаемое), исходя из знаний о правилах, которые позволят прийти к решению после нестандартного шага.

Таким образом, простые задачи стимулируют обучаемого изучить существующие правила и начать их запоми-

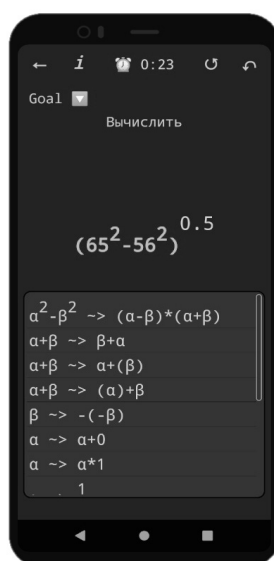


Рис. 1. Выбор места и правила преобразования

нать. Далее приходит время более сложных задач, в которых требуется владение правилами преобразования уже на более высоком уровне, требуется выстраивать стратегию их применения. Заметим, что решать простые задачи на этом этапе познаний обучаемым становится неинтересно, однократное или двукратное применение уже известных правил преобразований становится рутинным (например, как устный счет для людей, хорошо освоивших базовую арифметику).

Предлагаемый способ игрофикации

Описанное в предыдущей секции почти напрямую конвертируется в способ игрофикации процесса решения задач на преобразование символьных выражений. Задачи соответствуют уровням; исходно данные выражения — стартовым конфигурациям уровней; выполнение требований к цели преобразований — целям, при выполнении которых уровни проходятся.

Вначале каждого уровня игрок получает стартовое выражение и цель — то, к чему его нужно свести. А именно, другое исходно заданное выражение (аналогично задачам на доказательство), либо выражение, удовлетворяющее определенным требованиям, например, 3-КНФ (аналогично задачам на сведение к 3-КНФ) или выражение без операций деления и отрицательных степеней (аналогично задачам на сокращение дробей). Стартовое выражение интерактивно, в него можно кликать и выделять различные подвыражения. Для каждого клика и выделенного подвыражения показываются применимые к этому подвыражению правила преобразований, игрок

может кликнуть в любое из них — и оно автоматически применится к стартовому выражению.

Таким образом, на каждом шаге игрок сначала выбирает место преобразования в стартовом выражении, а затем применимое в этом месте правило преобразования (см рисунок 1). Стартовое выражение автоматически модифицируется по этому правилу, игрок вновь выбирает место и правило преобразования. Так продолжается до тех пор, пока стартовое выражение не станет удовлетворять целевым критериям. Тогда уровень становится пройденным, число шагов, за которое он пройден показывает, насколько хорошо игрок с ним справился.

Предлагаемый способ очень точно игрофицирует процесс решения учебных задач на преобразование символьных выражений для обучаемых, уверенно владеющих правилами преобразования в рассматриваемой предметной области. При незнании обучаемыми правил преобразования, игра подсказывает им, выводя исключительно возможные правила преобразования, из которых нужно лишь выбрать актуальное. На простых уровнях игроки могут изучать новые для них правила, а затем переходить к более сложным.

Здесь есть существенный нюанс, связанный с возможностью угадывания правил преобразования на несложных уровнях. А именно, игрок может угадыванием пройти легкие уровни, не изучив правил преобразования. Проходить без знания правил преобразования сложные уровни почти невозможно, угадывать придется из слишком большого числа вариантов правил и мест на слишком большом количестве шагов. А это

может приводить к разочарованию обучаемого, игра перестает быть интересной для него.

Поэтому предлагается на начальных простых уровнях давать задачи с небольшим количеством шагов, но с большим выбором правил преобразования, где игроку будет необходимо именно вникать в правила преобразования, угадывание должно становиться сложным.

Помимо игрофицирования процесса решения учебных задач на преобразование символьных выражений, предлагаемый подход позволяет автоматически проверять решения задач, ведь последовательность выбранных игроком правил и мест применения однозначно соответствует цепочке преобразований над символьными выражениями. Корректной, если все выбранные игроком правила правильны, и некорректной в противном случае.

Также игра существенно затрудняет списывание и заимствование результатов чужих трудов. Обмениваться последовательностями мест применения правил и самих правил преобразования, примененных в игре существенно сложнее, чем обмениваться ответами и даже решениями задач.

Эксперименты и результаты

Эксперименты проводились с целью убедиться, что предложенный способ игрофикации, во-первых, действительно стимулирует обучаемых к решению больших объемов задач. А во-вторых, действительно ли навыки учащихся возрастают в ходе подобных игр и как рост этих навыков при решении задач в игровом формате соотносится с ростом аналогичных навыков при решении задач в стандартной форме.

На основе предлагаемого метода нами было реализовано Android приложение с играми по описанной выше логике [22]. По воле случая, проводимые нами эксперименты пришлось на время самоизоляции; применение стандартных учебных мероприятий стало существенно затруднено, в связи с чем реализованные нами игры в Android-приложении использовались намного шире, чем мы рассчитывали.

По итогам, нами были проведены следующие эксперименты:

1. Студентам 2-го курса СПбПУ и студентам 1-го курса ЛЭТИ в рамках курса «дискретная математика» были предложены игры на логические исчисления и комбинаторные формулы. Первая игра включала в себя задачи на сведение одного логического выражения к другому, на метод резолю-

ций и на сведение логических выражений к НФ, всего 36 уровней-задач. Вторая — задачи на числа размещений, сочетаний и разбиений, всего 13 уровней-задач.

2. Случайно отобранным желающим учащимся 10–11х классов были предложены игры со связанными с ЕГЭ по математике и физике задачами на темы «формулы сокращенного умножения», «иррациональность», «логарифм», «тригонометрия», «перемещение», «молекулярная физика», «электродинамика» и «квантовая физика».

В целом в проведенных экспериментах обучаемые решали в среднем втрое больше число учебных задач, чем при стандартном подходе (для тех случаев, в которых число задач, решаемых при стандартном подходе, было доступно). Помимо этого, навыки обучаемых возрастали в ходе игры, это было видно по положительной динамике затраченных на уровень времени и числа шагов по отношению к сложности уровня. А именно, убыванию с возрастанием уровня отношений времени / числа шагов большинства играющих к хорошему для уровня времени / числу шагов.

Помимо этого, эксперименты показали ряд интересных особенностей:

1. Вредность использования ограничений по времени на уровень при использовании игры в обучающих целях. Данной ограничением тестировалось в эксперименте 1 и приводило к возрастанию применения неоптимальных правил с большой интенсивностью. То есть обучаемые переходили к случайному подбору правил при приближении временных границ.
2. Недостаточность визуальных объяснений для самостоятельного вникания в суть игры. А именно, многие из школьников 10–11 классов бросали игру, не решив даже вводной задачи, которая решается за один шаг.
3. Сложность продумывания качественных игр и недостаток удобных инструментов для их самостоятельного создания преподавателями.

Заключение

Предложенный способ игрофикации процесса решения учебных задач на преобразование символьных выражений позволяет стимулировать учащихся к решению существенно большего числа задач на применение формул без существенного увеличения временных затрат со стороны преподавателей. Это позволяет повысить навыки учащихся по владению формулами, и, таким образом, способствует повышению качества образования в целом. В текущий период вынужденной самоизоляции предлагаемые способы становятся особенно актуальными.

Результаты использования метода зависят от качества подготовки уровней-задач, их количества и комбинации с другими теоретическими и практическими упражнениями. Текущие способы настройки уровней слишком сложны для широкого применения. Мы про-

должаем работать в этой области, наши дальнейшие планы связаны с созданием удобных инструментов для конфигурирования игр, возможности автоматической генерации качественных задач-уровней и продумыванием новых способов игрофикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Auvinen T. Harmful Study Habits in Online Learning Environments with Automatic Assessment. Proceedings of the 2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering. — 2015 — С. 50–57.
2. Willman S., Linden R., Kaila E., Rajala T. and Laakso M. On study habits on an introductory course on programming. Computer Science Education. — 2015. — С. 276–291.
3. Tirronen M. and Tirronen V. A framework for evaluating student interaction with automatically assessed exercises. Koli Calling '16 Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. — 2016. — С. 180–181.
4. Gettinger, M., and Seibert, J. K. Best practices in increasing academic learning time. Best pract. Sch. Psychol. IV 1. — 2002 — P. 773–787.
5. Marsh, H. W., and Ware, J. E. Effects of expressiveness, content coverage, and incentive on multidimensional student rating scales: new interpretations of the dr. fox effect. J. Educ. Psychol. — 1982 — P. 74, 126.
6. Bretzke, H., and Vassileva, J. (2003). "Motivating cooperation on peer to peer networks," in 9th International Conference, UM 2003, eds P. Brusilovski, A. Corbett, F. de Rosi (Johnstown, PA).
7. Boud, D., and Molloy, E. (2013). Feedback in Higher and Professional Education: Understanding It and Doing It Well. London: Routledge.
8. Coursera. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ru.coursera.org/>
9. EDX. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.edx.org/>. Последний доступ 05.08.2020.
10. Stepik. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://welcome.stepik.org/en>.
11. WeBWork. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://webwork.elearning.ubc.ca/webwork2/>.
12. Moodle. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://moodle.org/>.
13. Kahoot. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://kahoot.com/>.
14. Castle Quiz. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://cleverver.me/>.
15. Euclidea. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.euclidea.xyz/>.
16. Пифагория. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hil_hk.pythagorea/.
17. XSection. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hil_hk.xsection/.
18. Обзор игр на интересную геометрию. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://helpix.ru/appinion/201612/1831-pifagorija_euclidea-interesnaja_geometrija.html/
19. GeoGebra. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.geogebra.org/>.
20. Novikov F. and Katsman V. Gamification of Problem Solving Process based on Logical Rules. Springer LNSC. — 2018 — С. 369–380,
21. Новиков Ф.А., Кацман В. И. Автоматическая проверка решений учебных задач на основе комбинации методов перебора логических правил и тестирования. Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения (IT-Technologies for engineering education: new trends and implementation experience), Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, — 2020 — С. 266–273.
22. Реализованное нами Android-приложение Matify. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=mathhelper.games.matify/>.

© Кацман Виктор Игоревич (vikto9494@gmail.com), Козлов Илья Алексеевич (kozlovilya@bk.ru),

Новиков Федор Александрович (fedornovikov51@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТА

PSYCHOLOGICAL MODEL
OF BEHAVIOR OF THE AGENT

S. Kiselev
S. Sazonov
E. Sazonova

Summary. Evacuation models used in fire safety technology have significantly expanded their capabilities over the past decades. They have become simple computational tools in which we deal with methods such as overcoming conflicts, while using modern modeling techniques it is possible to model complex behavior and decision making of people. Despite the progress, the methods of evacuation modeling seem obvious, their comparative capabilities for all years, everything that exists, in which there is room for improvement.

Evacuation models used in fire safety techniques have greatly expanded their capabilities over the past decades. They have become simple computational tools in which the equations of motion of people are implemented in discrete spaces, while using modern modeling methods it is possible to simulate complex behavior and decision making by people. Despite the progress of evacuation modeling methods when comparing their capabilities, it seems obvious that there are still many areas in which there is room for improvement.

In evacuation models, the movement of people is usually based on modeling the speed of unhindered walking, with which evacuees move, and the influences on it. This is one of the key factors influencing the results obtained using evacuation models. Currently, various methods of modeling the movement of people are used: steering behavior, models based on social forces, cellular automaton model, etc. Usually, as an input to evacuation models, the distribution of unimpeded travel speed is required, and then they use various methods, sub-models, algorithms for calculating speed with obstacles. When calculating the obstructive speed, two factors are mainly taken into account: 1) the interaction of the simulated evacuees with other evacuated people and 2) the interactions of those evacuated with the environment. Despite the fact that their use allows you to fix the relationship between the speed of movement, the density of people and the flow, there are additional factors that can affect the speed of movement with obstacles.

The article proposes a psychological model of the agent's behavior for the improvement of the multi-agent modeling method, which takes into account the individual characteristics of a person's personality, which is one of the factors affecting the speed of movement.

Keywords: multiagent modeling, agent model, evacuation modeling.

Киселев Сергей Сергеевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
kss89066905225@yandex.ru

Сазонов Сергей Юрьевич

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
serg_saz@mail.ru

Сазонова Екатерина Сергеевна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный
университет»
catasaz@mail.ru

Аннотация. Эвакуационные модели, используемые в технике пожарной безопасности, значительно расширили свои возможности в течение последних десятилетий. Они стали простыми вычислительными инструментами, в которых уравнения движения людей реализованы в дискретных пространствах, в то время как с помощью современных методов моделирования возможно моделировать сложное поведение и принятие решений людьми. Не смотря на прогресс методов эвакуационного моделирования при сравнении их возможностей кажется очевидным, что все ещё существует немало областей, в которых есть возможности для улучшений.

В эвакуационных моделях движение людей обычно основано на моделировании скорости беспрепятственной ходьбы, с которой передвигаются эвакуирующиеся, и влияющих на нее воздействий. Это один из ключевых факторов, оказывающих влияние на результаты, полученные с помощью моделей эвакуации. В настоящее время используются различные методы моделирования движения людей: поведение рулевого управления, модели на основе социальных сил, модель клеточного автомата и др. Обычно в качестве входных данных эвакуационным моделям требуется распределение беспрепятственной скорости передвижения, а затем они используют различные методы, подмодели, алгоритмы для расчета скорости с препятствиями. При расчете препятственной скорости в основном учитываются два фактора: 1) взаимодействие имитируемых эвакуированных с другими эвакуированными и 2) взаимодействия эвакуированных с окружающей средой. Не смотря на то, что их использование позволяет зафиксировать взаимосвязь между скоростью передвижения, плотностью людей и потоком, существуют дополнительные факторы, которые могут повлиять на скорость перемещения с препятствиями.

В данной статье предлагается психологическая модель поведения агента для совершенствования мультиагентного метода моделирования, которая учитывает индивидуальные особенности личности человека, что является одним из факторов, влияющих на скорость передвижения.

Ключевые слова: мультиагентное моделирование, модель агента, эвакуационное моделирование.

Введение

За последние десятилетия значительно увеличилось количество, возможности и использование в технике пожарной безопасности эвакуационных моделей [1]. Недавняя обзорная статья показала значительный рост числа публикаций в научных журналах, в которых принимаются во внимание эвакуационные модели [2]. С использованием моделей эвакуации были проведены различные типы исследований. Они сосредоточены на расширении возможностей модели и приложений модели в разных контекстах, эмпирических исследованиях валидации, вычислительной оптимизации и т.д. Рост научных исследований указывает на расширение сообщества эвакуационного моделирования. Также это может быть связано с принятием во всем мире кодов безопасности на основе характеристик [3], что, в свою очередь, связано с ростом числа применений эвакуационных моделей для техники пожарной безопасности.

Одной из основных проблем, связанных с эвакуационными моделями, является то, что они могут представлять определенные аспекты человеческого поведения, основанные на теоретических предположениях, а не на поведенческих данных [4]. Фактически, хотя эвакуационные модели в течение многих лет усовершенствовали свои возможности в представлении физических аспектов, связанных с пешеходными потоками, на сегодняшний день представление поведенческих аспектов эвакуации в значительной степени зависит от пользовательской компетенции модели, а не от применяемых методов моделирования. По этой причине в сообществе эвакуационного моделирования существует соглашение, согласно которому валидация модели должна быть одной из основных областей исследований эвакуации в будущем [1, 5]. В настоящее время продолжаются обсуждения о процессе проверки эвакуационных моделей и необходимости увеличения собираемых наборов поведенческих данных при пожарной эвакуации [6, 7]. Недостаток таких данных связан с тем, что некоторые аспекты, касающиеся поведения человека, часто моделируются не управляемыми данными, а теоретическими допущениями (как, например, в случае доэвакуационного моделирования, которое сегодня редко явно реализуется в эвакуационных моделях, и в котором полагаются на распределение времени предварительной эвакуации). В настоящее время сообщество по эвакуационному моделированию решает данную проблему за счет различных усилий международных групп по сбору данных, которые участвуют в человеческом поведении при пожарных исследованиях.

Среди методов моделирования и методологий для проектирования и спецификации обычных программных систем существуют объектно-ориентированные

подходы, основанные на центральном понятии объектов, которые инкапсулируют информацию состояния как совокупность значений данных и определяют поведение с помощью хорошо определенных интерфейсов для операций над этой информацией. Объектно-ориентированные методы определяют основные этапы идентификации, проектирования и переопределения объектов, позволяя абстрагироваться с помощью классов объектов и наследование в иерархии классов. Стремясь разработать методологию и модель, которая обеспечивает адекватную поддержку процесса разработки агентной системы, наш подход состоял в том, чтобы изучить, как существующие объектно-ориентированные методы моделирования могут быть расширены для применения к системам агентов. Объектно-ориентированные методы достигли значительной степени зрелости, и их преимущества получили широкое признание. Основываясь на существующих, хорошо понятных методах и адаптируя их, мы стремились разработать модель агента, которая будет легко узнаваема и понятна тем, кто знаком с парадигмой объектно-ориентированности.

Целью работы является усовершенствование метода мультиагентного моделирования с помощью разработки модели агента, которая будет учитывать психологические факторы, оказывающие влияние на поведение и мотивацию агента.

1. Постановка задачи

Эвакуационные модели обычно предполагаются как самовозбуждающиеся системы частиц [8], то есть желаемая беспрепятственная скорость передвижения обычно представляет собой постоянное значение, полученное из распределения, которое затем уменьшается из-за разных факторов. В эмпирических и теоретических исследованиях вместо этого обсуждалось, что на желаемую скорость беспрепятственной ходьбы может влиять уровень мотивации каждого человека [9, 10]. В данном случае мотивация представлена в контексте активирующего эффекта, т.е. скорость ходьбы имеет тенденцию к увеличению с повышением мотивации. Хотя это общая концепция, известная в других областях, например, в спортивной науке [11], этот вопрос не был тщательно исследован в эвакуационных исследованиях. В частности, мотивация может сыграть важную роль в определении индивидуальной или групповой желаемой скорости беспрепятственной ходьбы. Этот вопрос рассматривался в экспериментальных исследованиях, направленных на наблюдение скоростей ходьбы в нормальных и эвакуационных условиях [12]. В частности, мотивация может сыграть важную роль в определении индивидуальной или групповой желаемой беспрепятственной скорости ходьбы. Аналогичным образом, недавние экспериментальные исследования показали, что люди склонны уве-

личивать скорость ходьбы в непосредственной близости от своего целевого назначения [13]. Представление человеческого поведения и сама движущая мотивация (т.е. фаза предварительного эвакуации) также связана с симуляцией восприятия риска, фундаментальным компонентом процесса пожарной эвакуации [14], который до сих пор редко принимался во внимание в эвакуации моделей. Например, были предприняты первоначальные попытки интегрировать восприятие риска и более сложные поведенческие переменные в модели принятия решений по эвакуации [15, 16], но для проведения таких калибровок для разных сценариев и условий необходимы дальнейшие экспериментальные исследования.

2. Описание модели агента

При разработке агентной системы стоит принять во внимание более специализированный набор моделей, которые работают на двух разных уровнях абстракции. Во-первых, с внешней точки зрения система разбивается на агентов, смоделированных как сложные объекты, характеризующиеся своим назначением, своими обязанностями, услугами, которые они выполняют, информацией, которая им необходима, и их внешними взаимодействиями. Во-вторых, с внутренней точки зрения, на элементы, которые требуются для конкретной архитектуры агента, и которые должны быть смоделированы для каждого агента. В нашем случае, это убеждения, цели и планы агента.

Описание системы агентов с внешней точки зрения фиксируется в двух моделях, которые в значительной степени не зависят от архитектуры.

- ◆ Модель агента описывает иерархическое отношение между различными абстрактными и конкретными классами агентов и идентифицирует экземпляры агента, которые могут существовать в системе, их множественность, а также момент, когда они появляются.
- ◆ Модель взаимодействия описывает обязанности класса агента, предоставляемые им услуги, связанные с ним взаимодействия и контролирует отношения между классами агентов. Сюда входят синтаксис и семантика сообщений, используемых для межагентной связи и связи между агентами и другими системными компонентами, такими как пользовательские интерфейсы.

С внутренней точки зрения каждый класс агента задается тремя моделями, соответствующими архитектуре, которые описывают его информационное и мотивационное состояние и его потенциальное поведение.

- ◆ Модель убеждений описывает информацию об окружающей среде и внутреннем состоянии, которые могут быть у агента этого класса, и дей-

ствия, которые он может выполнять. Возможные убеждения агента и их свойства, например, могут ли они со временем меняться, описываются набором убеждений. Кроме того, может быть определено одно или несколько состояний убеждений — конкретные случаи набора убеждений и используемые для указания начального психического состояния агента.

- ◆ Модель цели описывает цели, которые может выбрать агент, и события, на которые он может ответить. Она состоит из набора целей, который определяет область цели и события, а так же одно или несколько состояний цели (совокупности целей цели), используемых для определения начального психического состояния агента.
- ◆ Модель плана описывает планы, которые агент может использовать для достижения своих целей или реагировать на события, которые он воспринимает. Он состоит из набора планов, который описывает свойства и структуру управления отдельными планами.

Одним из психологических факторов, оказывающих влияние на модель убеждений, является темперамент человека.

С психологической точки зрения существует 4 типа темперамента: флегматический, холерический, сангвинический и меланхолический. В экстренной ситуации люди с определенным темпераментом по-разному ведут себя.

Так как в природе не существует людей с четко выраженным определенным типом темперамента, то мы предлагаем наделять агента двумя типами темперамента.

Мы предполагаем введение коэффициента наступления паники (p) в зависимости от темпераментов. В случае, если при проверке этот коэффициент больше определенного значения, то агент впадает в паническое состояние. Так как паника проявляется в различных формах (от полного бездействия до неупорядоченных действий), то мы предполагаем введение ещё одного коэффициента (η), в зависимости от значения которого будет выбираться тип панического состояния. Проверка коэффициентов будет проводиться при каждой итерации моделирования системы.

3. Алгоритм моделирования агента

На рисунке 1 представлена блок-схема алгоритма поведения моделируемого агента.

На этапе создания агент наделяется физическими характеристиками (возраст, мобильность, занимаемая

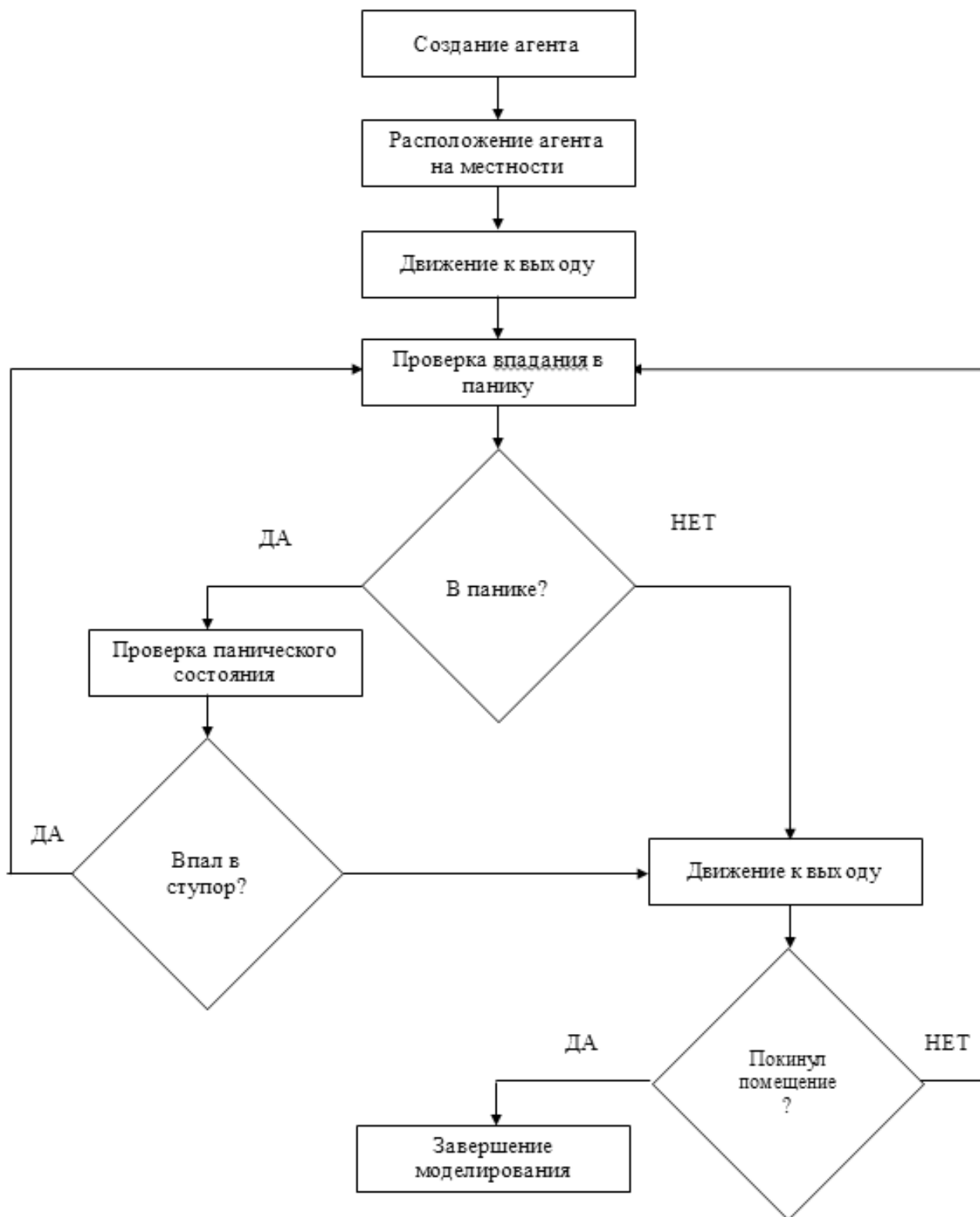


Рис. 1. Блок-схема алгоритма поведения моделируемого агента

площадь, скорость передвижения), убеждениями, целью (эвакуироваться из помещения), планом (выбор маршрута эвакуации), темпераментом (случайно выбираются 2 типа темперамента и случайно устанавливается их процентное соотношение).

На этапе расположения агента на местности агент случайно располагается в созданном помещении.

Далее агент начинает двигаться в сторону выхода в соответствии с правилами своего плана.

На основе соотношения темпераментов (коэффициент p) каждую секунду моделирования проводится проверка состояния агента.

В том случае, если агент впал в панику, то проводится проверка панического состояния агента (коэффициент η) и изменяется его скорость передвижения. Если агент впал в ступор, то скорость передвижения становится равной 0 и агент ожидает следующей проверки состояния, так как существует вероятность, что агент успокоится и начнет движение к выходу. Если же агент не впал в ступор, то его скорость изменяется случайным образом и он продолжает движение к выходу.

Если при проверке агент не впал в панику, то он продолжает движение к выходу с неизменной скоростью.

В том случае, если агент покинул помещение, то он удаляется из модели и процесс моделирования агента завершается.

Заключение

Предлагаемая модель может быть использована для модификации систем управления эвакуацией людей, основанных на мультиагентных методах моделирования. Так как модель принимает во внимание убеждения, цели и планы агента, то при моделировании появляется возможность описать потенциального человека наиболее полно с психической точки зрения.

Учет при моделировании психической особенности личности — темперамента, и его влияние на возможность человека впасть в паническое состояние, позволяет оценивать полное время эвакуации с большой приближенностью к реальности, поскольку в любой момент времени человек может впасть в ступор или изменить направление движения относительно выхода в другую сторону.

Однако данная модель принимает во внимание только один личностный психический фактор. Для улучшения модели следует внедрить другие личностные характеристики и тем самым усовершенствовать моделирование поведения людей при эвакуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Enrico Ronchi, and Michael Kinsey. "Evacuation Models of the Future: Insights from an Online Survey on User's Experiences and Needs." In, 145–155. Capote, J. et al, Santander, Spain. 2011.
2. Hendrik Vermuyten, Jeroen Beliën, Liesje De Boeck, Genserik Reniers, and Tony Wauters. "A Review of Optimisation Models for Pedestrian Evacuation and Design Problems." *Safety Science* 87 (August): 167–178. Aug. 2016.
3. Brian J. Meacham. "Fire Safety Engineering at a Crossroad." *Case Studies in Fire Safety* 1 (March): 8–12. Mar. 2014.
4. S.M.V. Gwynne, L. M. Hulse, and M. J. Kinsey. "Guidance for the Model Developer on Representing Human Behavior in Egress Models." *Fire Technology*, May. May 2015.
5. Enrico Ronchi. "The Need for a Verification and Validation Protocol for Evacuation Models." In. Gaithersburg, MD (US). 2014.
6. J.D. Averill. "Five Grand Challenges in Pedestrian and Evacuation Dynamics." In *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, edited by Richard D. Peacock, Erica D. Kuligowski, and Jason D. Averill, 1–11. Springer US, Boston, MA. 2011.
7. Enrico Ronchi, Erica D. Kuligowski, Paul A. Reneke, Richard D. Peacock, and Daniel Nilsson. "The Process of Verification and Validation of Building Fire Evacuation Models. Technical Note 1822." National Institute of Standards and Technology. 2013.
8. Tamás Vicsek, András Czirók, Eshel Ben-Jacob, Inon Cohen, and Ofer Shochet. "Novel Type of Phase Transition in a System of Self-Driven Particles." *Physical Review Letters* 75 (6): 1226–1229. Aug. 1995
9. Ethel Graat, Cees Midden, and Paul Bockholts. "Complex Evacuation; Effects of Motivation Level and Slope of Stairs on Emergency Egress Time in a Sports Stadium." *Safety Science* 31 (2): 127–141. Mar. 1999. doi:10.1016/S0925-7535(98)00061-7.
10. Enrico Ronchi, Paul A. Reneke, and Richard D. Peacock. "A Conceptual Fatigue-Motivation Model to Represent Pedestrian Movement during Stair Evacuation." *Applied Mathematical Modelling* 40 (7–8): 4380–4396. Apr. 2016.
11. Robert J Vallerand, and Gaétan F Losier. "An Integrative Analysis of Intrinsic and Extrinsic Motivation in Sport." *Journal of Applied Sport Psychology* 11 (1): 142–169. 1999.
12. CJ Khisty. *Pedestrian Flow Characteristics on Stairways during Disaster Evacuation*. HS-040 034. 1985.
13. Enrico Ronchi, Johan Norén, Mattias Delin, Kalev Kuklane, Amitava Halder, Silvia Arias, and Karl Fridolf. *Ascending Evacuation in Long Stairways: Physical Exertion, Walking Speed and Behaviour*. 3192. Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund, Sweden. 2015.

14. Max T. Kinateder, Erica D. Kuligowski, Paul K. Reneke, and Richard D. Peacock. A Review of Risk Perception in Building Fire Evacuation. NIST TN1840. National Institute of Standards and Technology. Sep. 2014.
15. Ruggiero Lovreglio, Enrico Ronchi, and Daniel Nilsson. "A Model of the Decision Making Process during Pre-Evacuation." Fire Safety Journal 78 (November): 168–179. Nov. 2015. doi:10.1016/j.firesaf.2015.07.001.
16. Ruggiero Lovreglio, Enrico Ronchi, and Daniel Nilsson. "An Evacuation Decision Model Based on Perceived Risk, Social Influence and Behavioural Uncertainty." Simulation Modelling Practice and Theory 66 (August): 226–242. Aug. 2016.

© Киселев Сергей Сергеевич (kss89066905225@yandex.ru),
Сазонов Сергей Юрьевич (serg_saz@mail.ru), Сазонова Екатерина Сергеевна (catasaz@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



РИСКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Крюков Алексей Анатольевич

АО «Концерн воздушно-космической обороны
«Алмаз-Антей»
alexeykryukov@yandex.ru

RIKES IN THE PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEM OF AN INDUSTRIAL ORGANIZATION

A. Kryukov

Summary. The Efficiency of business entities, according to modern management requirements, is mainly determined by the human resources potential, employee qualifications, and personnel policy of the enterprise.

Full-time employees are an organic element of any enterprise, since it is the person who is the basis of production. Based on this provision, the company's management should take into account all risks directly related to personnel. Risks in personnel management are considered to be the possible probability of losses for the company associated with the activities of the company's personnel.

The article analyzes the most frequent groups of risks and their causes; defines a strategy for minimizing them.

Keywords: enterprise personnel, risks, personnel management, risk minimization.

Аннотация. Эффективность деятельности хозяйствующих субъектов, согласно современным требованиям управления, обуславливается, главным образом, кадровым потенциалом, квалификацией сотрудников, кадровой политикой предприятия.

Штатные работники являются органичным элементом любого предприятия, поскольку именно человек представляет собой основу производства. Исходя из данного положения, руководством предприятия должны учитываться все риски, непосредственно связанные с персоналом. Рисками в управлении персоналом принято считать возможную вероятность убытков для предприятия, связанную с деятельностью персонала предприятия.

В статье проведен анализ наиболее частых групп рисков и причин их возникновения; определена стратегия по их минимизированию.

Ключевые слова: персонал предприятия, риски, управление персоналом, минимизация рисков.

Предприятия предпочитают устранять любые риски, при этом, существует правило, что абсолютное отсутствие рисков не менее вредит организации. Необходимо четко обозначить тот уровень риска, который приемлем для деятельности предприятия, а для определения санкций к различным рискам, необходимо сопоставить риски предприятия в целом и риски в системе управления персоналом. Задача минимизации рисков в системе управления персоналом обусловлена важнейшей ролью человеческого фактора в функционировании предприятия.

Риск является совокупностью вероятности и последствий наступления негативных событий, при этом риск не всегда связан с негативными последствиями, поскольку может привести и к положительным результатам, в виде прибыли или успешного проекта. Риски в системе управления персоналом — явление постоянное, имеющее место на этапе найма, при прохождении испытательного срока, в процессе работы и при увольнении работника.

Риски при найме сотрудника на работу включают в себя ухудшение имиджа компании и финансовые потери, связанные с наймом неподходящего кандидата. Риск, связанный с ухудшением имиджа организации, может возникнуть по причине некорректного содержания и формы объявления о вакансии или из-за необученного персонала, уже работающего на предприятии.

Причинами риска подбора нерелевантного кандидата можно рассматривать переоценку его профессиональных качеств, недооценка предыдущего опыта работы, противоречие целей организации и личных целей соискателя, психологическая несовместимость с коллективом, слабая мотивация к работе; отсутствие на этапе подбора проверки соискателя [2].

Для минимизирования рисков при найме персонала, необходимо ужесточение проверки, начиная от контроля паспортных и анкетных данных или проверки подлинности документов об образовании и завершая использованием различных методов тестирования.

Во время работы с персоналом, часто встречающимся риском является трансформация предприятия в кадрового поставщика обученных специалистов для своих же конкурентов. Причиной является в неполной мере разработанные системы мотивации сотрудников, отсутствие организованности в коллективе и т.п. Снизить данные риски можно с помощью продуманной системы мотивации, включающей не только материальные, но и нематериальные способы стимулирования, а также предоставление возможности профессионального роста.

Риски, обусловленные увольнением персонала, могут возникнуть в случае конфликтного увольнения сотрудника. Рисками для организации, при подобном развитии событий, могут быть как моральный ущерб предприятию в виде антирекламы, так и финансовые потери, при факте обращения уволенного работника в судебные инстанции.

Уменьшить риски поможет правильная организация процедуры увольнения. Работодателю необходимо объяснить сотруднику причины увольнения, грамотно прокомментировать ситуацию, что в результате такого решения обеим сторонам будет лучше, постараться сохранить контакт с работником после его ухода [3, с. 155].

Анализ рисков в сфере управления персоналом позволяет выявить факторы, оказывающие значительный отрицательный эффект на работу персонала и всего предприятия, что способствует нахождению оптимального решения для сохранения необходимого уровня вовлеченности и удовлетворенности работников, формирования профессиональных компетенций и увеличения эффективности труда.

Человеческий фактор значительно влияет на деятельность системы управления предприятием, на количество и виды потенциальных конфликтов, их частоту и способы разрешения, на уровень корпоративной культуры, на репутацию предприятия.

Как правило, рассмотренная группа рисков может быть минимизирована при помощи методов мониторинга и контроля, применения кадрового аудита, развития персонала, обеспечения условий для карьерного роста, создания алгоритмов подбора и найма работников, улучшения микроклимата в коллективе, повышении заинтересованности работника в длительном сотрудничестве [2].

В состоянии расширения экономических рисков на предприятии возрастает актуальность обеспечения ее кадровой безопасности. Система управления кадровой безопасностью призвана уберечь сотрудников

предприятия от внешних и внутренних угроз, а также гарантировать защиту от рисков, обусловленных противоправной и дестабилизирующей деятельностью работников — воровством, мошенничеством, взяточничеством и др., утечкой информации (коммерческой тайны, персональных данных, служебных сведений).

Причиной противоправных поступков сотрудников эксперты называют невысокий уровень лояльности персонала, часто обусловленный деструктивными (токсическими) действиями менеджеров.

Положение кадровой безопасности предприятия непосредственно отражается на благонадежности персонала, обусловленной удовлетворенностью рабочим местом и руководством, его проактивности и вовлеченности. Удовлетворенность можно определить как состояние работника, которого в целом устраивает предприятие, условия труда (заработная плата, содержание трудовых функций и др.) и он не склонен подыскивать себе другую работу. Лояльностью принято считать такое состояние сотрудника, при котором он выражает верность компании, хорошо выполняет свои должностные обязанности, ему нравится, он согласен работать на предприятии длительное время. Лояльность предусматривает появление некоторого эмоционального компонента (в отличие от удовлетворенности).

В совокупности, состояние удовлетворенности, лояльности и проактивности (стремление работать с максимальной отдачей, выражать инициативность, ориентированную на улучшение работы, искать новые решения проблем и задач) обуславливают возникновение вовлеченности.

Следовательно, можно предположить, что эти четыре компонента формируют уровень благонадежности по отношению к предприятию и имеют с ней корреляционную связь [6] (рис. 1).

С другой стороны, уровень благонадежности обусловлен наличием кадровых угроз. Акцент следует поставить на рост в компаниях токсических практик управления персоналом. Токсический руководитель наносит серьезное негативное влияние на работников, группы и организации, исходя из своих рассогласованных личностных качеств и деструктивного поведения.

Воздействие токсического менеджмента на кадровую безопасность производственного предприятия, представляет собой объект изучения в рамках мониторингового исследования уровня лояльности и вовлеченности персонала, проводимого на протяжении нескольких лет А.Э. Федоровой и Л.В. Несовой, некоторые результаты которого представлены далее [6].

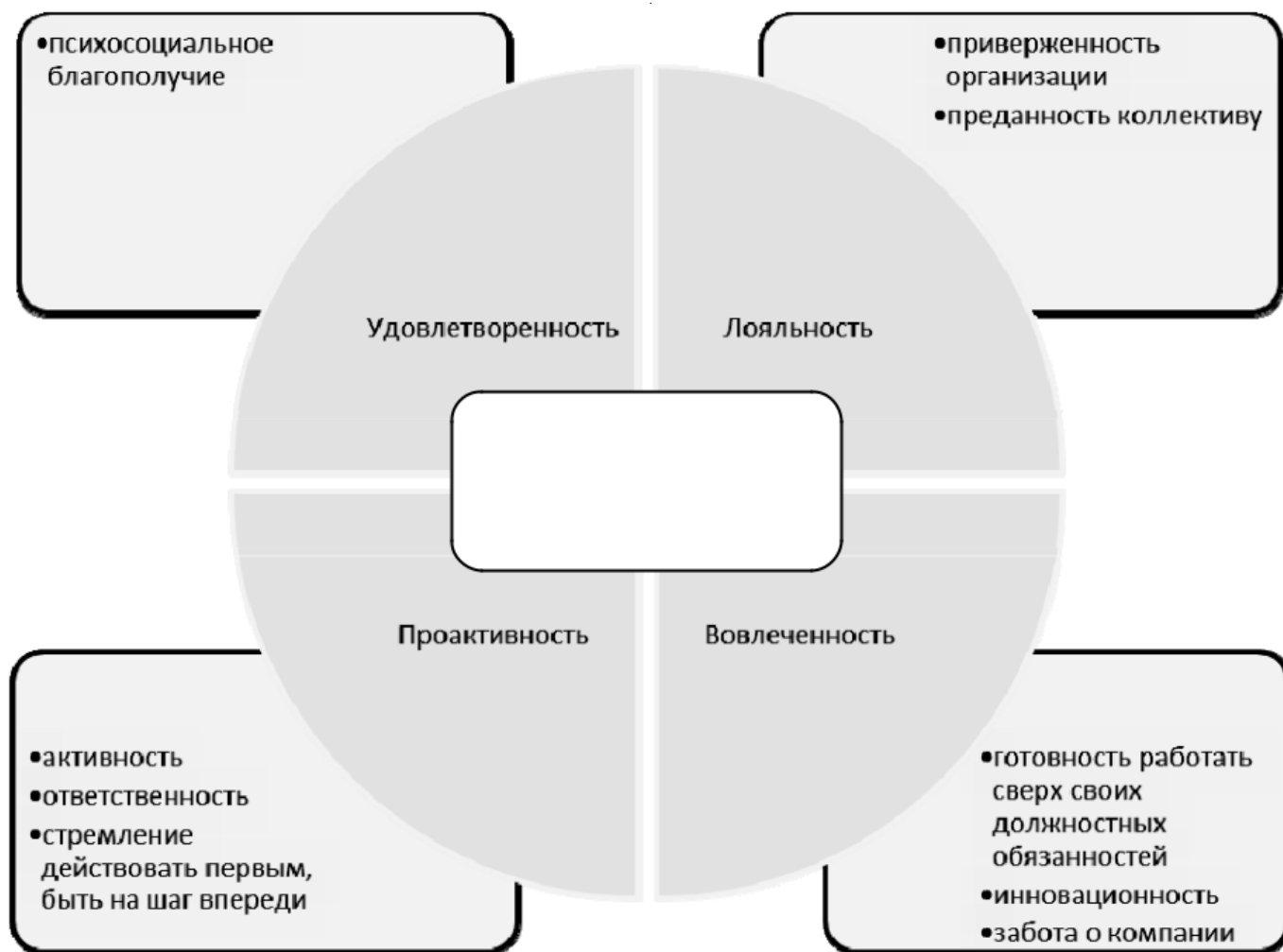


Рис. 1. Взаимосвязь между факторами благонадежности персонала организации

Проверка уровня лояльности и вовлеченности сотрудников крупного промышленного предприятия Уральского региона осуществляется ежегодно, на протяжении нескольких лет. В данной работе приведены некоторые результаты исследования за 2013–2015 гг. Целью разработки является установление причин внутриорганизационной среды, влияющих на степень лояльности, вовлеченности, надежности персонала и состояние кадровой безопасности предприятия.

В основе исследования лежит анонимное анкетирование работников предприятия. Количество респондентов несколько менялось на протяжении исследуемого периода, составив в 2013 г. — 1 003 чел., в 2014 г. — 1 490 чел., в 2015 г. — 1 146 чел. (28,7, 42,6 и 32,7% общего количества сотрудников данного предприятия).

В качестве способа оценки кадровых рисков на предприятии был выбран метод экспертных оценок, реали-

зуемый способом обработки мнений опытных специалистов.

Экспертами для проведения данного анализа были выбраны: заместитель гендиректора по общим вопросам — 1 эксперт; специалист по кадровым вопросам — 2 эксперта; менеджер по подбору персонала — 3 эксперта.

В таблице 1 выведены итоги оценки кадровых рисков на промышленном предприятии. Балльная оценка кадрового риска распределялась экспертами в зависимости от вероятности его наступления: 0 — риск не существенен для предприятия; 25 — имеется незначительная вероятность появления риска; 50 — равная вероятность появления или не появления риска; 75 — имеется большая вероятность появления риска; 100 — риск определено наступит.

Степень воздействия каждого риска определяется следующими значениями:

Таблица 1. Результаты оценки кадровых рисков в промышленной организации

Риски	Эксперты			Средний балл оценки рисков	Степень влияния	Вес	Оценка
	1	2	3				
Несбалансированность возрастных групп персонала	50	50	50	50	3	0,05	2,5
Отсутствие мониторинга угроз жизненно важных интересов предприятия	75	75	75	75	2	0,075	5,5
Отсутствие мер по выявлению, предупреждению и пресечению действий, способных повлечь урон интересам предприятия	75	75	75	75	2	0,075	5,5
Подбор персонала недостаточной квалификации	75	75	50	66,6	3	0,075	5
Недостаточное количество мероприятий для формирования лояльности работников предприятия	75	50	50	58,3	3	0,05	2,9
Наличие конфликтов интересов работников и работодателя	50	75	50	58,3	3	0,05	2,9
Отсутствие оценки различных форм проявления нелояльности и неблагонадежности работников организации	50	75	75	66,6	2	0,075	5
Итого							29,3

1 — недопустимая степень воздействия, вес значения — 0,1;
 2 — значительная степень воздействия, вес значения — 0,075;
 3 — средняя степень воздействия, вес значения — 0,05;
 4 — приемлемая степень воздействия, вес значения — 0,01.

Оценки экспертов были приведены к среднему значению, которое использовалось в дальнейших расчетах.

Как видно из таблицы 1, суммарное значение кадровых рисков на данном промышленном предприятии, составляет 29,3 балла, что представляет собой приемлемый показатель, в тоже время, выявляет слабые стороны в управлении персоналом [6].

Полученные результаты анализа деятельности промышленного предприятия показывают необходимость устранения следующих выявленных недостатков:

- ♦ отсутствие понимания вероятности проявления кадровых рисков при создании стратегических и тактических планов предприятия;
- ♦ не в полной мере разработан пакет внутренних локальных документов, фиксирующих основы и методы управления кадровыми рисками;

- ♦ отсутствие оформленного алгоритма выявления, анализа и оценки кадровых рисков;
- ♦ ограниченная эффективность действующих мероприятий по сокращению кадровых рисков;
- ♦ не в полной мере обозначены функции специалистов (локальные цели), не озвучены стратегические цели предприятия.

По итогам ежегодных исследований, проводимых на производственном предприятии, можно увидеть, что большая часть факторов, укрепляющих благонадежность работников, обусловлена проблемой эффективных коммуникаций. На практике, недостаток официальной информации заменяется слухами и догадками, поэтому встает проблема прозрачности и доступности информации для работников.

В целях устранения выявленных проблем рекомендовано ввести систему прозрачных коммуникаций, используемых как инструмент гарантии кадровой безопасности предприятия [3].

С целью обнаружения и минимизации рисков появления угроз кадровой безопасности, сделать регулярным контроль влияющих факторов, создавая условия, невыгодные для совершения неблагонадежных действий по отношению к предприятию. По этой причине важнейшее значение для организации имеет предупре-



Рис. 2. Обобщенная схема кадровых рисков

ждающая и регулярная диагностика уровня лояльности и благонадежности сотрудников. Данная методика объединяет в себе потенциал обнаружения кадровых рисков и путей их сокращения для укрепления благонадежности работников, а внедрение предлагаемой системы прозрачных коммуникаций даст возможность администрации исследуемого промышленного предприятия способствовать эффективности информационного обеспечения сотрудников, снижая кадровые риски и укрепляя кадровую безопасность компании [1, с. 41].

Стратегической задачей промышленной организации в области управления персоналом является формирование высококвалифицированного и мобильного кадрового резерва. Современная цель менеджеров по управлению персоналом представляет собой модернизацию и улучшение качества подготовки, переподготовку и повышение мастерства персонала, со-

вершенствование инструментов оценки деятельности и мотивации, стимулирования трудовых процессов сотрудников, разработка самообучающейся организационной среды, формирование благоприятного социально-психологического климата.

Главным противоречием в формировании и реализации стратегии управления кадровыми рисками является недостаточная проработка стратегии, с учетом целостной системы кадрового менеджмента промышленного предприятия.

Заключение. На фоне актуализации процедуры продвижения кадровой политики предприятия, увеличивается роль системы контроля кадровых рисков, как средства повышения продуктивности и плодотворности труда персонала. Риски в управлении персоналом представляют собой неотъемлемую часть функционирования любого предприятия и могут появиться на любом

этапе этого управления. Возникающие кадровые риски в системе управления персоналом показывают рост ценности человеческого фактора и эффективности системы менеджмента в решении стратегических вопросов промышленных предприятий.

Кадровые риски на предприятии могут обнаруживаться разными способами:

- ◆ несоблюдение сотрудниками трудовой дисциплины и принятых правил поведения;
- ◆ увеличение уровня неплототворной конфликтности и стрессогенности в среде сотрудников предприятия;
- ◆ недостаточно эффективная организационная структура;
- ◆ слабый уровень профессиональной квалификации работников;
- ◆ рост текучести кадров;
- ◆ финансовый урон (мошенничество);
- ◆ угрозы информационной безопасности;
- ◆ риски утраты репутации;

- ◆ невосприимчивость сотрудников к нововведениям;
- ◆ риски несоблюдения трудового законодательства и пр.

Регулирование кадровыми рисками на предприятии заключается в их выявлении, идентификации и оценке. Требуется осуществление классификации кадровых рисков, с целью оценки экспертом (менеджером по персоналу) место каждого риска в общей системе, для выбора эффективных методов управления рисками, модернизации кадровой политики и стратегического развития промышленного предприятия.

Основным научным результатом исследования можно определить систематизированную рекомендацию по управлению риском коммуникаций на базе концепции превентивного риск-менеджмента. Знание основных источников риска предоставляют возможность прогнозировать деятельность, учитывая возможные угрозы, и выбрать адекватные меры реагирования на них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гатти М., Федорова А. Э. Токсические элементы корпоративных социально-трудовых отношений: рабочее место, руководство и персонал // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». — 2014. — № 2. — С. 46–51.
2. Минеева Н. С. Риски в системе управления персоналом // Наука и образование сегодня. 2017. № 12(23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-v-sisteme-upravleniya-personalom> (дата обращения 25.05.2020)
3. Родина Л. А. Управление рисками коммуникаций на промышленных предприятиях // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2018. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-kommunikatsiy-na-promyshlennyh-predpriyatiyah> (дата обращения 25.05.2020)
4. Слободской А. Л. Риски в управлении персоналом: учеб. пособие / под ред. В. К. Потемкина. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. — 155 с.
5. Федорова А. Э. Реализации элементов управления рисками бизнес-процессов в стандартах на системы менеджмента промышленного предприятия // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. 2015. № 2 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-realizatsii-elementov-upravleniya-riskami-biznes-protsessov-v-standartah-na-sistemy-menedzhmenta-promyshlennogo> (дата обращения: 25.05.2020).
6. Федорова А. Э., Л. В. Несова Л. В. Исследование кадровых рисков и факторов благонадежности персонала промышленного предприятия // ЖУРНАЛ Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2017. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-kadrovyyh-riskov-i-faktorov-blagonadezhnosti-personala-promyshlennogo-predpriyatiya> (дата обращения 25.05.2020)

© Крюков Алексей Анатольевич (alexeykryukov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ANALYSIS OF STATE SUPPORT OF INNOVATIVE ACTIVITIES

A. Muravyeva

Summary. The article is devoted to the analysis of state support for innovative activities. Based on the consideration of the methods of state support for innovation in Russia and abroad, a conclusion is drawn about the situation of innovation policy in the country as a whole.

Keywords: innovation, state support, innovation activities, innovation policy, regulatory framework.

Муравьева Александра Олеговна

*Московский областной филиал Академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации
89151589804@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена анализу государственной поддержки инновационной деятельности. На основе рассмотрения способов государственной поддержки инновационной деятельности в России и за рубежом сделан вывод о ситуации инновационной политики в стране в целом.

Ключевые слова: инновации, государственная поддержка, инновационная деятельность, инновационная политика, нормативно- правовая база.

В современной России инновационная деятельность стала развиваться все больше и больше, так как инновации сейчас воздействуют практически на все стороны жизни общества и государства. Именно инновации становятся неким катализатором экономического роста не только страны, но и ее регионов. Вследствие этого повышается конкурентоспособность страны на мировом рынке.

Инновационная деятельность — это функционирование компаний с целью поиска и осуществления инноваций для оптимизации ассортимента и производства товаров и услуг высокого качества, а также модернизации производства [5, с. 72].

Данный вид деятельности представлен в первую очередь определением текущих проблем компании, затем реализацией инновационного процесса и, наконец, организацией данного вида деятельности.

Экономическая политика государства представлена в том числе и инновационной составляющей, в рамках которой само государство осуществляет определение основных задач и направлений деятельности органов государственной власти в научно-технической сфере, как и осуществлении достижений данной области, где в качестве ключевых целей и задач выступают формирование необходимых условий для осуществления инновационной политики, модернизация производственной сферы и формирование надлежащих условий для успешной конкурентоспособности российской продукции на базе внедрения инноваций, а также поддержки данной продукции на международном рынке и улучшения экспортной составляющей [6, с. 108].

Инновационная политика, да и инновационная деятельность в целом требует понимания ее сущности, тенденций и особенностей для эффективного использования этого направления страной как инструмента повышения влияния в мире. Также немало важно отметить тот момент, что инновации развиваются семимильными шагами. И то, что было инновацией вчера, сегодня уже становится устаревшей моделью. В связи с этим возникла и существует до сих пор нужда в постоянной актуализации и совершенствовании способов государственной поддержки инновационных проектов.

Сами способы государственной поддержки инновационных проектов можно разделить на несколько подгрупп:

- ◆ материальные и нематериальные
- ◆ прямые и косвенные
- ◆ федеральные, региональные

К материальным способам государственной поддержки относится финансово-денежная помощь государства какому-то направлению инновационной деятельности или же конкретному инновационному проекту. К нематериальным способам государственной поддержки инновационной деятельности можно отнести законодательное регулирование и обеспечение, социальную политику государства, касательно инновационной деятельности и др.

Прямые методы представлены в первую очередь участием выдающихся ученых в очень значимых мероприятиях на государственном уровне с получением соответствующих почетных званий и наград, что, в сущности, представляет собой существенную моральную под-

держку. Также сюда к данным мерам поддержки можно отнести инвестирование со стороны государства.

В свою очередь косвенные меры представлены главным образом налоговыми льготами, осуществление которых производится посредством снижения налогооблагаемой базы и налоговых ставок.

В первом случае всевозможные инновационные затраты относятся на издержки производства.

Во втором же случае существуют всевозможные льготы по уплате налога на прибыль, среди которых в нашей стране главной выступает в снижении облагаемой прибыли на сумму средств, направленных на техническое перевооружение, реконструкцию, расширение, обновление производства.

Налогооблагаемая прибыль уменьшается также на сумму средств, направленных на проведение собственных НИР и ОКР, а также в РФФИ и РФТР, но не более 10% облагаемой прибыли в общей сложности. Налогооблагаемая прибыль уменьшается на сумму дивидендов, выплачиваемых предприятиями физическим лицам, в случае их инвестирования внутри предприятия на техническое перевооружение, реконструкцию и расширение производства, включая затраты на НИР и ОКР [7].

Стимулирование нововведений производится различными методами и способами. В РФ от НДС освобождаются: бюджетные НИР и ОКР; патентно-лицензионные промышленные операции; поступающее в нашу страну научно-техническое оборудование; поступающая в нашу страну продукция на основе договоров с зарубежными предприятиями для одновременных работ в научной сфере; обороты по продажам культурной и научной книжной продукции, а также вся деятельность, которая связана с издательством такой продукции [4, с. 186].

Главным образом предназначение льгот по налогу на имущество направлено на то чтобы поддерживать производственные и научные хозяйствующие субъекты.

В нашей стране не облагается налогом имущество научно-исследовательских учреждений, различных учреждений РАН, РАСН, РАМН, РАО, Государственный научный центр и прочие учреждения. Точно таким же предназначением обладают и льготы по уплате земельного налога.

Новейшие технологии в области инноваций являются доступными благодаря поддержке со стороны государства финансового лизинга посредством предоставления различных льгот по данному виду деятельности и соответствующим платежам.

Способы государственной поддержки инновационной деятельности в Российской Федерации делятся на федеральные и региональные в зависимости от источника поддержки конкретного направления.

Улучшение и эффективное развитие экономики возможно благодаря инновационной деятельности, поскольку происходит поэтапная смена отраслей с привычных существующих на те отрасли, в которых осуществляется использование самых передовых технологий, что как раз на сегодняшний день и подтверждается мировой практикой, где примером может служить Германия, в которой практически 100% прироста ВВП производится посредством использования результатов научно-технической деятельности и инноваций.

Таким образом, инновационная деятельность способствует не только стремительному экономическому и промышленному развитию, но и развитием на международном рынке. В развитых западных странах, как правило, научно-технический прогресс и современные инновации, как и модернизация производственной сферы, главным образом и определяют общее эффективное экономическое развитие и потенциал.

В настоящий момент только результативная и надлежащая инновационная политика может с уверенностью определять эффективное развитие экономики, что является стратегическим условием для каждого государства [4, с. 186].

Тем не менее, модернизация и внедрение передовых технологий осуществлялось в разных странах по-разному.

К примеру, огромное количество американских учреждений научной сферы проводят свои исследования на контрактной основе и посредством грантов негосударственными учреждениями, т.е. они выступают в качестве основного аспекта в системе НИОКР.

То же самое происходило и в Германии, однако впоследствии стали создаваться сети региональных инновационных фондов с постепенным перенесением центра тяжести инновационной деятельности на малые и средние предприятия.

Большинство азиатских стран, включая также Японию отдали предпочтение самым новейшим и передовым технологиям, потратив на их приобретение громадные средства, когда оставалось лишь после таких затрат доработать некоторые из приобретенных технологий и запустить их в производственную сферу с последующей возможностью рыночной реализации, при этом наибольшую перспективу в данном случае имеют именно малые и средние инновационные предприятия.

В западноевропейских странах государство поддерживает инновационную деятельность в первую очередь посредством ее стимулирования, совершенствования законодательства в антимонопольной области, как и информационных услуг, а также системы охраны интеллектуальной собственности.

Финансовая поддержка инновационной деятельности в вышеуказанных европейских странах главным образом представлена именно косвенным финансированием.

Здесь же главные научные направления поддерживаются на государственном уровне, однако в данном случае на условиях именно прямого финансирования, а не косвенного.

Очень известна в европейских странах кластерная философия, то есть направленность государственной поддержки инновационной сферы в научных целях и формировании новейших кооперационных связей между организациями и вузами, которые до настоящего момента не сотрудничали между собой.

Также следует отметить, что в европейских странах на государственном уровне осуществляется эффективное развитие патентного законодательства и его практической реализации.

Исходя из нормативно правовых актов, научных трудов, направленных на изучение как инновационной деятельности и политики, так и инноваций в целом, можно говорить о том, что инновационная политика в Российской Федерации в последние годы была направлена

на несколько ключевых аспектов жизнедеятельности общества. К ним можно отнести:

- ◆ стимулирование инновационного развития академической среды
- ◆ разработка нормативно правовой базы для новых инновационных проектов
- ◆ развитие инновационного потенциала предпринимательской среды.

Для стимулирования инновационного развития академической среды были созданы такие программы как:

- ◆ Программа фундаментальных научных исследований
- ◆ Программа «Глобальное образование»
- ◆ Программа выявления талантливых ученых.

Разработка нормативно правовой базы для новых инновационных проектов необходима для легализации их деятельности и определения рамок таких инноваций.

Еще одно немаловажное направление государственной поддержки — развитие инновационного потенциала предпринимательской среды. На данный момент активно развиваются инновационные кластеры, инновационный центр «Сколково» и многое другое.

На сегодняшний день можно говорить о том, что инновационная политика в Российской Федерации по большей части направлена на развитие инновационного фундамента для предпринимательской среды, в частности малого и среднего бизнеса. Также государством осуществляется привлечение венчурных инвестиций и развитие инноваций в научной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамешин А.Е., Воронина Т.П., Молчанова О.П., Тихонова Е.А., Шленов Ю.В. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов / Под ред. Молчановой О.П. — М.: Вита-Пресс, 2015. — 272 с.
2. Бобков А.Л., Бобков Л.В. Инновации и повышение конкурентоспособности промышленности России. — 2016.-127 с.
3. Гумерова Г.И. Образовательные инновации // Управление инновационными преобразованиями. — 2016.-131 с.
4. Стерхова С.А. Инновационный продукт // Инструменты маркетинга. — 2016.-186 с.
5. Костенко М.А. Правовые основы инновационной деятельности: Учебное пособие. / Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2018. — 72 с.
6. Современные тренды инновационного развития экономики: Коллективная монография/ Я.В. Коженко, А.В. Катаев, Т.М. Катаева, Н.В. Лихолетова, Е.Л. Макарова, Л.В. Шаронина; Под ред. Я.В. Коженко. — Уфа: «ОМЕГА САЙНС», 2016. — 108 с.
7. Жиц Г.И. Инновационный потенциал. — Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2017.
8. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 дек. 1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ)
9. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «О науке и государственной научно-технической политике»
10. Федеральный закон от 25.02.1999 № 39-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА РЕЖИМОВ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

DEVELOPMENT OF A COMPUTER MODELING SYSTEM AND CALCULATION OF WOOD DRYING MODES

**Ya. Prozorov
V. Romanov
B. Pruss
V. Tsvetkov**

Summary. The article describes the developed system that allows simulating the process of drying sawn timber in various types of drying chambers and calculating the parameters of the technological mode of drying. The structure of the developed software is described. An example of the use of software for modeling and calculating drying modes of sawn timber is given.

Keywords: computer modelling, wood drying, drying modes.

Прозоров Ярослав Сергеевич

К.т.н., ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», г. Брянск
uprozorov@gmail.com

Романов Виктор Александрович

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный
инженерно-технологический университет», г. Брянск
vromanov62@mail.ru

Прусс Борис Наумович

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный
инженерно-технологический университет», г. Брянск
prussbor@gmail.com

Цветков Владислав Владимирович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-
технологический университет», г. Брянск
cvtjck3239@gmail.com

Аннотация. В статье описана разработанная система позволяющая, моделировать процесс сушки пиломатериалов в лесосушильных камерах различного типа и рассчитывать параметры технологического режима сушки. Описана структура разработанного программного обеспечения. Приведен пример использования программного обеспечения для моделирования и расчетов режимов сушки пиломатериалов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, сушка древесины, режимы сушки.

Сушкой называется процесс удаления из древесины влаги путем испарения. На сегодня применяются различные способы сушки древесины с применением сушильных камер различного типа.

К основным технологическим целям сушки древесины можно отнести: повышение прочностных характеристик получаемых пиломатериалов; предохранение от биологических поражений; снижение изменчивости размеров и форм; снижение коробления и растрескивания пиломатериалов; снижение веса. Высушенные материалы могут использоваться для последующего склеивания и отделки[1].

Удаление влаги из древесины в ходе сушки осложнено изменением ее размеров в процессе высыхания[3]. В случаях, когда процесс сушки протекает неравномер-

но, в пиломатериалах могут возникать внутренние напряжения, приводящие к короблению и растрескиванию. Исходя из этого получение высококачественного пиломатериала с требуемыми характеристиками является основной задачей сушки древесины[2].

Изделия из древесины изготовленные из влажных пиломатериалов не обладают необходимыми прочностными характеристиками и подвержены биологическим повреждениям.

Несоблюдение технологических режимов сушки древесины приводит к появлению дефектов в пиломатериалах и повышению энергетических затрат. Поэтому сушка пиломатериалов является не только длительным, но и достаточно ответственным процессом в технологии деревообработки[4].

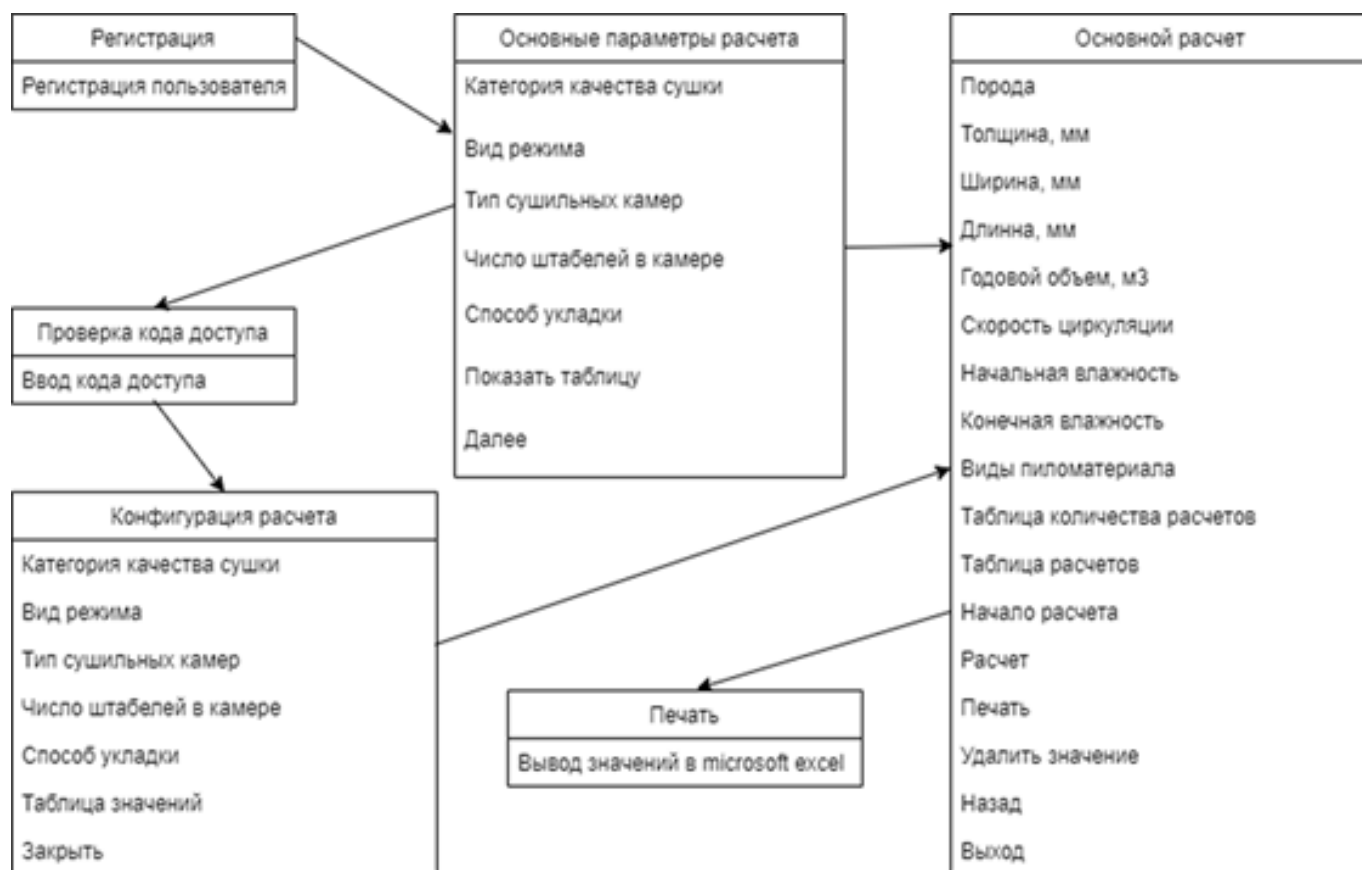


Рис. 1. Схема разрабатываемой системы компьютерного моделирования расчета режимов сушки древесины

Так как любая ошибка, допущенная на одном из этапов сушки, может привести к браку, то квалификация инженера-технолога и правильность расчетов режимов сушки древесины имеют решающее значение.

Автоматизированный расчет режимов сушки древесины не только избавит от ошибок и снизит количество брака, но и сократит само время расчетов, что является важным фактором, особенно если речь идет о промышленных масштабах.

Описанная проблема может быть решена за счет разработки информационной системы, осуществляющей расчет режимов сушки древесины. Разрабатываемая система должна включать в себя следующие функции:

- ◆ ввод параметров и корректировка режимов сушки;
- ◆ ввод параметров сушильных камер;
- ◆ список древесных пород;
- ◆ время производства;
- ◆ ввод корректных исходных данных;
- ◆ защита от ошибок при вводе данных;
- ◆ защита от изменения условно постоянной информации;

- ◆ варианты режимов сушки различного сырья;
- ◆ иметь возможность выполнять расчеты для разных древесных пород со своими исходными данными;
- ◆ возможность записи в отчет результатов расчета для различных пород;
- ◆ составление отчетов в Excel.

Общая схема разрабатываемой информационной системы представлена на рис. 1.

Для выполнения указанных выше функций, на первом этапе нами были проанализированы общие проблемы развития информационных систем, а также имеющиеся информационные системы в указанной области и установлено, что разрабатываемый программный продукт будет направлен на автоматизацию технологических расчетов при сушке древесины, выбора режимов сушки, в зависимости от древесной породы и категории сушки и других параметров, так как указанные действия не реализованы в других программных продуктах. Выполненный анализ позволил нам создать контекстную диаграмму разрабаты-

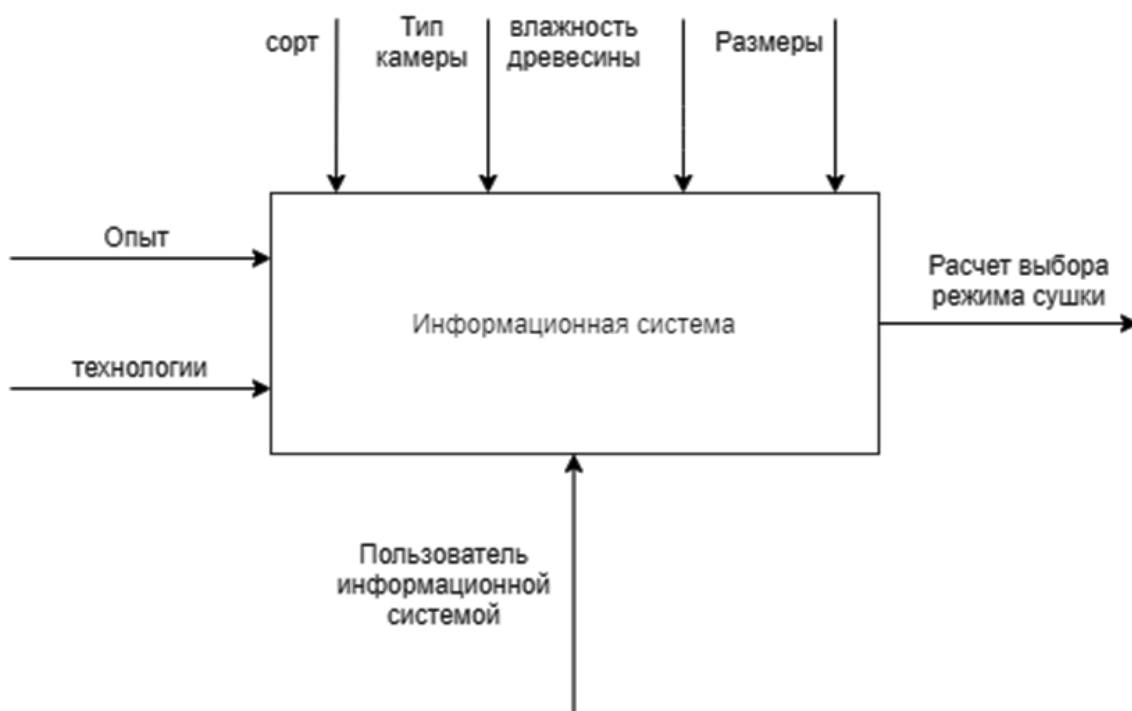


Рис. 2. Контекстная диаграмма системы

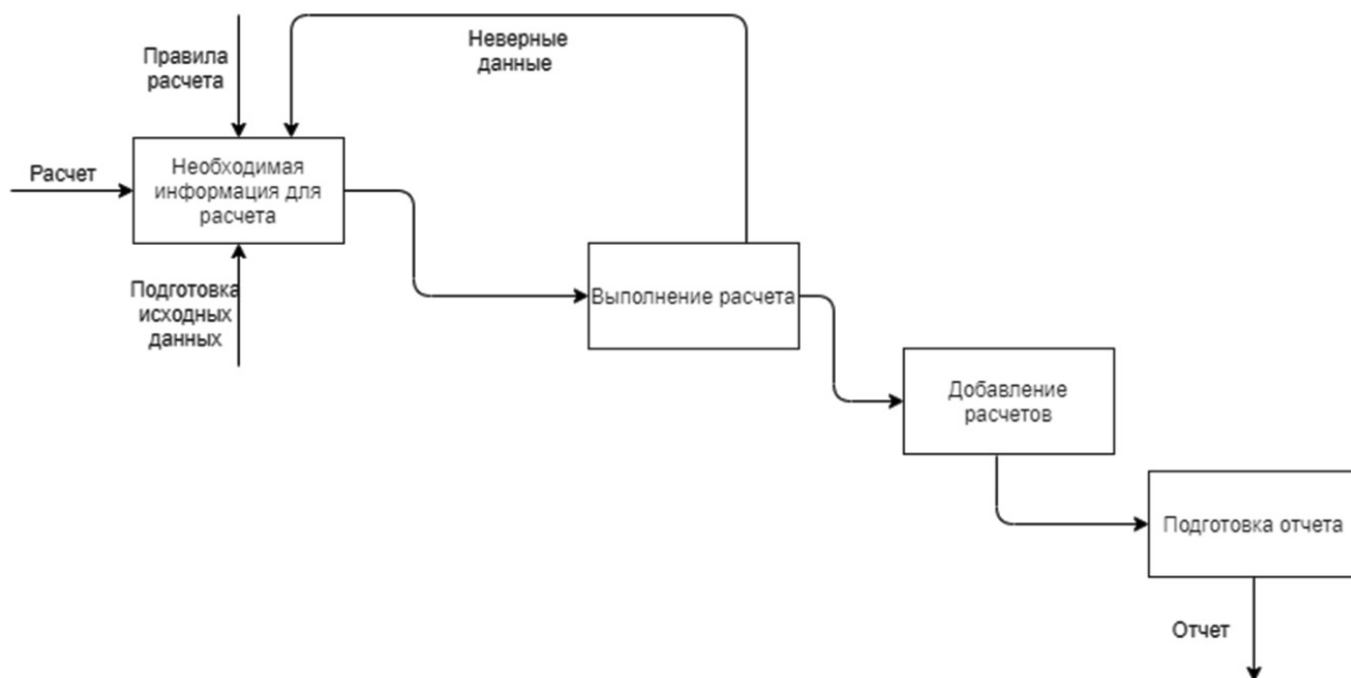


Рис. 3. Процесс расчета режимов сушки

ваемой информационной системы, представленной на рис. 2.

Нами также был проведен подробный анализ действующих предприятий, специализирующихся на сушке древесины и использующих различные типы сушильных камер. В ходе анализа установлено, что процесс расчета режимов сушки должен состоять из корректного ввода необходимой информации, с учетом имеющихся исходных данных и правил расчета. На следующем этапе должно осуществляться выполнение расчета режимов сушки, при этом в случае ввода неправильных данных расчет осуществляется не должен. Также важным требованием должна быть возможность добавления или удаления результатов предыдущего расчета. Только после этого должно происходить формирование отчета. Процесс расчетов режимов сушки представлен на рис. 3.

Сам расчет заключается в определении продолжительности сушки в камерах периодического действия, при различных температурных процессах.

Общая продолжительность сушки $\tau_{\text{суш}}$, ч, включая начальный прогрев и влаготеплообработку, определяется по формуле

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{исх}} \cdot A_p \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_{\text{в}} \cdot A_{\text{к}} \cdot A_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $\tau_{\text{исх}}$ — исходная продолжительность собственно сушки пиломатериалов заданной породы и размеров нормальным режимом от начальной влажности 60% до 12% в камерах с реверсивной циркуляцией средней интенсивности (расчетная скорость сушильного агента по материалу 1 м/с), ч;

$A_p, A_{\text{ц}}, A_{\text{в}}, A_{\text{к}}, A_{\text{д}}$ — коэффициенты, учитывающие категорию режимов сушки A_p , интенсивность циркуляции Ац, начальную и конечную влажность $A_{\text{в}}$, качество сушки $A_{\text{к}}$, длину материала $A_{\text{д}}$.

Исходную продолжительность сушки $\tau_{\text{исх}}$ находят в зависимости от породы, толщины и ширины пиломатериалов.

Для коэффициента A_p установлены следующие значения: мягкие режимы — $A_p = 1,70$; нормальные — 1,00; форсированные — 0,80.

Коэффициент Ац находят в зависимости от произведения $\tau_{\text{исх}} \cdot A_p$ и скорости циркуляции сушильного агента по материалу $\omega_{\text{мат}}$.

В тех случаях, когда $\omega_{\text{мат}}$ неизвестна, для приближенных предварительных расчетов ее можно принимать следующей:

- ♦ с естественной циркуляцией — 0,2 м/с;
- ♦ с циркуляцией слабой интенсивности (для камеры ЦНИИМОД-39) — 0,5 м/с;
- ♦ с циркуляцией средней интенсивности (для камер ЦНИИМОД –23, ВИАМ, эжекционные Гипродревпрома) — 1 м/с;
- ♦ с циркуляцией повышенной интенсивности (для камер ВК-4; СПЛК-2) — 2 м/с.

Для сборно-металлических камер скорость циркуляции агента сушки принимается равной:

- ♦ с нереверсионной циркуляцией (для камеры СКД) — 2 м/с;
- ♦ с реверсионной циркуляцией (для камер СПВ-62, УЛ-1, УЛ-2, СПМ-2К) — 2,5 м/с.

Коэффициент $A_{\text{в}}$, зависит от начальной W_n и конечной W_k влажности.

Коэффициент $A_{\text{к}}$, учитывающий длительность влаготеплообработки и кондиционирования древесины в камере, имеет следующие значения для разных категорий качества сушки: I категория качества –1,2; II категория — 1,15; III — 1,05; O — 1,00.

Коэффициент $A_{\text{д}}$ для заготовок находят в зависимости от отношения длины заготовки L к ее толщине S_l . Для пиломатериалов $A_{\text{д}} = 1$.

Объемный коэффициент заполнения штабеля β_{ϕ} для каждого сечения пиломатериалов определяется по формуле

$$\beta_{\phi} = \beta_{\text{в}} \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \beta_{\text{д}} \cdot \frac{100 - y_0}{100}, \quad (7)$$

где $\beta_{\text{в}}, \beta_{\text{ш}}, \beta_{\text{д}}$ — коэффициент заполнения штабеля соответственно по высоте, ширине и длине;
 Y_0 — объемная усушка древесины, %.

Величина объемной усушки определяется по формуле

$$Y_0 = K_0 (30 - W_k), \quad (8)$$

где K_0 — коэффициент объемной усушки;
 W_k — конечная влажность пиломатериалов, %.

Коэффициент заполнения штабеля по высоте $\beta_{\text{в}}$ зависит от толщины высушиваемого материала и толщины прокладок, и рассчитывается по формуле

$$\beta_{\text{в}} = \frac{S}{S + S_{\text{пр}}}, \quad (9)$$

где S — толщина высушиваемого материала, мм;
 $S_{\text{пр}}$ — толщина прокладок ($S_{\text{пр}} = 25$ мм).

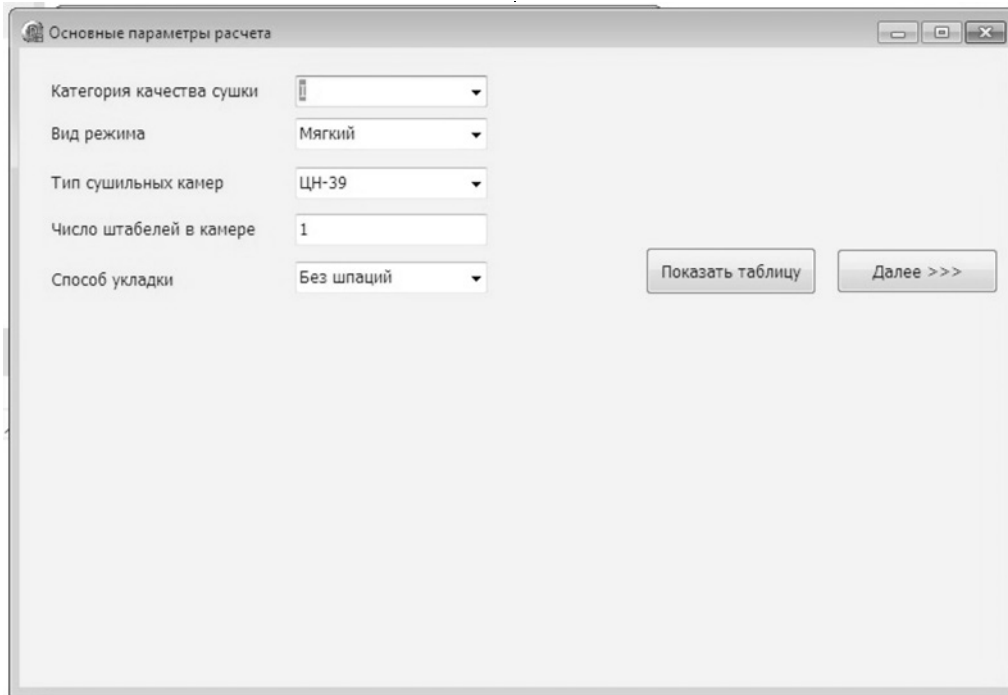


Рис. 4. Вид формы «Основные параметры расчета»

Коэффициент заполнения штабеля по ширине $\beta_{ши}$ зависит от способа укладки и вида пиломатериалов.

Коэффициент заполнения штабеля по длине $\beta_{д}$ равен отношению длины пиломатериалов в штабеле к длине штабеля

$$\beta_{д} = L / L_{шт} \tag{10}$$

В связи с тем, что в одних и тех же камерах высушиваются пиломатериалы с различной характеристикой, производительность камеры в объеме фактически высушиваемой древесины значительно колеблется. Поэтому для учета и планирования работы лесосушильных камер вводится учетная и плановая единица — кубический метр условного материала.

Условному материалу эквивалентны сосновые обрезные доски толщиной 40 мм, шириной 150 мм, высушиваемые по II категории качества от начальной влажности 60% до конечной 12%.

Объем условных пиломатериалов для каждой породы и сечения Y , м³ усл., определяется по формуле

$$Y = \Phi \frac{\tau_{об.ф.}}{\beta_{ф.}} \cdot K_n \tag{11}$$

где Φ — годовой объем пиломатериалов по каждому сечению, м³;

$\tau_{об.ф.}$ — продолжительность оборота камеры, сут.;

K_n — пересчетный коэффициент.

Продолжительность оборота камеры определяется:

- ♦ для камер периодического действия
$$\tau_{об.ф.} = \tau_{суш} + \tau_{заг} \tag{12}$$

где $\tau_{суш}$ — продолжительность сушки, сут.;

$\tau_{заг}$ — продолжительность загрузки и выгрузки материала,

$\tau_{заг} = 0,1$ сут.;

- ♦ для камер непрерывного действия $\tau_{об.ф.} = \tau_{суш}$.

Общий объем высушиваемого условного материала определяется по формуле

$$\Sigma Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n \tag{13}$$

где Y_1, Y_2, \dots, Y_n — объем условного материала по каждой породе и сечению спецификаций, м³ усл.

Производительность камеры в условном материале $Y_{кам}$ м³ усл., определяется по формуле

$$Y_{кам} = 335 \cdot K_n \cdot \Gamma, \tag{14}$$

где Γ — габаритный объем всех штабелей в камере, м³, определяется по формуле

$$\Gamma = n \cdot L \cdot b \cdot h, \tag{15}$$

где n — число штабелей в камере, шт.;

KodZ	NamePar	ZnachPar
20009	Результат расчета сушильных камер.	
20010	Выполнил студент	
20011	Группа	ТД
20012	Категория качества сушки	I
20013	Режим сушки	Мягкий
20014	Тип сушильной камеры	ЦН-39
20015	Число штабелей	1
20016	Способ укладки	Без шпашей

Рис. 5. Вид формы «Основной расчет»

L, b, h — длина, ширина и высота штабеля, м.

Число камер n , шт., необходимое для высушивания годового объема пиломатериалов, определяется по формуле

$$n = \frac{\sum Y}{y_{\text{кам}}} \quad (16)$$

Полученное значение округляется до целого.

Для организации расчетов нами было разработана информационная система, позволяющая моделировать и осуществлять технологический расчет режимов сушки пиломатериалов[6], интерфейс которой содержит следующие формы[5]:

- ♦ основные параметры расчета (рис. 4);
- ♦ основной расчет (рис. 5).

Форма «Основные параметры расчета» содержит поля, позволяющие выбрать: категорию качества сушки; режим сушки; тип сушильной камеры; число штабелей в камере и способ укладки древесины.

На данной форме предусмотрена возможность редактирования справочной информации или ввода новых данных. Данные функции реализованы через кнопку «Показать таблицу». При редактировании можно изменить категорию качества сушки, вид режима, тип сушильной камеры, число штабелей в камере и способ укладки.

Форма «Основной расчет» содержит в себе поля, позволяющие выбрать породу древесины, ее толщину, ширину, длину, годовой объем сушки, вид пиломатериалов и другие параметры. После выбора всех параметров осуществляется расчет требуемого количества камер

для высушивания заданного объема пиломатериалов. В случае необходимости рассчитать другой пиломатериал следует задать новые параметры и объем.

В программе предусмотрена возможность вывода на печать результатов расчета в формате MS Excel.

Разработанная информационная система позволяет быстро и точно рассчитать параметры технологического режима сушки пиломатериалов, что в свою очередь

позволит повысить качество сушки пиломатериалов, сделать выводы о состоянии технологического процесса сушки на текущий момент времени и при необходимости своевременно внести коррективы. Она может быть использована в технологических отделах на деревообрабатывающих предприятиях, позволит автоматизировать труд инженеров, усилить контроль за соблюдением режимов сушки пиломатериалов и тем самым повысить качество выпускаемой продукции и снизить энергетические затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Направления совершенствования технологии сушки пиломатериалов/ Меркелов В. М., Решин А. П. Вестник брянской государственной инженерно-технологической академии. 2005. № 1. -С. 155.
2. Управление процессом сушки оцилиндрованных бревен Лукаш А. А., Лукутцова Н. П. В сборнике: повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности. Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвящённой 105-летию со дня рождения а.н. плановского. 2016. -С. 244–247.
3. К вопросу экологической сушки пилопродукции Решин А. П., Меркелов В. М. в сборнике: актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса. материалы 2-й международной научно-технической конференции. 2013. с. 59–61.
4. Исследование процесса сушки древесины вишни и черешни без искусственного увлажнения в конвективных сушильных камерах периодического действия //Чернышев А.Н., Ефимова Т. В. Сборник научных трудов Sworld. 2014. т. 19. № 1. -С. 3–7.
5. Автоматизированный технологический расчет камер для сушки пиломатериалов/Прусс Б.Н., Романов В. А., Прозоров Я. С. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ ru 2020610401, 14.01.2020. заявка № 2019667123 от 23.12.2019.
6. Прусс Б.Н., Романов В. А., Кузнецов С. С., Жернакова В. Д. В сборнике: современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук. всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. под редакцией С. А. Коньшаковой. 2019. -С. 198–202.

© Прозоров Ярослав Сергеевич (yprozorov@gmail.com), Романов Виктор Александрович (vromanov62@mail.ru),

Прусс Борис Наумович (prussbor@gmail.com), Цветков Владислав Владимирович (cvetjk3239@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭМЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

AN EMERGING APPROACH TO THE ANALYSIS OF A PRODUCTION SYSTEM USING THE EXAMPLE OF CEMENT PRODUCTION

E. Romanova

Summary. The paper provides an emerging analysis of information about the production system. A significant environmental load has been identified, and the results of calculations of alternative technologies are presented. The proposed technique can be used to implement a system for modeling production systems based on the emerging approach.

Keywords: emergia, production system, information analysis.

Романова Елена Юрьевна

*К.п.н., Российский государственный социальный университет (г. Москва)
klenar2001@mail.ru*

Аннотация. В работе проведен эмергетический анализ информации о производственной системе. Выявлена значительная экологическая нагрузка, приведены результаты расчетов альтернативных вариантов технологий. Предлагаемая методика может быть использована для реализации системы моделирования производственных систем на основе эмергетического подхода.

Ключевые слова: эмергия, производственная система, анализ информации.

Эмергия определяется как сумма всех прямых и косвенных затрат энергии, используемых в процессе производства продукта или услуг ([1, 2]). Солнечная энергия является основным источником, который питает все процессы и циклы на Земле. Эмергия, а также показатели, конструируемые на ее основе, не являются эмпирическим свойством объекта, а являются оценкой воплощенной энергии на основе соответствующего набора эмпирических данных из систем, лежащие в основе объекта или процесса, а также правил и теоретических допущений и, следовательно, не могут быть непосредственно измерены.

Чтобы оценить эмергию солнечного излучения для конкретного ресурса, продукта или услуги, нужно отследить все потоки ресурсов, энергии, которые были использованы для его получения. Эти входные потоки, в свою очередь, также должны быть выражены в единицах солнечной энергии. Заметим, что оценка эмергии, проводится в условиях числовой неопределенности, которая возникает на всех этапах и из всех источников, используемых в процессе оценки. Эмергия измеряется в солнечно-эквивалентных джоулях (solar-equivalent joules, sej), обозначаемых эмДж.

Сбор информации о компонентах производственной системы и учет их взаимодействия позволяет рассчитать генерируемую эмергию. Эмергетический анализ стано-

вится инструментом для анализа экологических и экономических последствия производственной системы.

Метод эмергетического анализа включает следующие этапы:

- ◆ построение диаграммы системы, учитывающей все взаимодействия внутри системы (системная диаграмма). Компоненты могут быть природного происхождения (возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы) или экономического происхождения (материалы, услуги и денежный оборот).
- ◆ заполнение таблицы эмергии используемых ресурсов и расчет трансформации эмергии этих ресурсов.
- ◆ расчет индексов эмергии ([1, 2]), что позволяет проводить анализ. Основные показатели эмергетического анализа и предлагаемая интерпретация представлены в Таблице 1.

В работе [3] с помощью эмергетического анализа изучалась целесообразность культивации в Бразилии сахарного тростника как сырья для производства этанола — одного из источников энергии. В работе [4] в качестве источников энергии в производственной системе сахарного тростника рассматривались: дождь; ветер; солнце; сельскохозяйственные угодия; промышленные и городские отходы; инфраструктура; механизирован-

Таблица 1. Некоторые индексы эмергетического анализа

Индекс	Формула, интерпретация	Ед. измерения
Суммарная эмергия, Total emergy per year (Y)	$Y=R + N + F$ Суммарная эмергия (экспорт не учитывается)	эмДж
Эмергия на одного человека, Emergy per capita (EP)	$Y/Population$ Отражает качество жизни населения	эмДж/чел
Солнечное преобразование, затратность, transformity (Tr)	Рассчитывается как сумма эмергий всех входящих потоков, деленная на энергию продукта. Чем больше значение трансформации, тем более важным является ресурс для экосистем и людей.	эмДж Дж ⁻¹
Процент возобновляемости, Renewability percentage (R%)	$\%R=R/Y$ Указывает, какая часть эмергии, используемой в производстве, поступает от возобновляемых источников. Чем больше значение, тем больше устойчивость системы.	%
Коэффициент эмергетической отдачи, Emergy yield ratio (EYR)	$EYR=Y/F$ Взаимосвязь между эмергией процесса и суммой эмергий всех потоков. Указывает, возвращает ли процесс больше в экономику, чем расходует в производство, является показателем того, насколько инвестиции позволяют процессу использовать местные ресурсы для дальнейшего вклада в экономику.	%
Коэффициент инвестирования эмергии, Emergy investment ratio (EIR)	$EIR=F/I$ Отношение эмергии производительных сил, экономических (F) ресурсов, которые были задействованы, к эмергии природных (возобновляемых и невозобновляемых) ресурсов, которые предлагаются местной средой. Это соотношение отражает интенсивность экономического развития и степень нагрузки на окружающую среду. Чем больше значение отношения, тем больше экономическое развитие. Кроме того, это отношение можно использовать для сравнения различных систем, чтобы определить, какая из них более экономически конкурентоспособна. Отношение может отражать нагрузку, оказываемую экономической деятельностью на местную экосистему.	%
Коэффициент экологической нагрузки, Environmental load ratio (ELR)	$ELR=(F+N)/R$ Отношение суммы эмергий производительных сил (F) и невозобновляемых природных ресурсов (N), к эмергии возобновляемым ресурсам (I). Чем выше этот коэффициент, тем выше воздействие системы на окружающую среду.	%
Коэффициент эмергетической устойчивости, Emergy sustainability index (ESI)	$ESI=EYR / ELR$ Он выражает комплексное воздействие окружающей среды и экономики на оцениваемую систему	%
Коэффициент пересчета эмергии, Emergy exchange ratio (EER)	$EER=Eprod/Emoney$ Отношение эмергии продукта, к количеству эмергии денег, полученных от продажи продукта. Экономика подвергается риску, если продает больше эмергии в виде продуктов, чем получает в денежной форме	%
Денежный коэффициент эмиссии, Emergy money ratio (EMR)	Y/GDP Отношение суммарной эмергии к ВВП	эмДж/д.е.

ные операции; физический труд; деньги и административные ресурсы; почва; воды; биоразнообразие и остатки; материалы; услуги; цены на сахарный тростник, сахар и алкоголь.

В работе [5] предлагается включить фактор возобновляемости в учет эмергии материалов (M) и услуг (S). Соответственно модифицируются индексы EYR, EIR, ELR, уточняется их интерпретация. Подчеркивается важность такого методологического подхода при анализе устойчивости локальной экономики.

В статье [6] проводится анализ локальной экономики. Отмечается, динамика индексов ED и EPC указывает на устойчивое развитие экономики и повышение благосостояния населения, за счет увеличения доли невозобновляемых ресурсов в сельскохозяйственном производстве (большое значение индекса EIR). Значение индекса EYR и EIR говорит о повышении нагрузки на окружающую среду без существенного увеличения производительности. Использованный метод анализа на основе сценариев устойчивости показал, что увеличение доли возобновляемых ресурсов в сельском хозяйстве приве-

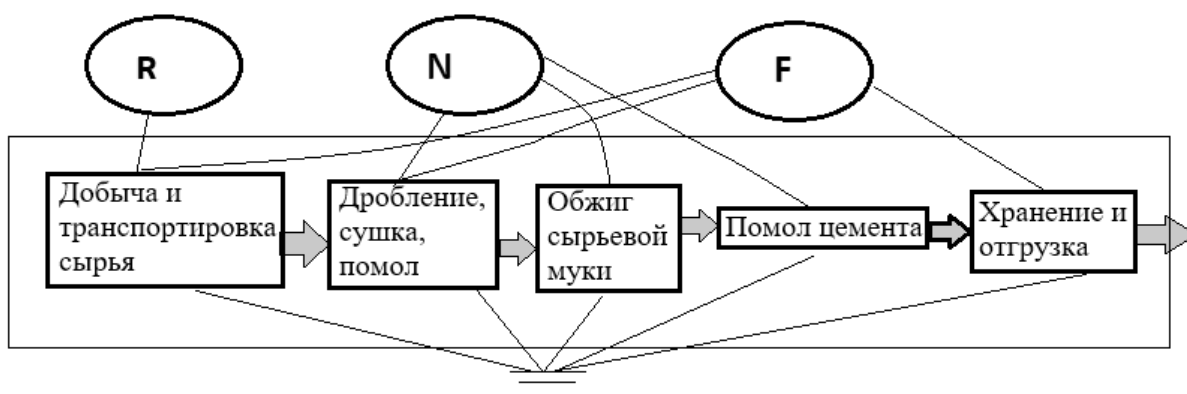


Рис. 1. Диаграмма системы производства цемента

дет к синхронному снижению нагрузки на окружающую среду и экономики.

В статье [7] приведен очень хороший обзор предшествующих работ по эмергетическому анализу. Авторы предлагают дополнить эмергетический анализ IPAT моделью. IPAT модель представляет собой уравнение, связывающее воздействие на окружающую среду (I) с населением (P), благосостоянием (A) и технологиями (T), позволяет изучить взаимосвязь между экономическим ростом, ресурсами и окружающей средой.

Корреляционные связи между различными эмергетическими индексами и экономическим развитием стран исследованы на основе базы данных NEAD в работе [8].

В работах [10, 11] эмергетический подход применяется как основа для интегрированного изучения гео-, био- и ноосферных процессов, при этом подчеркивается необходимость разработки методик адаптации эмергетического подхода к уровням географических локаций и отдельных предприятий.

В данной работе за основу предмета эмергетического исследования взяты базовые производственные и географические характеристики производства цемента на примере АО «ХайдельбергЦемент Волга» (г. Вольск Саратовской области) без учета новшеств, которые применяются заводом для повышения конкурентоспособности.

Цементная промышленность как вид тяжелой промышленности оказывает разрушительное воздействие на окружающую среду. Так, при производстве 1 миллиона тонн цемента в год выбросы в атмосферу составляют: 6,65 тыс. тонн диоксида серы (SO₂), 5,06 тыс. тонн оксидов азота (NO₂) и 6,57 тыс. тонн твердых частиц [12], промышленных сточные вод 9,54 тыс. тонн, твердых отходов 17,06 тыс. тонн. Рассматриваемый завод внедряет

технологические процессы, снижающие экологические и энергетические нагрузки (такие, как «сухой» способ, использование печи с декарбонизатором и одноветьевым пятиступенчатым циклонным теплообменником).

На Рис. 1 представлена общая схема системы производства. Использованы следующие обозначения:

R — возобновляемые ресурсы (прямая солнечная энергия, атмосфера, местные водные ресурсы);

N — невозобновляемые природные ресурсы (химические элементы из горных пород, природные источники энергии);

F — экономические ресурсы или экономические обратные связи системы, производственные силы. Эти экономические ресурсы делятся на:

M — денежные средства

S — услуги.

После разработки системной диаграммы были вычислены вклады всех компонент системы, заполнена исходная таблица (см. Таблица 2) для эмергетического анализа, которая включает количественные данные по всем входящим в процесс потокам, эмергию этих потоков, эмергию преобразования этих потоков в выходную продукцию, а также в остатки и потери.

Использовались следующие данные по цементному заводу, полученные обработкой информации с официального сайта завода и сервиса Яндекс.Погода:

(s) площадь цементного завода = 75 тыс м²,

(r) количество осадков 0,563 м / год,

(u) количество солнечных дней 85,

(h) относительная влажность 72%,

(w) скорость ветра 4 м/с, (g) скорость геострофического ветра=4/0,7 м/с

(f) скорость стока 0,31 (%/100),

(H) средняя высота над уровнем моря 27 м,

(i) инсоляция 1070 кВтч/м²/год=385,2E+7 Дж/м²/год,

(a) альбедо 0,26,

Таблица 2. Эмергетический баланс в цементном производстве в расчете на 1 день

Ресурсы	Формула для величины потока	Единицы измерения	Энергия всего потока	Затратность эмДжДж ⁻¹	Эмергия эмДж/д
R					4,56E+13
Солнечный свет	$s \times u \times (1-a)/365$	Дж/д	5,86E+11	1	5,86E+11
Дождь:					
Геопотенциальная энергия	$s \times r \times f \times 1000 \text{ кг/м}^3 \times H \times 9,8 \text{ м/с}^2$	Дж/д	9,57E+06	1,31E+04	1,25E+11
Химическая потенциальная энерги	$s \times r \times e \times 1000 \text{ кг/м}^3 \times G$	Дж/д	2,31 E+08	2,35E+04	5,42E+12
Ветер	$s \times k \times g \times T$	Дж/д	1,56E+09	1,90E+04	2,96E+13
Геотермальное тепло	$s \times t \times T$	Дж/д	2,27E+08	4,37 E+04	9,90E+12
N					7,77E+17
Известняк		кг/кг цемента	0,95	1,27 E+12	3,30E+17
Глина		кг/кг цемента	0,27	1,27 E+12	9,40E+16
Минер. добавки		кг/кг цемента	0,04	3,80E+12	4,16E+16
Расход теплоэнергии		Дж/кг цемента	2,52 E+06	4,5E+05	3,11E+18
M, S					1,03E+17
Себестоимость		руб/кг цемента	2,4	1,89E+10	1,03E+17
Суммарная эмергия					8,80E+18

Таблица 3. Совокупные потоки эмергии в производственной системе цемента

R	4,56E+13
N	7,77E+17
I=R+N	7,77E+17
F=M+S	1,03E+17
Y=I+F	8,80E+17

Таблица 4. Индексы эмергии для производственной системы цемента

Коэффициент эмергетической отдачи	EYR=Y/F	854%
Коэффициент инвестирования эмергии	EIR=F/I	13,3%
Коэффициент экологической нагрузки	ELR=(F+N)/R	19300%
Процент возобновляемости	%R=R/Y	0,005%
Коэффициент невозобновляемости местного ресурса	%N=N/Y	88%
Коэффициент эмергетической устойчивости	ESI = EYR / ELR	443%

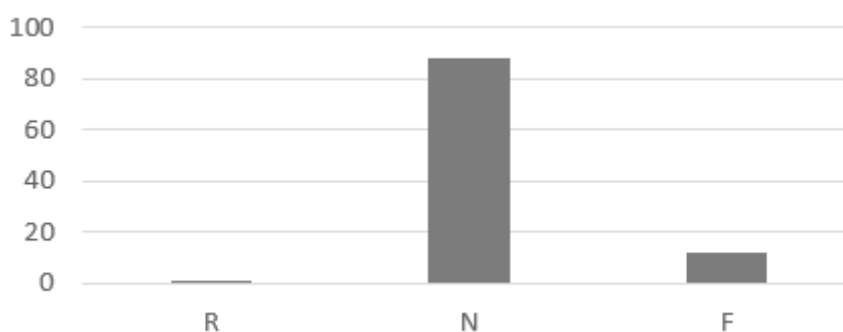


Рис. 2. Доли вкладов входящих потоков в общую эмергию

(T) время 86400 с,
 (G) — свободная химическая энергия Гиббса 4940 Дж/кг,
 (e) скорость испарения 0,6 (%/100),
 (k) коэффициент сопротивления воздуха 0,001,
 (ρ) — плотность воздуха 1,29 кг/м³,
 (t) геотермальный тепловой поток 0,035 Дж/м²/с

Состав портландцемента и расход электроэнергии рассчитывались в соответствии с [11]. Данные о затратности (transformity) взяты из [1, 2, 12]. Расчеты проводились по методике [5].

После получения значений индикаторов, показанных в Таблице 2, рассчитываются индексы для эмергетического анализа, приведенные выше в Таблице 1.

Сумма возобновляемых (R) и невозобновляемых (N) ресурсов дает общий вклад (I) в систему, $I = R + N$. Сумма вкладов природы (I) и экономических вкладов (F) обеспечивает общую эмергию (Y), которая заключается в рассматриваемой системе, $Y = I + F$, что отображено в Таблице 3.

Согласно [5], эти индексы используются для анализа воздействия на окружающую среду и экономических условий промышленных систем (Таблица 4).

В результате анализа сделаны следующие выводы.

Коэффициент возобновляемости (R%) составляет 0,005%, что демонстрирует слабое поступление возобновляемой энергии для оцениваемой системы. Коэффициент невозобновляемости местного ресурса (N%) показывает чрезмерные местные затраты ресурсов и значительное давление на местную среду. Относящийся к окружающей среде коэффициент нагрузки (ELR), иллюстрирует сильное давление на систему и необходимость мер снижения этой нагрузки. Коэффициент эмергетической отдачи (EYR) отражает конкурентоспособность завода. Индекс устойчивости Emergy (ESI) показывает устойчивый статус в долгосрочной перспективе.

Общий поток эмергии составлял $8,80E+17$ эМДж. Наибольший вклад внесли невозобновимые природные ресурсы величиной.

Материальные ресурсы, которые использовались в производстве цемента, внесли наибольшую долю в используемую эмергию (88% от общего количества). На долю материальных вложений и услуг приходилась вторая по величине доля эмергии (11% от общего числа), что демонстрирует Рисунок 2.

Затратность может быть уменьшена за счет использования альтернативных добавок, но вычисление коэффициентов требует дополнительных исследований.

Когда потребляется больше невозобновляемых ресурсов, нагрузка на окружающую среду больше. Чрезмерные нагрузки на окружающую среду привносят серьезное ухудшение в экологические системы.

Моделирование показало, что уменьшение удельных затрат электроэнергии за счет обновления оборудования и использования минеральных добавок на 10% снижает экологическую нагрузку на 2% и 8% соответственно.

Качество входных потоков, локальное или внешнее их происхождение, возобновляемость или невозобновляемость, их больший или меньший спрос на экологическую поддержку делают продукт более или менее ценным в зависимости от того, какие движущие силы были вложены природой для того, чтобы сделать это и за сколько времени. То, что требует большой экологической нагрузки, не может быть лучшей ресурсной базой для устойчивости экономической системы. На основе анализа входных потоков энергий, каждый из которых характеризуется определенной затратностью и качеством, возможно разработать альтернативную систему или стратегию развития с гораздо лучшими результатами по сравнению с анализируемой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Odum, H.T.; Nilsson, P.O. Environmental accounting: energy and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons, 1996.
2. Brown, M.T.; Ulgiati, S. Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. *Ecological Engineering*, v. 9, n. 1/2, p. 51–69, 1997.
3. E.L. Vitória, J. P. Rodrigues. Emergy efficiency analysis of sugarcane as a raw material for ethanol production. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 4, p. 616–623, 2016.
4. Lanzotti, C.R.; Ortega, E.; Guerra, S.M.G. Emergy analysis and trends for ethanol production in Brazil. *Emergy Synthesis*, v.1, 2000.
5. Odum, H.T.; Brown, M.T.; Brandt-Williams, S. L. Handbook of emergy evaluation: a compendium of data for emergy computation issued in a series of folios: Folio# 2: emergy of global processes. Gainesville: Center for Environmental Policy, University of Florida, 2000.
6. Zhang Wei, Wang Xiuhong, Zhang Hongye Emergy Based Sustainability Scenario Analysis of Oasis Agricultural Systems: A Case Study from Xinjiang, China // *Journal of Resources and Ecology* 2012 vol. 3 N1, pp. 026–032
7. Lulu Qu, Xueyi Shi, Chang Liu, Ye Yuan An Emergy-Based Hybrid Method for Assessing Sustainability of the Resource-Dependent Region // *Sustainability* 2017, 9, 153; doi:10.3390/su9010153
8. Xinyu Liu, Gengyuan L., Zhifeng Yang, Bin Chen, Sergio Ulgiati Comparing national environmental and economic performances through emergy sustainability indicators. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* May 2016 DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.188
9. Балтер Б.М., Фаминская М. В., Никитина Н. И., Бонкало Т. И., Романова Е. Ю., Ильгов В. И., Гарданова Ж. Р. Моделирование информационных потоков, связанных с глобализацией и влиянием индустриального развития на здоровье населения // Коллективная монография / Москва, 2020.
10. Балтер Б.М., Фаминская М. В., Никитина Н. И. О равновесии производственной и потребительской системы отсчетов применительно к загрязнению окружающей среды: эмергетический подход // В сборнике: Технические и естественные науки: проблемы, теория, практика. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е. П. Ткачевой. 2019. С. 27–31.
11. ГОСТ Р 56828.18–2017 Наилучшие доступные технологии. Производство цемента. Аспекты повышения энергетической эффективности.
12. Zhang, J.; S. Srinivasan, R.; Peng, C. A Systematic Approach to Calculate Unit Emergy Values of Cement Manufacturing in China Using Consumption Quota of Dry and Wet Raw Materials. *Building* 2020, 10, 128.

© Романова Елена Юрьевна (klenar2001@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский государственный социальный университет

МЕТОДЫ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

STATIC AND DYNAMIC ANALYSIS METHODS FOR SOFTWARE TESTING

A. Svyatenko

Summary. Currently, there is no single methodology that allows comprehensive testing of software. The main difference between the methods used for statistical and dynamic analysis of software quality are quantitative and qualitative indicators, as well as the choice of a reference indicator.

The problem is that static analysis methods for software testing lead to estimation inaccuracies, while dynamic analysis methods are time-consuming and can define procedures for selecting optimal values in different ways.

The article suggests using a complex methodology based on static and dynamic analysis methods when testing software.

Keywords: software testing, static analysis methods, dynamic analysis methods, analyzer, tool, program code, quality metrics.

Святенко Александр Сергеевич

Руководитель проектов по тестированию,
ООО «ЕГАР Сервис», г. Москва
info@egartech.com

Аннотация. В настоящее время не существует единой методики, позволяющей всесторонне протестировать программное обеспечение. Основным отличием методик, которые применяются для статистического и динамического анализа качества программного обеспечения, являются количественные и качественные показатели, а также выбор эталонного показателя.

Проблемой является то, что статические методы анализа для тестирования программного обеспечения приводят к неточностям оценки, а динамические методы анализа являются трудоемкими и могут по-разному определять процедуры выбора оптимальных значений.

В статье предложено при тестировании программного обеспечения использовать комплексную методику, основанную на методах статического и динамического анализа.

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, методы статического анализа, методы динамического анализа, анализатор, инструмент, программный код, метрики качества.

Среди методов статистического анализа для тестирования программного обеспечения следует отметить метод кластеризации, основанный на проверке схожести или связей. Задачей методов кластеризации является объединение в одну или множество различных групп дефектов программного обеспечения с целью их последующего предупреждения.

Методы кластеризации бывают прямыми и косвенными. Их различие состоит в том, что при прямой кластеризации создается связь между двумя идентичными предупреждениями. Кластеризация предупреждений о дефектах осуществляется с использованием арифметической связи между индексными переменными при доступе к буферу.

В случае косвенной кластеризации производится группировка предупреждений по синтаксическому или структурированному признаку [1].

Кроме кластеризации в методах статистического анализа распространение получил метод ранжирования, в основе которого находится выстраивание предупреж-

дений при вводе в анализатор так чтобы предупреждения, имеющие большую вероятность, находились в верхней части списка, а меньшую вероятность — в нижней части списка.

Статический метод ранжирования основан на технологиях приоритизации предупреждений. Для реализации этого метода используется статическая модель ранжирования дефектов в программном обеспечении. В этом случае производится наблюдение за программным кодом, его проверка на наличие ошибок. Статическим анализатором устанавливаются факты инициализации ошибочных ситуаций, как при прямой, так и при обратной проверке программного кода.

Кроме статического ранжирования можно использовать ранжирование по истории изменений. В этом случае рекомендуется использовать более высокий приоритет для ошибок в программном коде [5].

Метод отсекающей и классификации предупреждений позволяет скрыть предупреждение о реальных ошибках в программном коде. В основе метода находится иден-

тификация предупреждений на основании проведения статистического анализа и последующего сравнения полученных результатов.

В свою очередь, Банчук Г.Г. в качестве статистических методов анализа качества программного кода рекомендуется использовать метод избавления от ложноположительных предупреждений. В основе этого подхода находится инкрементальное расширение контекста для верификации программного кода через вызов функции постепенного расширения [2].

Для улучшения метода Костиним А. В. рекомендуется использовать технику предсказания результата, которая позволит исключить ложноположительные предупреждения и уменьшить количество вызовов для проверки программного кода [9].

Недостатком методов статического анализа для тестирования программного обеспечения является не точность в полученных результатах.

Для изменения характеристик и критериев качества в динамических методах анализа применяются метрики, представленные в виде системы показателей для тестирования программного обеспечения. Метрики могут быть использованы на уровне критериев качества, а также на уровне отдельных характеристик.

Метрики для оценки размера программного обеспечения являются более простыми. В этом случае определяется размер программного обеспечения по количеству строк исходного кода. Оценка размера программы применяется для классификации программ и выделения их объемов [4].

Вторая группа оценок тестирования программного обеспечения включает в состав метрики сложности потока управления программным обеспечением. В состав этих метрик входит плотность управляющих переходов программ в зависимости от переходов. Основной метрикой сложности выступает цикломатическое число Мак-Кейба, позволяющее охарактеризовать трудоемкость тестирования программы. Для графов корректных программ, в которых нет недостижимых участков, сильно связанный граф получается на основании замыкания одной вершины, означающий конец программного продукта с вершиной, означающей точку входа в эту программу.

Следующей группой метрик оценки сложности программного обеспечения являются метрики оценки потока данных. В этом случае применяются модуль обращений к глобальным переменным. В зависимости от наличия в программе обращение к переменной фор-

мируются 2 типа пар. Для расчёта вероятности ссылки произвольного модуля на глобальную переменную используется понятие, что чем выше вероятность, тем больше возможность несанкционированного изменения переменной, что оказывает влияние на сложность изменения программы [7].

Для оценки качества программного обеспечения в динамическом анализе также применяют метрики Джилба, позволяющие оценить сложность программного обеспечения на основе количества в программе условных операторов или операторов цикла. Эта метрика позволяет оценить сложность написания программного продукта, а при добавлении показателя максимального уровня вложенности циклических и условных операторов, значимость в метрике существенно увеличивается.

Метод Чепина предусматривает проведение оценки информационной прочности программного обеспечения на основе анализа использования переменных из списка ввода-вывода.

Также применяется метрика Берлингера, в основе которой находится определение частоты появления символов в коде программы и вероятности его проявления [6].

Однако динамические методы анализа программного обеспечения отличаются сложностью применения на практике, особенно при отсутствии инструментов автоматизации.

Для исключения недостатков методов статического и динамического анализа в работах многих авторов рекомендуется их комбинировать. В настоящее время свое распространение получил инструмент Check'N'Crash, в котором объединены инструменты статического анализа ESC/Java и JCrasher генератор тестов, позволяющий извлекать определенные значения свойств специфические для абстрактных условий ошибок, найденных статическим анализатором.

Рассматривая развитие методов обеспечения качества программных продуктов, Кулева Ю. С. рекомендует использовать инструмент DSD-Crasherr, включающий в свой состав методы проверки качества программного кода на трех уровнях [8]:

- ◆ исполнения для динамического обнаружения запрещенного поведения с целью ограничения множества входных значений;
- ◆ статического анализа для выявления наиболее опасных ошибок;
- ◆ динамической верификации для обнаружения потенциальных ошибок и проверки их достижимости.

Слайсинг программного обеспечения может применяться для объединения динамического и статического методов анализа качества программного обеспечения. Для осуществления слайсинга применяют инструмент SANTE, в котором интегрированы инструменты для проведения статистического анализа, позволяющего обнаружить ошибки в программном коде и динамического анализа.

На основании этого генерация больших программных кодов сокращается, а также ускоряется процесс оценки качества программного обеспечения.

В работе Банчука Г.Г. предлагается объединить статистический анализ и динамический для обнаружения подозрительных мест в программном коде. Для реализации этого подхода можно использовать статический анализатор SVR, в основе которого находится промышленный компилятор GCC [2].

Статическим анализатором по программному коду формируется модель для инструмента Mored, проверяющего свойства безопасности программного кода. В результате определяется набор путей, приводящих к потенциальному дефекту. На основании этого маршрута формируется блок входных данных и производится проверка достижимости определенных состояний в программном коде.

В Костина А.В. рассматривается подход, объединяющий статистический и динамический анализ в инструменте JNuke. Этот инструмент позволяет абстрагировать алгоритм работы анализатора и предоставить возможность оценки различных свойств программного кода, вычисляемых статически и предоставляемых через единый интерфейс [9].

Идеи комбинирования динамического и статического анализа реализованы в инструменте SANTE, который позволяет анализировать исходный код на языке Си Fortran-C и производить динамическое символьное исполнение с целью построения тестовых наборов.

В Лукина В.Н. рекомендуется использовать инструмент ConDroid, позволяющий выполнять анализ программного кода продуктов, работающих под управлением операционной системы Android. Этот инструмент основан на статистическом анализе программного кода и определении критических узлов в программе с использованием динамического анализа [10].

Метод динамического анализа в инструменте ConDroid представлен в виде символьного исполнения определённого набора входных данных. При этом итеративный динамический анализ для каждой операции определяет выходные данные, которые в итоге позволяют привести программу в исполнение.

Инструмент IntelliDroid объединяет методы динамического и статического анализа и представляет результаты в формате байт-кода DEX. Статистическим анализатором применяются данные о месте использования стороннего API вместе с точками вызова и генерацией входных данных через решатель формул, основанный на булевых ограничениях.

Еще одним инструментом, позволяющим генерировать тестовые сценарии, выявлять критические ошибки является программа STAR, которая используется для оценки качества программного обеспечения написанного на JAVA [3].

В инструменте реализуется метод классификации утечки памяти за счет совмещения статистического анализа и динамического символьного анализа.

Следовательно, в настоящее время многие специалисты производят интеграцию методов статического и динамического анализа программного обеспечения, которая позволяет исключить неточности присущие методам статического анализа и сложность характерную для методов динамического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асрян, С. А. Обнаружение ошибок, возникающих при использовании динамической памяти после ее освобождения / С.А. Асрян // Труды Института системного программирования РАН, 2018. — № 3. — С. 7–20.
2. Банчук, Г. Г. Теоретические аспекты оценки качества программных продуктов / Г. Г. Банчук // Статья в сборнике Информационно-аналитические системы и технологии, 2018. — С. 40–50.
3. Бубарева, О. А. Оценка качества программных систем при связывании объектных спецификаций по семантике онтологического уровня / О. А. Бубарева // Современные наукоемкие технологии, 2018. — № 6. — С. 40–43.
4. Кожомбердиева, Г. И. Получение интегральной оценки качества программного обеспечения на основе формулы Байеса / Г. И. Кожомбердиева // Транспортные интеллектуальные системы, 2017. — С. 209–220.
5. Климов, Г. Ю. Оценка качества и анализ программного обеспечения в информационной системе управления предприятием / Г. Ю. Климов // Статья в сборнике Наука сегодня, 2019. — С. 53–54.

6. Кудяров, Ю. А. Испытания программного обеспечения средств измерений: учеб. пособие / Ю. А. Кудяров. — М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. — 250 с.
7. Ленкин, А. В. Анализ требований к интерфейсу современного программного обеспечения / А. В. Ленкин // Постулат, 2017. — № 1. — С. 41–46.
8. Кулева, Ю. С. Развитие методов обеспечения качества программных продуктов / Ю. С. Кулева // Статья в сборнике Инноватика, 2018. — С. 491–494.
9. Костин, А. В. Модель для оценивания функциональности систем машинного перевода / А. В. Костин // Известия Российской академии науки, 2018. — С. 158–172.
10. Лукин, В. Н. Подготовка качественных программистов: проблемы обучения / В. Н. Лукин // Моделирование и анализ данных, 2017. — № 1. — С. 29–41.

© Святенко Александр Сергеевич (info@egartech.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРИВЕДЕННЫХ МОМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА И ПОСТРОЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

APPLICATION OF THE METHOD OF REDUCED MOMENTS FOR CALCULATING AND CONSTRUCTING STATIC CHARACTERISTICS OF MINING PROCESS UNITS

**M. Semenova
S. Zagolilo
N. Kugusheva
Ya. Kharitonov
V. Khubieva**

Summary. Calculations have been carried out and the static characteristics of individual mining machine mechanisms, which are an aggregate multi-motor electric drive system, have been constructed using the method of reduced moments. The relevance of underground mining is shown. The technical characteristics of the selected mining shearer are given. Asynchronous electric motors with a squirrel-cage rotor for powering the electric equipment of the combine were selected from the reference book, the closest in power and suitable in voltage and mode of operation. The calculation of the gear ratio of the gearboxes is made, the moments of static resistance and operating speeds to the motor shaft are given. The static characteristics of the mining machine's electric motors are constructed. A conclusion is made about the effectiveness of the application of such a method to confirm the correct choice of electric motors and the prospects of its use in computer modeling of multi-motor systems of an electric drive.

Keywords: mine, mining combine, electric motor, gearbox, reduced torque, power calculation, load diagram, tachogram, mechanical characteristic.

Семёнова Мария Николаевна

Старший преподаватель, Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М. К. Аммосова в г. Мирном
mariya_semyonova86@mail.ru

Заголило Сергей Анатольевич

Инженер, Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М. К. Аммосова в г. Мирном
exside93@mail.ru

Кугушева Наталья Николаевна

Старший преподаватель, Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М. К. Аммосова в г. Мирном
natali_k-80@mail.ru

Харитонов Яков Станиславович

Аспирант, старший преподаватель, Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М. К. Аммосова в г. Мирном
kharitonovyakov@gmail.com

Хубиева Виктория Махмутовна

Старший преподаватель, Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М. К. Аммосова в г. Мирном
lilacrose@mail.ru

Аннотация. Выполнены расчеты и произведено построение статических характеристик отдельных механизмов добычного комбайна, представляющих собой совокупную многодвигательную систему электропривода, методом приведенных моментов. Показана актуальность ведения добычных работ подземным способом. Приведены технические характеристики выбранного добычного комбайна. Из справочника выбраны ближайшие по мощности и подходящие по напряжению и режиму работы асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором для питания электрооборудования комбайна. Произведен расчет передаточного числа редукторов, приведены моменты статического сопротивления и рабочие скорости к валу двигателя. Построены статические характеристики электродвигателей добычного комбайна. Сделано заключение об эффективности применения такой методики для подтверждения правильности выбора электродвигателей и перспективности её использования при компьютерном моделировании многодвигательных систем электропривода.

Ключевые слова: рудник, добычной комбайн, электродвигатель, редуктор, приведенный момент, расчет мощности, нагрузочная диаграмма, тахограмма, механическая характеристика.

Введение

Западная Якутия, известная всему миру своими кимберлитовыми месторождениями (трубками) и предприятиями по добыче и переработке алмазосодержащего сырья, в настоящее время испытывает затруднения в связи с падением спроса на алмазо-бриллиантовую продукцию. В целях экономии были прекращены все открытые добычные работы (карьерный способ), и сейчас ведется разработка только подземным способом, а именно на трех рудниках «Интернациональный», «Айхал» и «Удачный» [1]. Обосновывается это экономической целесообразностью, т.к. снижаются затраты на вскрышные работы, требуется меньше специального карьерного транспорта.

Вопросы механизации погрузки разрушенной горной массы на забойный конвейер или другие транспортные средства имеют весьма важное значение как с точки зрения обеспечения высокопроизводительной работы выемочной машины, так и с точки зрения облегчения условий труда шахтеров, так как ручная погрузка горной массы — тяжелый физический труд, применяемый чаще всего в наиболее опасном, незакрепленном пространстве [2]. Основным направлением развития комплексной механизации проходческих и добычных работ в горной промышленности является внедрение комбайнового способа проведения выработок, уровень которого в 2018 году достиг 80%. Используются в основном комбайны легкого и среднего типов (массой от 20 до 100 тонн и энерговооруженностью исполнительного органа от 100 до 300 кВт) [3].

Для проведения выработок по породам с коэффициентом крепости $f \geq 7$ (по шкале Протодряконова) и площадью сечения $S \leq 50 \text{ м}^2$ серийно выпускаются средние и тяжелые добычные комбайны фирмы Voest-Alpine Bergtechnik GesmbH (австрийский производитель горно-проходческой техники) серии AM, масса которых достигает 30–80 тонн с мощностью исполнительного органа 200–250 кВт. Добычные комбайны AM представляют собой самоходную гусеничную машину с исполнительным органом стреловидного типа и погрузочным устройством в виде спаренных нагребующих лап на наклонном поворотном столе с самостоятельным приводом.

Актуальность, цель и задачи исследования. В связи со снижением объемов добычи на руднике «Интернациональный» начался этап отработки подкарьерных запасов через вспомогательный вентиляционный ствол, габариты которого не позволяют доставить к очистному забою добычной комбайн AM-105, хорошо зарекомендовавший себя ранее на глубоких горизонтах. Для продолжения добычи на рудник был доставлен с рудника «Айхал» добычной комбайн AM-75. Авторы заинтере-

совались многодвигательной системой электропривода этого очистного комплекса и её энергетическими показателями. Поскольку рудник является объектом, опасным по газу и нефтепроявлениям, то просто «прийти» туда и измерить эти показатели не представляется возможным. Тогда было принято решение произвести необходимые расчеты и построить нужные диаграммы методом приведенных моментов.

Таким образом, целью настоящей работы станет расчет и построение статических характеристик многодвигательной системы электропривода добычного комбайна методом приведенных моментов. Для достижения поставленной цели будут решены следующие задачи: рассчитаны усилия работы механизмов на холостом ходу и под нагрузкой; определены интервалы времени работы и полный рабочий цикл; произведен предварительный выбор электродвигателей по рассчитанным параметрам; рассчитаны передаточные числа редукторов; приведены моменты статического сопротивления и рабочие скорости к валу двигателя; построены статические характеристики электродвигателей механизмов комбайна.

Результаты исследования

Расчет производительности и выбор комбайна. В качестве подтверждения обоснованности выбора добычного комбайна AM-75 был произведен расчет производительности алмазодобывающего рудника, производительности и количества добычных комбайнов, темпов добычи с учетом падения спроса на алмазосодержащее сырье, который подробно представлен в [4]. Здесь покажем только таблицу составления основных параметров комбайна и его механизмов, необходимых для дальнейшего расчёта [5]. Исходными данными расчета являются физические и геометрические параметры, а также заданная производительность предприятия и комбайна (табл. 1).

Расчет и предварительный выбор электродвигателей. Для предварительного выбора электродвигателей необходимо построить нагрузочные диаграммы механизмов. Такие расчеты и методика построения нагрузочных диаграмм методом эквивалентных усилий подробно описаны в [4]. Здесь приведем лишь таблицу результатов расчета параметров механизмов комбайна, которые потребуются для дальнейших расчетов и построений статических характеристик (табл. 2).

Из таблицы видно, что наибольшее соотношение между рабочим усилием и усилием на холостом ходу наблюдается у самого мощного механизма — рабочего органа комбайна. Установочная мощность показывает минимально необходимую мощность электродвигателей

Таблица 1. Технические характеристики комбайна АМ-75.

Наименование параметра	Значение
Расчетная часовая производительность рудника, $A_{\text{ч}}$	136 т/час
Часовая производительность комбайна, $Q_{\text{КОМБ}}$	80 т/час
Суммарная мощность электродвигателей комбайна, P_{Σ}	350 кВт
Мощность электродвигателя рабочего органа, $P_{\text{РО}}$	200 кВт
Мощность электродвигателей подборщика, $P_{\text{П}}$	2*36 кВт
Мощность электродвигателя конвейера, $P_{\text{К}}$	70 кВт
Режим работы основного электрооборудования	S1
Диаметр зарубной головки рабочего органа, D	750 мм
Ширина зарубного бара рабочего органа, B	1000 мм
Длина стрелы рабочего органа, L	2500 мм
Угол поворота и наклона стрелы, α	30°
Масса комбайна, $M_{\text{КОМБ}}$	52 тонны

Таблица 2. Результаты расчета параметров механизмов комбайна

Параметр	Механизм комбайна		
	Рабочий орган	Подборщик	Конвейер
Усилие на холостом ходу, $F_{\text{ХХ}}$, Н	7350	2312	3372
Рабочее усилие, $F_{\text{р}}$, Н	59780	5685	12704
Эквивалентное усилие, $F_{\text{ЭКВ}}$, Н	54400	5209	11625
Время холостого хода, $t_{\text{ХХ}}$, мин	4,6	4,6	4,6
Время работы, $t_{\text{р}}$, мин	43,4	43,4	43,4
Время цикла, $t_{\text{ц}}$, мин	52,6	52,6	52,6
Предварительная мощность, N , Вт	147800	29597	60549
Установочная мощность, N , кВт	170	34	70

Таблица 3. Результаты выбора электродвигателей механизмов комбайна

Параметр	Механизм		
	Рабочий орган	Подборщик	Конвейер
Марка электродвигателя	4А315М4У3	АИР200М4	АИР250S4
Высота оси вращения вала,	315 мм	200 мм	250 мм
Мощность,	200 кВт	37 кВт	75 кВт
Синхронная частота вращения,	1500 об/мин	1500 об/мин	1500 об/мин
Номинальная частота вращения,	1480 об/мин	1470 об/мин	1478 об/мин
Номинальное скольжение,	1,3%	2%	1,5%
КПД,	0,94	0,925	0,94
Коэффициент мощности,	0,92	0,89	0,88
Номинальное напряжение,	1140 В	660 В	660 В
Отношение пускового тока к номинальному,	6,0	7,5	7,5
Отношение пускового момента к номинальному,	1,3	1,7	1,7
Отношение максимального момента к номинальному,	2,2	2,7	2,5
Момент инерции,	3,63 кг·м ²	0,28 кг·м ²	0,89 кг·м ²
Число пар полюсов,	2	2	2

Таблица 4. Результаты расчета обмоточных данных электродвигателей

Параметр	Механизм		
	Рабочий орган	Подборщик	Конвейер
Марка электродвигателя	4А315М4У3	АИР200М4	АИР250S4
Угловая скорость вращения,	154,9 рад/с	153,86 рад/с	154,7 рад/с
Номинальный ток,	111,6 А	38,7 А	80,4 А
Сопротивление статора,	0,216 Ом	0,533 Ом	0,174 Ом
Сопротивление ротора,	0,073 Ом	0,176 Ом	0,06 Ом
Индуктивность обмоток,	0,001 Гн	0,001 Гн	0,0008 Гн
Взаимоиндукция,	0,079 Гн	0,119 Гн	0,0492 Гн
Момент инерции,	3,63 кг·м ²	0,28 кг·м ²	0,89 кг·м ²

механизмов для создания требуемых усилий при работе. Исходя из расчета, построенных нагрузочных диаграмм и приведенных кинематических схем в [4], выбираем из справочника ближайшие по мощности и подходящие по напряжению и режиму работы асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором (табл. 3).

Для последующих расчетов определим недостающие обмоточные данные электродвигателей. Методика такого расчета подробно описана в [6]. Здесь лишь покажем результаты расчета обмоточных данных (табл. 4).

Расчет и построение статических характеристик методом приведенных моментов. Для построения нагрузочной диаграммы и тахограммы электродвигателей произведем расчет передаточного числа редуктора, приведение моментов статического сопротивления и рабочих скоростей к валу двигателя, примем динамический момент и ускорение электропривода с учетом перегрузочной способности двигателя.

Определяем номинальный, пусковой и максимальный моменты электродвигателя по следующим формулам:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}, M_{II} = k_{II} \cdot M_H, M_M = k_M \cdot M_H \text{ [Н} \cdot \text{м]}$$

где $k_{II} = M_{II}/M_H$ и $k_M = M_M/M_H$ — отношение пускового и максимального моментов к номинальному (принимаются по паспортным данным).

Передаточное число редуктора для каждого механизма определяется по формуле:

$$i_p = \frac{\omega_H}{V_M \cdot \pi} \cdot \frac{d}{2}$$

где ω_H — номинальная скорость вращения двигателя, рад/с, V_M — скорость движения (вращения) рассматриваемого механизма, м/с, d — диаметр механизма вращения, м.

Моменты статического сопротивления, приведенные к валу двигателя, при рабочем усилии и на холостом ходу соответственно будут определяться как:

$$M_{CP, CXX} = \frac{F_{p, XX} \cdot d/2}{i_p \cdot \eta} + M_H \text{ [Н} \cdot \text{м]}$$

где η — КПД двигателя, $F_{p, XX}$ — усилия рабочее и на холостом ходу соответственно, которые определяются по выражениям:

$$F_p = (m_M + m_T) \cdot g \cdot \rho \cdot \mu, F_{XX} = m_M \cdot g \cdot \mu \text{ [Н]}$$

где m_M и m_T — собственная масса механизма и масса груза соответственно, кг, μ — коэффициент трения, ρ — коэффициент плотности (для сыпучих грузов), кг/м³.

Суммарный момент инерции привода определяется по формуле:

$$J_y = d \cdot J + m_M \cdot \frac{d^2/2}{i_p} \text{ [кг} \cdot \text{м}^2]$$

где J — момент инерции двигателя, кг·м², $d = 1,2/1,5$ — коэффициент, учитывающий момент инерции муфт и редуктора.

Определяем динамический момент двигателя по условию максимального использования двигателя по перегрузочной способности:

$$M_{дин} = k_{II} \cdot (M_M - M_{CP}) \text{ [Н} \cdot \text{м]}$$

где k_{II} — коэффициент, учитывающий перерегулирование момента на уточненной нагрузочной диаграмме.

Ускорение вала двигателя и рабочего органа механизма в переходных режимах найдем соответственно по формулам:

$$e = \frac{M_{дин}}{J_y}, a = \frac{e}{i_p} \left[\frac{\text{рад}}{\text{с}^2} \right]$$

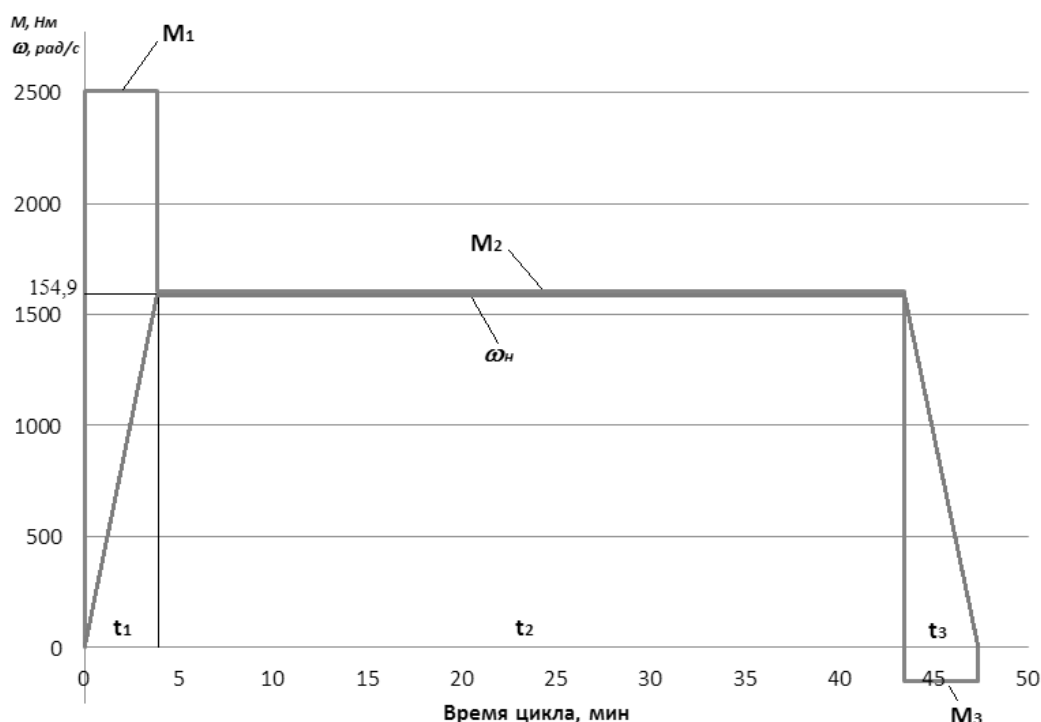


Рис. 1. Нагрузочная диаграмма и тахограмма электродвигателя рабочего органа добычного комбайна

Для построения нагрузочной диаграммы разбиваем её на 3 интервала. Сначала рассчитываем интервалы разгона и замедления электропривода, затем интервал работы с постоянной скоростью. Определим время разгона и замедления (1 и 3 интервалы), а также величины моментов в эти интервалы, по следующим формулам:

$$t_1 = t_3 = \frac{\omega_H}{e} [\text{с}], M_1 = M_{\text{дин}} + M_{\text{схх}}, M_3 = M_{\text{дин}} - M_{\text{схх}} [\text{Н} \cdot \text{м}]$$

Продолжительность работы электродвигателей с постоянной скоростью будет зависеть от типа механизма, его режима работы и технологических условий. В нашем случае для добычного комбайна технологический процесс заключается в отработке очистного пространства, поэтому время работы будет определяться как:

$$t_2 = \frac{S_B \cdot Q_M \cdot c \cdot 1000}{V_M \cdot m_M \cdot 60} [\text{мин}]$$

где S_B — площадь выработки, м^2 , Q_M — производительность механизма, $\text{м}^3/\text{мин}$.

$$M_2 = M_{\text{ср}} [\text{Н} \cdot \text{м}].$$

Момент двигателя во время работы с постоянной скоростью равен моменту статического сопротивления при рабочем усилии, в нашем случае:

Произведем расчет и построение нагрузочной диаграммы и тахограммы для самого мощного электродвигателя добычного комбайна — стреловидного рабочего органа. Применим пакет Mathcad для осуществления расчетов и приложение MS Office/Excel для построения диаграммы. Результат расчета и построения нагрузочной диаграммы и тахограммы представлен на рис. 1.

Теперь произведем расчет и построим механическую характеристику электродвигателя, которая определяется как зависимость угловой скорости вращения от электромагнитного момента двигателя M , т.е. получим функцию $f = \omega(M)$. Для этого воспользуемся формулой Клосса, задавшись значениями скольжения от 0 до 1 (включая номинальное и критическое значение) и подставив в выражение:

$$M = 2 \cdot M_M \cdot \frac{1 + a \cdot s_{\text{кр}}}{\frac{s}{s_{\text{кр}}} + \frac{s_{\text{кр}}}{s} + 2 \cdot a \cdot s_{\text{кр}}} [\text{Н} \cdot \text{м}]$$

где.

$$a = R_s / (R_r \cdot k^2).$$

Аналогично, как и для нагрузочной диаграммы, произведем расчет и построим механическую характеристику для электродвигателя рабочего органа комбайна, воспользовавшись теми же программами Mathcad и MS

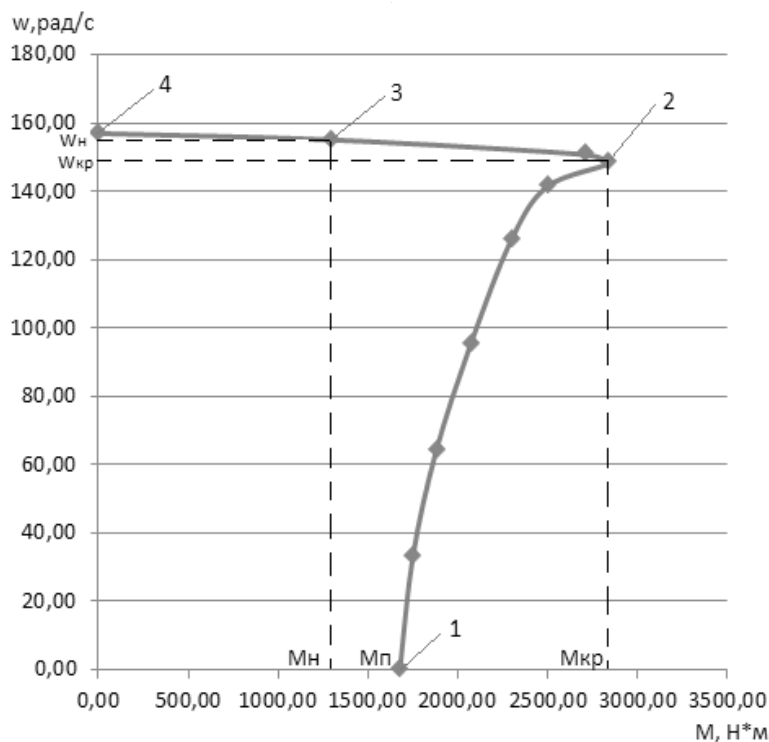


Рис. 2. Механическая характеристика электродвигателя рабочего органа добычного комбайна

Office/Excel. Полученную механическую характеристику можно увидеть на рис. 2.

На последнем графике имеются четыре точки, характерные для асинхронного электродвигателя: 1 — момент пуска двигателя (скорость равна нулю, момент принимает пусковое значение), 2 — критический режим работы (момент имеет максимальное значение, превышение которого не позволит произвести запуск двигателя), 3 — номинальный режим работы (скорость и момент имеют номинальные значения), 4 — точка идеального холостого хода (момент двигателя равен нулю, скорость вращения ротора равна скорости вращения магнитного поля статора). Поскольку точка рабочего момента не превышает значения пускового и критического моментов, можно считать, что предварительный выбор электродвигателей произведен корректно.

Заключение. В результате выполненных расчетов были построены статические характеристики многодвигательной системы электропривода добычного комбайна

методом приведенных моментов. Такие исследования актуальны для алмазодобывающей промышленности Западной Якутии. По рассчитанным ранее эквивалентным усилиям была определена предварительная и установочная мощности электродвигателей механизмов комбайна. По рассчитанным приведенным моментам были построены статические характеристики предварительно выбранных электродвигателей. Характеристики подтверждают корректность выбранных ранее электродвигателей. Выполненные расчеты будут полезны для дальнейшего компьютерного моделирования работы систем электропривода добычного комбайна и системы электроснабжения добычного участка [7–11]. В нашем случае компьютерное моделирование является единственно возможным инструментом для дальнейшей оценки качества электрической энергии в подземной части рудника, куда нет возможности попасть для проведения экспериментальных исследований и физических измерений [12–16].

ЛИТЕРАТУРА

1. Чаадаев А.С., Зырянов И.В., Кириллов Д.С., Бондаренко И.Ф. Создание и промышленное внедрение систем подземной разработки алмазных месторождений АК «АЛРОСА» (ПАО) // Горный журнал. — 2015. — № 11. — С. 48–52. DOI: 10.17580/gzh.2015.11.10
2. Махно Д.Е. К вопросу совершенствования средств комплексной механизации на угольных шахтах // Горное оборудование и электромеханика. — 2013. — № 10. — С. 2–6.

3. Махно Д.Е., Федорко В. П. Проблемы комплексной механизации очистных работ на угольных шахтах // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2012. — № 12 (71). — С. 110–113.
4. Заголило С.А., Семёнов А. С. Расчет и выбор электродвигателей механизмов добычного комбайна методом эквивалентных усилий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2020. — № 2. — С. 104–109. DOI: 10.17513/mjprf.13019
5. Инструкция по эксплуатации AM 75/162. VOEST-ALPINE Bergtechnik Ges.m.b.H. A-8740 Zeltweg, AUSTRIA. 01–09–05.
6. Заголило С.А., Семёнов А. С., Семёнова М. Н., Якушев И. А. Компьютерное моделирование многодвигательной системы электропривода в пакете программ MatLab // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2020. — Т. 8. — № 2. URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/ZagoliloSoavtors_2_20_1.pdf (дата обращения: 18.08.2020). DOI: 10.26102/2310–6018/2020.29.2.012
7. Семёнов А.С., Егоров А. Н. Особенности математического моделирования систем электроприводов технологических установок горных предприятий // Каротажник. — 2018. — № 11 (293). — С. 85–99.
8. Семёнов А.С., Харитонов Я. С., Егоров А. Н. Разработка математической модели электромагнитного привода с системой управления стабилизации производительности питателя // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. — 2018. — № 2 (121). — С. 123–131.
9. Бебихов Ю.В., Кугушева Н. Н., Хубиева В. М., Семёнова М. Н., Якушев И. А. Разработка универсальной математической модели системы электроснабжения участка промышленного предприятия // Естественные и технические науки. — 2018. — № 12 (126). — С. 387–394.
10. Семёнов А.С., Якушев И. А., Егоров А. Н. Математическое моделирование технических систем в среде MATLAB // Современные наукоемкие технологии. — 2017. — № 8. — С. 56–64. DOI: 10.17513/snt.36780
11. Бебихов Ю.В., Семёнов А. С., Семёнова М. Н., Якушев И. А. Анализ методов моделирования технических систем в среде MATLAB // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2019. — Т. 7. — № 3 (26). URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/09/BebihovSoavtori_3_19_1.pdf (дата обращения: 18.08.2020). DOI: 10.26102/2310–6018/2019.26.3.037
12. Кузнецов Н.М., Семёнов А. С., Бебихов Ю. В., Рыбников А. В. Результаты мониторинга показателей качества электрической энергии потребителей подземного рудника // Горный журнал. — 2014. — № 1. — С. 23–26.
13. Семёнов А.С., Кузнецов Н. М. Анализ результатов мониторинга показателей качества электрической энергии в подземном руднике // Измерительная техника. — 2014. — № 4. — С. 31–34.
14. Egorov A.N., Semenov A. S., Bebikhov Yu.V., Sigaenko A. A. Assessment of the Energy Efficient of the Modernized Main Fan Unit of the Underground Mine // International Journal of Energy for a Clean Environment. — 2019. — V. 20. — № 2. — P. 153–165. DOI: 10.1615/InterJEnerCleanEnv.2019026505
15. Егоров А.Н., Семенов А. С., Харитонов Я. С., Федоров О. В. Анализ эффективности применения частотно-регулируемого электропривода в условиях алмазодобывающих предприятий // Горный журнал. — 2019. — № 2. — С. 77–82. DOI: 10.17580/gzh.2019.02.16
16. Егоров А.Н., Харитонов Я. С., Шевчук В. А., Семенов А. С. Влияние высших гармоник на работу преобразователя частоты в условиях подземного рудника // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2020. — Т. 331. — № 6. — С. 141–151. DOI: 10.18799/24131830/2020/6/2683

© Семёнова Мария Николаевна (mariya_semyonova86@mail.ru), Заголило Сергей Анатольевич (exside93@mail.ru),
Кугушева Наталья Николаевна (natali_k-80@mail.ru), Харитонов Яков Станиславович (kharitonovyakov@gmail.com),
Хубиева Виктория Махмутовна (lilacrose@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ DB BROWSER FOR SQLITE ДЛЯ СОЗДАНИЯ БАЗ ДАННЫХ

USING DB BROWSER FOR SQLITE PROGRAM FOR CREATION OF DATABASES

**A. Suvorov
Z. Zotkin**

Summary. In this article we discuss capabilities of the program DB Browser for SQLite for creation of databases. An example of creation of a database that stores information about registration of students for the courses is given. Examples of generation of SQL queries for this database are discussed.

Keywords: database, SQL query, DB Browser for SQLite program, linking tables, registration of students.

Суворов Александр Павлович

*К.т.н., старший преподаватель, Московский
государственный строительный университет*
suvorovap@mgsu.ru

Зоткин Сергей Петрович

*К.т.н., доцент, Московский государственный
строительный университет*
zotkinsp@mgsu.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности программы DB Browser for SQLite для создания баз данных. Рассмотрен пример создания простой базы данных, хранящей информацию о регистрации студентов на учебные курсы. Даны примеры формирования SQL запросов для этой базы данных.

Ключевые слова: база данных, SQL запрос, программа DB Browser for SQLite, связывание таблиц, регистрация студентов.

Введение

Базы данных могут применяться во многих областях знаний: экономика, электронная коммерция, медицина, статистика, наука, образование и т.д., то есть там, где возникает необходимость организации, структурирования данных и управления ими. Наиболее распространенной моделью реализации базы данных является реляционная модель. Эта модель основана на принципе выявления сущностей и связей между ними. Именно поэтому реляционная база данных состоит из нескольких таблиц, которые связаны между собой.

В данной статье приводится пример создания простой базы данных в программе DB Browser for SQLite. Эта программа является свободно-распространяемым программным продуктом и может быть легко использована в учебных целях, например, на занятиях по курсу «Информационные технологии». Созданная база данных может храниться на домашнем компьютере. Данная программа может служить хорошей альтернативой более известной программе Microsoft Access, так как недостатком последней программы является необходимость ее оплаты. Программа DB Browser for SQLite позволяет создавать таблицы в интерактивном режиме, позволяет связывать эти таблицы. Интерфейс программы переведен на русский язык. При формировании и заполнении таблиц знание языка SQL не требуется. Однако при фор-

мировании запросов пользователь должен знать язык SQL, но при наличии множества подсказок в этой программе запись запросов на языке SQL вряд ли будет являться большим затруднением для пользователя.

Рассмотрен пример формирования базы данных, в которой содержится информация о регистрации студентов университета на различные курсы. Эта регистрация предполагает, что студент не входит в какую-либо группу студентов, а является самостоятельным слушателем учебных курсов, как это обычно и происходит в западных университетах.

В первом разделе статьи мы рассмотрим создание таблиц, входящих в данную базу данных, а во втором разделе мы разберем примеры запросов к созданной базе данных.

Создание и заполнение таблиц

Рассмотрим пример базы данных, в которой будет храниться информация о регистрации (записи) студентов на те или иные курсы. Эта база данных будет состоять из трех таблиц. В первой таблице students будет храниться информация о студентах института. Во второй таблице courses мы запишем информацию о курсах, которые предлагаются для обучения. Наконец в третьей таблице

registration будет располагаться (наиболее важная) информация о регистрации или записи студентов на курсы.

Создание таблицы в программе DBBrowser for SQLite происходит по команде Создать таблицу, которая доступна на закладке Структура БД. При запуске команды Создать таблицу открывается диалоговое окно Редактирование определения таблицы. В этом диалоговом окне прежде всего мы задаем имя таблицы. Новое поле добавляется в структуру таблицы при нажатии кнопки Add (добавить) на закладке Поля. Для созданных полей таблицы мы задаем имя поля и тип данных. Чаще всего используется текстовое поле (TEXT) или поле целого типа (INTEGER). Также при создании полей таблицы можно указать характеристики поля: НП (поле непустое), ПК (первичный ключ), АИ (автоинкремент), У (уникальное поле). Характеристика НП означает, что это поле должно быть обязательно заполнено и не может быть пустым. Характеристика ПК означает, что это поле является первичным ключом в данной таблице. При активации характеристики У значение в этом поле не может повторяться для разных строк (записей) будущей таблицы.

Таблица students будет иметь следующие поля: SID (идентификатор студента, student ID), Lastname (фамилия студента), Firstname (имя студента), Dateofbirth (дата рождения студента). Возможно также добавление и других полей. Для каждого из этих полей назначается тип данных TEXT (текстовое поле). Поле SID будет являться первичным ключом таблицы, т.е. для этого поля надо установить флажок ПК.

Заполнение таблицы происходит на вкладке Данные. После того как мы зайдем на эту вкладку, мы увидим названия созданных нами полей — SID, Lastname, Firstname, Dateofbirth, но сама таблица пока остается незаполненной. Для того чтобы создать конкретную запись, мы должны справа найти небольшой значок », нажав на который мы увидим выпадающее меню с командой Добавить запись. Если мы выберем еще раз опцию Добавить запись, то новая и пока пустая запись будет пристроена к таблице снизу. Щелкая на ячейки (поля) этой новой записи и двигаясь по горизонтали, можно указать конкретные значения для каждого поля — SID, Lastname, Firstname, Dateofbirth и таким образом заполнить новую запись. Но вместо Добавить запись мы можем выбрать Вставить значения, и тогда мы увидим не всю таблицу, а лишь последнюю запись в виде формы с полями Имя — Тип — Значение. Теперь для данной записи мы можем указать значение для каждого из полей (SID, Lastname, Firstname, Dateofbirth), используя для этого столбец Значение данной формы. После заполнения формы следует ее сохранить. После заполнения таблицы следует нажать на кнопку Записать изменения, чтобы наши данные были сохранены на диске.

Приведем пример таблицы students.

SID	Lastname	Firstname	Dateofbirth
S1	Витько	Никита	23.02.2002
S2	Голованов	Андрей	14.03.2002
S3	Фетисова	Мария	11.11.2002
S4	Шабров	Тихон	05.08.2003

Таблица courses будет иметь следующие поля: CID (идентификатор курса), Subject (название изучаемого предмета), Description (описание курса), Day (день недели, в который читается курс). Как и прежде, мы создаем структуру таблицы, пользуясь командой Создать таблицу на закладке Структура БД. Тип данных для каждого из этих полей является текстовым (TEXT). Для поля CID устанавливаем флажок ПК, так как это поле будет являться первичным ключом таблицы.

Теперь, пользуясь вкладкой Данные, мы заполняем таблицу конкретной информацией. Как и прежде, находим значок » и далее из выпадающего меню выбираем команду Добавить запись → Добавить запись или Добавить запись → Вставить значения. После добавления записей следует использовать команду Записать изменения. Приводим пример таблицы courses

CID	Subject	Description	Day
MAT-1	Математика	векторная алгебра	понедельник
MAT-2	Математика	векторная алгебра	вторник
ФИЗ	Физика	механика	среда

Как мы видим из этой таблицы, курсы MAT-1 и MAT-2 являются одинаковыми по содержанию, но читаются в разные дни и возможно разными преподавателями.

Наконец переходим к главной таблице registration, в которой мы запишем данные о регистрации студентов на разные курсы. Эта таблица будет иметь следующие поля: RID (номер записи, числовой тип данных INTEGER), SID (идентификатор студента, текстовый тип данных TEXT), CID (идентификатор курса, текстовый тип данных TEXT), Grade (оценка, текстовый тип данных TEXT). Поле RID будет являться первичным ключом для этой таблицы. Когда мы создаем структуру таблицы registration, мы должны указать, как эта таблица связана с ранее созданными таблицами students и courses. Мы уже знаем, что после добавления того или иного поля таблицы, т.е. после нажатия на кнопку Add в диалоговом окне Редактирование определения таблицы, у нас есть возможность задать имя поля, тип данных и различные характеристики для этого поля, например, НП, ПК и т.д. Если мы сдвинем вправо горизонтальный ползунок, то увидим, что существует возможность задавать и другие свойства для созданных полей. Найдем свойство Внешний ключ. Именно в этом столбце мы задаем поле, которое будет

являться внешним ключом для таблицы registration. Щелкнем в этом столбце на соответствующее поле, например, поле SID. Далее в этом столбце мы можем выбрать таблицу и поле, которое будет являться первичным ключом по отношению к полю SID таблицы registration. Выберем таблицу students и поле SID. Таким образом мы установили связь между таблицами registration и students по полю SID:

Внешний ключ	Первичный ключ
Таблица registration	Таблица students
Поле SID	Поле SID

Аналогично устанавливаем связь между таблицами registration и courses по полю CID:

Внешний ключ	Первичный ключ
Таблица registration	Таблица courses
Поле CID	Поле CID

Для этого мы должны, как и прежде, использовать свойство Внешний ключ для поля CID таблицы registration. Внизу диалогового окна Редактирование определения таблицы будет видно, что наши действия по связыванию таблиц были аналогичны следующим командам SQL:

```
FOREIGN KEY("CID") REFERENCES "courses" ("CID"),
FOREIGN KEY("SID") REFERENCES "students" ("SID")
```

Теперь пользуясь вкладкой Данные, приступаем к заполнению таблицы registration. Приводим пример этой таблицы

RID	SID	CID	Grade
1	S1	MAT-1	
2	S2	MAT-1	
3	S3	MAT-2	
4	S4	MAT-2	
5	S1	ФИЗ	
6	S2	ФИЗ	
7	S3	ФИЗ	
8	S4	ФИЗ	

Как мы видим, половина студентов записалась на курс MAT-1, другая половина студентов записалась на курс MAT-2. Все студенты записались на курс ФИЗ. Поле Grade остается пока незаполненным, так как оценка неизвестна.

Запросы SQL

Теперь переходим к выполнению SQL запросов для нашей базы данных. Для выполнения запросов переходим на вкладку SQL, которая находится правее

вкладки Данные. При этом появляется поле, в котором можно записывать запрос. Рассмотрим простой запрос, какие студенты записаны на курс MAT-1. Используем для этого таблицу registration. Записываем такую команду

```
select * from registration where registration.CID=>MAT-1»
```

Команда SQL выполняется после нажатия F5 или после нажатия кнопки Пуск в виде синего треугольника. Результат очевиден — мы получим две записи из таблицы registration

RID	SID	CID	Grade
1	S1	MAT-1	
2	S2	MAT-1	

Увеличим информативность данного примера, добавив в результирующую таблицу данного запроса имена и фамилии студентов, записавшихся на курс MAT-1. Имена и фамилии студентов хранятся, как мы помним, в таблице students. Поэтому для выполнения этого запроса мы используем связь между таблицами registration и students, установленную ранее. Используем, например, такую команду SQL

```
select registration.SID, registration.CID, students.
Lastname, students.Firstname from registration, students
where registration.SID=students.SID AND registration.
CID="MAT-1"
```

В этом запросе мы явно указываем на условие, что значение поля, которое является внешним ключом, должно совпадать со значением поля, которое является первичным ключом (registration.SID=students.SID). Результат выполнения этого запроса таков

SID	CID	Lastname	Firstname
S1	MAT-1	Витько	Никита
S2	MAT-1	Голованов	Андрей

Теперь выполним другой запрос, а именно выясним, на какие курсы записался студент с идентификатором S1. (Предварительно можно выяснить по таблице students, что этот идентификатор имеет студент Витько Никита.) Для этого можно выполнить такой запрос

```
select registration.SID, registration.CID, courses.Subject,
courses.Description from registration, courses where
registration.CID=courses.CID AND registration.SID="S1"
```

В этом запросе мы использовали связь между таблицами registration и courses по полю CID. Результатом выполнения этого запроса будет следующая таблица

SID	CID	Subject	Description
S1	MAT-1	Математика	векторная алгебра
S1	ФИЗ	Физика	механика

До сих пор в запросах мы использовали связь между двумя таблицами. Но если мы хотим ответить на вопрос, на какие курсы записался студент с фамилией Голованов, то нам придется использовать в запросе три таблицы одновременно. Вот как это будет выглядеть

```
select registration.SID, registration.CID, courses.Subject,
courses.Description from registration, courses, students
where registration.CID=courses.CID AND registration.
SID=students.SID AND students.Lastname="Голованов"
```

Результат будет такой

SID	CID	Subject	Description
S2	MAT-1	Математика	векторная алгебра
S2	ФИЗ	Физика	механика

Выясним теперь, какие курсы читаются в среду, используя команду

```
select courses.Subject from courses where courses.
Day="среда"
```

Результат будет очевиден

Subject
Физика

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье был рассмотрен пример построения базы данных с использованием программы DB Browser for SQLite. Рассмотренная база данных хранит информацию о регистрации студентов на учебные курсы. База данных состоит из трех таблиц: students (студенты), courses (курсы) и registration (регистрация), которые связаны между собой.

Программа DB Browser for SQLite является легкой в изучении, бесплатной и в то же время имеет обширные возможности при создании и управлении базами данных. Авторы рекомендуют эту программу при изучении курсов «Информационные технологии» и «Информатика».

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов Д. Л. Технологии проектирования баз данных. — Москва: изд-во ДМК, 2019. — 498 с.
2. Владстон Феррейра Фило. Теоретический минимум по computer science. — Санкт-Петербург: изд-во Питер, 2018. — 224 с.
3. Гинис Л. А. Создание проблемно-ориентированных баз данных в СУБД MS Access 2010 по дисциплине «Информационные ресурсы в кадастровой деятельности»: методические указания к выполнению практических работ. — Ростов-на-Дону: изд-во Южного федерального университета, 2014. — 20 с.

© Зоткин Сергей Петрович (zotkinsp@mgsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОЧИСТКА АУДИОМАТЕРИАЛА ШТАТНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММЫ AUDACITY® (ПРОГРАММНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД)

COMPUTER UPGRADING OF AUDIO MATERIAL USING AUDACITY® SOFTWARE API (SOFTWARE-ORIENTED APPROACH)

V. Taran

Summary. The article deals with basic problems associated with applying of computer technologies when upgrading audio material. Audacity® software environment has been selected as a program framework. Major problem areas of audio material upgrading by program means were designated. Regular modules of Audacity® software applied in case of problems associated with audio material recovery are analyzed. Based on the analysis of the selected problems and taking into account the prediction of situations arising in the process of software sound processing feasible arrangements of regular modules usage for particular calculation of the processed information were suggested. The arrangement of these modules improves the quality of the processed audio material under given situations. Taking into account the software support of the built-in programming language Nyquist, some recommendations for the use of micro-scripts and scenario programs in order to comply with the software-oriented approach are suggested.

Keywords: computer technologies for audio material upgrading, software-oriented approach, sound processing, Audacity®, regular modules Audacity®, programming language Nyquist.

Таран Василий Васильевич

К.культурологии, АНОВО «Московский
международный университет»; ФГБУН «Всероссийский
институт научной и технической информации РАН»
allscience@lenta.ru

Аннотация. В статье исследуются базовые вопросы, связанные с применением компьютерных технологий при очистке аудиоматериала. В качестве программной основы выбрана программная среда Audacity®. Обозначены основные проблемные области очистки аудиоматериала программными средствами. Проанализированы штатные модули программы Audacity®, применяемые при проблемах, связанных с восстановлением аудиоматериала. На основе анализа выбранной проблематики и с учетом прогнозирования ситуаций, возникающих в процессе программной обработки звука, приведены возможные схемы использования штатных модулей для частного просчета обрабатываемой информации, расстановка которых повышает качество обрабатываемого аудиоматериала при заданных ситуациях. С учетом программной поддержки встроенного языка программирования Nyquist приводятся некоторые рекомендации по использованию микросценариев и сценарных программ в целях соответствия программно-ориентированному подходу.

Ключевые слова: компьютерные технологии очистки аудиоматериала, программно-ориентированный подход, обработка звука, Audacity®, штатные модули Audacity®, язык программирования Nyquist.

В условиях, когда большинство аналогового аудиоматериала получает новую жизнь в цифровой оболочке, встает вопрос о качестве преобразуемого аудиопотока. Аудиоматериалы, преобразуемые в цифровую форму с таких аудионосителей как мини кассеты, стандарт-кассеты, бобины с магнитной лентой, виниловые пластинки часто имеют различные нежелательные акустические помехи, выражаемые в щелчках, шумах и пиковых перегрузках. Причем каждая из представленных помех имеет свою спектро-частотную характеристику, что осложняет процесс качественного аналогово-цифрового преобразования аудиоматериала с указанных выше носителей. В докомпьютерную эпоху преимущественно аналоговая аудионженерия предлагала довольно скудный спектр инструментов, которые могли бы устранять подобные нежелательные арте-

факт-эффекты¹. Все изменилось в эпоху компьютерной аудиоинженерии, когда стало возможным проектировать и эмулировать процессы аппаратной обработки звука на программной основе. Программная компьютерная основа расширила и качественно улучшила процессы реставрации и преобразования аудиоматериала,

¹ Прим. автора. Под скудным спектром инструментов подразумевается примитивный арсенал средств, который в основном мог использоваться при линейном вводе звука, корректируя некоторые артефакты. К таким артефактам относилась пиковая перегрузка моно или стерео каналов, контроль над нежелательными шумами, контроль над нежелательными задержками аудиосигнала внутри технических приборных цепей (межблочная коммутация оборудования). После того как наука открыла новые возможности по преобразованию аналогового сигнала в цифровой, компьютерные системы, руководствуясь алгоритмами просчёта данных, получили возможность многократной (числовой) перезаписи аудиосигнала, с возможностью коррекции практически любых ошибок.

добавив в них точность расчетных характеристик. Развитие компьютерной аудиоинженерии пошло по двум основным путям: это коммерческое программное обеспечение в области очистки аудиозаписей и свободно-распространяемое программное обеспечение в области очистки аудиозаписей. Мы попытаемся проанализировать и систематизировать общие процессы очистки аудиоматериала на базе свободно-распространяемого программного обеспечения, а также предложить некоторые новые подходы по обработке и очистке аудиоматериала от нежелательных помех взяв за основу (в качестве технического инструмента) свободно-распространяемую программную среду Audacity^{®1}. Audacity[®] — это программный аудиоредактор, включающий в себя мощные (штатные) средства по устранению нежелательных помех, возникающих при аналого-цифровом преобразовании аудиосигнала с устаревших аудионосителей. В арсенале программных средств Audacity[®] имеются отдельные модули, обладающие графическим интерфейсом, предназначенные для борьбы с подавлением нежелательных спектральных проявлений в дизайн-образе аудиоформы. Перечислим основные программные модули: Repair², Normalize³, Spectral edit parametric EQ⁴, Spectral edit shelves⁵, SC4⁶, Spectral edit multi tool⁷, Click

Removal⁸, Plot Spectrum⁹, Find Clipping¹⁰, Clip Fix¹¹, Noise Reduction¹², Truncate Silence¹³, Change Speed¹⁴. Каждый из этих модулей направлен на определенные действия, связанные с очисткой аудиодорожки от посторонних помех. Модули спроектированы таким образом, чтобы оператору было легко задавать числовые параметры и устанавливать порог отсеивания нежелательного спектрального сегмента. К сожалению, в творческо-техническом плане какого-то универсального подхода к очистке аудиоматериала от нежелательных шумов не существует. Каждый аудиоматериал индивидуален, имеет свои как технические, так и акустические свойства, которые обычно усложняют процедуры, связанные с реставрацией аудиоматериала. В большинстве случаев звукооператору приходится надеяться, прежде всего, на собственный слух и способности уловить различные акустические нюансы восстанавливаемого трека. Это несмотря на то, что цифровая реставрация аудиоматериала подразумевает визуальную ориентированность звукооператора и автоматизирует многие процессы, направленные на улучшение частотно-балансных характеристик. Более того среди специалистов по обработке звуковых данных до сих пор ведутся оживленные дискуссии, а местами споры по поводу цифрового аудиоредактирования. Дискуссии эти рождаются в результате анализа обработанного аудиоматериала с применением компьютерных технологий и обработки того же материала с применением аналоговых приборов. В результате мы видим разность взглядов на технические процессы обработки аудиоматериала. Нередко можно услышать среди не только специалистов в области аудиообработки, но и меломанов, тех людей чья профессия связана с прослушиванием конечного аудиопродукта и его оценкой, точку зрения следующего содержания. Запись,

¹ Прим. автора. Программный код Audacity[®] распространяется по регламентам второй версии общедоступной лицензии (GNU). Автором статьи был выполнен перевод оригинального текста лицензии на русский язык соответствующий современным тенденциям и реалиям развития компьютерной техники. Данное обстоятельство позволяет использовать программный код рассматриваемого в авторских исследованиях аудиоредактора на свободной основе. Перевод оригинального текста лицензии находится в приложении к научной статье. Перевод лицензии на русский язык осуществлен в целях развития культуры программирования (изменения и перераспределения машинно-программного кода). Выполняя лицензионное соглашение, программисты и исследователи в области компьютерных наук отдают дань уважения к труду первоначальных авторов рассматриваемой нами компьютерной программы.

² Repair — инструмент восстановления спектро-акустических частотных характеристик. Обрабатывает аудиоматериал путем сопоставления частотных характеристик и впоследствии их заменой на аппроксимированные значения.

³ Normalize — инструмент нормализации звукового давления. Применяется, когда необходимо выровнять уровень громкости канала.

⁴ Spectral edit parametric EQ — инструмент спектрального редактирования аудиоформы. Позволяет уравнивать верхние, средние и нижние частоты в спектральной составляющей.

⁵ Spectral edit shelves — инструмент восстановления аудиоматериала, использующий низкочастотные (от 0 Гц до 500 Гц при плотности в -20 Дб) и верхне-частотные (от 5000 Гц до верхней границы частоты Найквиста) фильтры. При объединении фильтров низких и высоких частот фильтр при спектральной выборке — низкие частоты 200 Гц, верхние соответственно — 10000 Гц.

⁶ SC4 (stereo compressor) — модуль компрессии стерео-дорожки, применяемый в тех случаях, когда необходимо выполнить компрессию без прогнозирования уменьшения объема канала в соотношении с пиками.

⁷ Spectral edit multi tool — инструмент спектрального редактирования применяется при спектральной выборке аудиоматериала совместно с Repair для выравнивания нижних и верхних частот.

⁸ Click Removal — инструмент редактирования и очистки аудиоматериала от специфических звуков (кликов), возникающих при воспроизведении аудиоматериала с виниловых носителей.

⁹ Plot Spectrum — инструмент частотного анализа аудиоматериала. Имеет разные варианты графического представления частотной амплитуды, что помогает аудиоинженеру более гибко редактировать аудиоматериал в режиме стандартной звуковой формы, а также в режимах осциллограммы и спектрограммы.

¹⁰ Find Clipping — поиск пиковых значений амплитуды (обрыва) сигнала, приводящих к перегрузке канала и образующих нежелательные звуки. Инструмент удаляет нежелательные помехи (клипы), используя метод выборки по маркированным аудиоинженером значениям.

¹¹ Clip Fix — инструмент восстановления пиковых значений амплитуды аудиосигнала, использующий интерполяцию потерянных значений.

¹² Noise Reduction — модуль шумоподавления борется с такими негативными проявлениями в аудиосигнале, как шум, шипение, свист, гул, треск и т.д.

¹³ Truncate Silence — модуль отсеивания тишины, возникающей между соединенными аудиофрагментами либо нежелательной тишины, спектр которой имеет минимальные амплитудные значения, проявляющие себя как нежелательный шум.

¹⁴ Change Speed — модуль изменения скорости воспроизведения аудиоматериала. Используется для коррекции и выравнивания скорости оцифрованного материала.

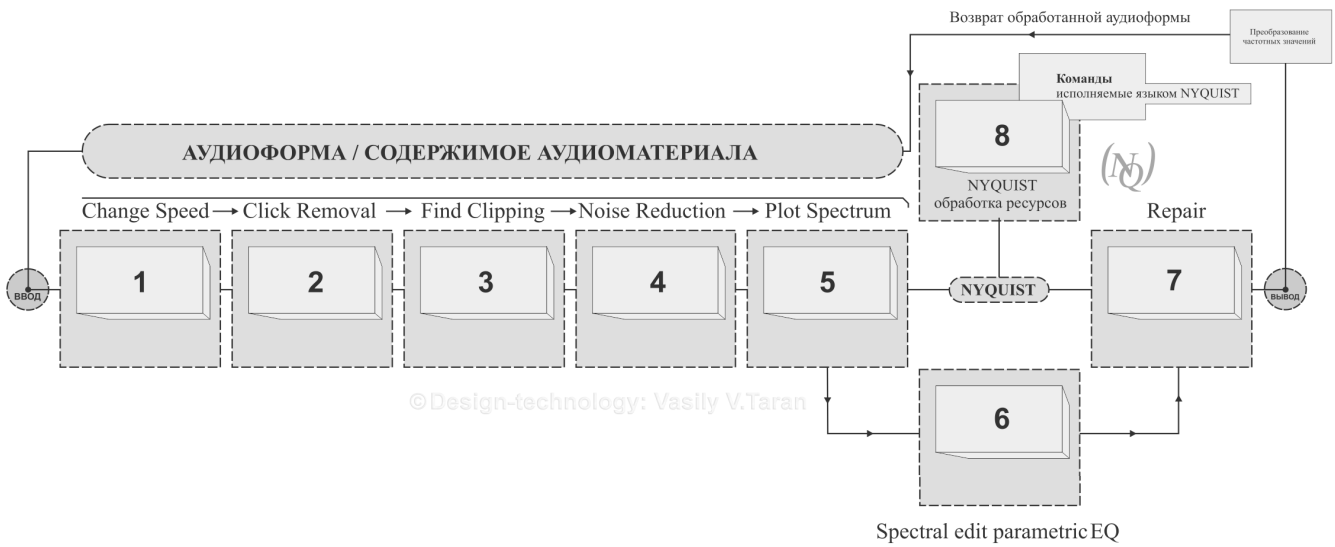


Рис. 1. Незамкнутый цикл обработки аудиоматериала интерфейсно-ориентированным способом, с возможностью корректировки производимых оператором действий на языке программирования Nyquist.

Источник: составлено автором.

проходящая процедуру аналого-цифрового преобразования для её последующей обработки и уже обработанная вычислительными возможностями компьютерной программы запись, проходящая обратную процедуру цифро-аналогового преобразования, теряет некую колоритность звучания. Причем такая точка зрения опирается исключительно на психоакустическое восприятие прослушиваемого аудиопродукта. Потому что технически воспроизводимая запись может быть очень качественной записью с характеристикой, к примеру 192 000 Гц, имеющая 32-х разрядный формат. Сегодня компьютерная очистка аудиоматериала технологически имеет схожие принципы обработки в независимости от применяемого при данных процедурах программного обеспечения. Техническая суть её такова. Как правило, за основу берётся участок спектро-частотных характеристик, имеющих нежелательные шумы (электромагнитные помехи, шипение, свистящие звуки, гул привода кассетной деки и т.д.); затем компьютерная программа делает снимок нежелательного участка, который сохраняется во временной памяти. Далее оператор выполняет корректировку снятых спектро-частотных характеристик, ориентируясь на слух или плагин визуализации спектра в Audacity®, под названием Plot Spectrum, затем оператор применяет частотные значения снимка к проблемным участкам обрабатываемого аудиоматериала. Программа в скрытом виде начинает производить пересчет аудиоданных в соответствии со снимком таким образом, чтобы эксплицировать из общей аудиоформы только те значения, которые заданы оператором. В случае с шу-

мами типа шипения или гула алгоритм сужает динамический диапазон до предела заданного оператором¹. После процедуры экспликации установленных оператором частотных значений программа пересчитывает вес аудиоформы и обновляет спектро-частотные показатели. Эту процедуру можно назвать «эффект шаблона», поскольку применяется один и тот же принцип фактически ко всей очистке аудиоматериала. Рассмотрим самые частые случаи, когда такого рода подход бывает оправдан в условиях борьбы с шумами, и проведем анализ, насколько он эффективен в профессиональной очистке аудиоматериала от сторонних помех. В процессе воспроизведения аналогового материала с целью его дальнейшей перезаписи в цифровой вид могут происходить различные ошибки, которые в конечном итоге могут снижать качество воспроизводимого аудиоматериала. Разделим эти ошибки на две группы. Группа а) — это ошибки, возникающие непосредственно при воспроизведении аудиоматериала с аудионосителя, а группа б) — это ошибки, которые возникают в процессе конвертации аудиоматериала программно-аппаратным способом.

К группе а) (в зависимости от типа носителя) относятся следующие виды ошибок:

Виниловая пластинка

¹ В практике компьютерного шумоподавления такой тип корректировки шумов называется компандерным (companding встречается также compransion) фактически это подавители либо расширители участка частотного диапазона.

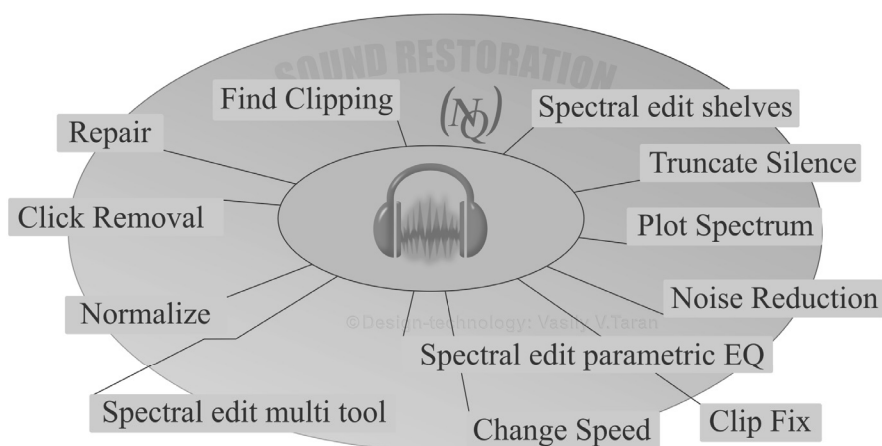


Рис. 2. Программная среда Audacity® (взаимодействующая с языком Nyquist) и её штатный модульный инструментарий, направленный на реставрацию аудиозаписей различной степени сложности.
Источник: составлено автором.

1. Проигрыватель некорректно воспроизводит скорость, установленную самим носителем.
2. Считывающее устройство (звукосниматель) загрязнено и препятствует качественному воспроизведению звука создавая нежелательные помехи.
3. Каналы пластинки имеют дефекты, видимые на глаз и невидимые повреждения.
4. Пластинка имеет дефекты в результате попадания на неё различных химических жидкостей, способных повредить каналы.

Штатные модули Audacity® способные корректировать указанные выше проблемы: Change Speed, Click Removal, Find Clipping, Noise Reduction, Plot Spectrum, Spectral edit parametric EQ, Repair.

Change Speed обычно применяется, когда появляется проблема 1). К сожалению, не все устройства одинаково точно воспроизводят аудиопоток, особенно это касается аналоговой техники. Свойства виниловых проигрывателей воспроизводить носители в соответствии категории RPM¹ различались, прежде всего, в зависимости от общей схемотехники проигрывателя и от ротационного устройства в частности. Категориально было выделено несколько скоростей вращения виниловых носителей 16 rpm 33 rpm 45 rpm 78 rpm. Поэтому при оцифровке аудиоматериала с аналогового носителя (виниловая пластинка) крайне важно использовать качественное устройство воспроизведения с хорошим ротационным

¹ RPM (Rotation Per Minute) — аббревиатура, обозначающая скорость вращения винилового диска в минуту. Является важным индикатором при воспроизведении пластинки. Несоответствие скорости данному стандарту может привести к погрешности воспроизведения аудиокomпозиции, обычно проявляется как увеличение либо замедление воспроизводящего потока.

механизмом. Конечно, в студийных условиях есть большие возможности для оцифровки подобного материала, однако существует огромное количество любителей-меломанов, которые обладают достаточно солидными комплектами виниловых носителей, которые самостоятельно оцифровывают аудиоматериал.

И в таких условиях чаще всего и возникают подобные ошибки. Инструмент Change Speed годится как раз в таких ситуациях, когда аппаратным способом в (любительских) условиях поставленную проблему решить невозможно, но запись, которая оцифровывается в таких условиях может иметь огромную ценность. Модуль Change Speed задает скорость проигрывания аудиоматериала от 0,010 до 5,000 и процентное соотношение от -99,000 до 400,037, например так 0,520 / -48,000. В модуле предусмотрены три значения rpm=33,45,78 и соответствующая им длительность оцифрованной аудиоформы current length / new length (текущая длина/новая длина). Хотелось отметить, что штатным объектно-ориентированным модулем Change Speed предусмотрено изменение rpm только трёх значений 33,45,78. Если пластинка нестандартная, к примеру, 16 rpm, то возможно применить программно-ориентированный подход.

Концепция программно-ориентированного подхода² (включает интерфейсно-ориентированные функции аудиоредактора) и предполагает комплексное исполь-

² Прим.автора. Не смотря на использование в инженерных целях модуля Nyquist Prompt, концепция программно-ориентированного подхода акцентирует в большей степени своё внимание на применении объектно-ориентированных модулей обработки звука, однако это не снимает с процедурной повестки те ситуации, когда необходимы сверхточные настройки алгоритмов обличённых в интерфейсную оболочку (речь идёт об аудиопректах высокой сложности).

```

define rotation 16- p5 = (n1, p7, k4, ns7, r5, sp5, np8, j5),
                        rst - db5- 16 = (1, 7, 4, 7, 5, 5, 5, 8, 5)
define channels m/ s
pns- rq5 = l (sf5, d7, sk8, gx7, vc6, jl3, h5, b6),
            (sf5, d7, sk8, gx7, vc6, jl3, h5, b6)
            rst - sy5 = r (f6, a7, r3, m8, x9, h3, q7, z5)
    
```

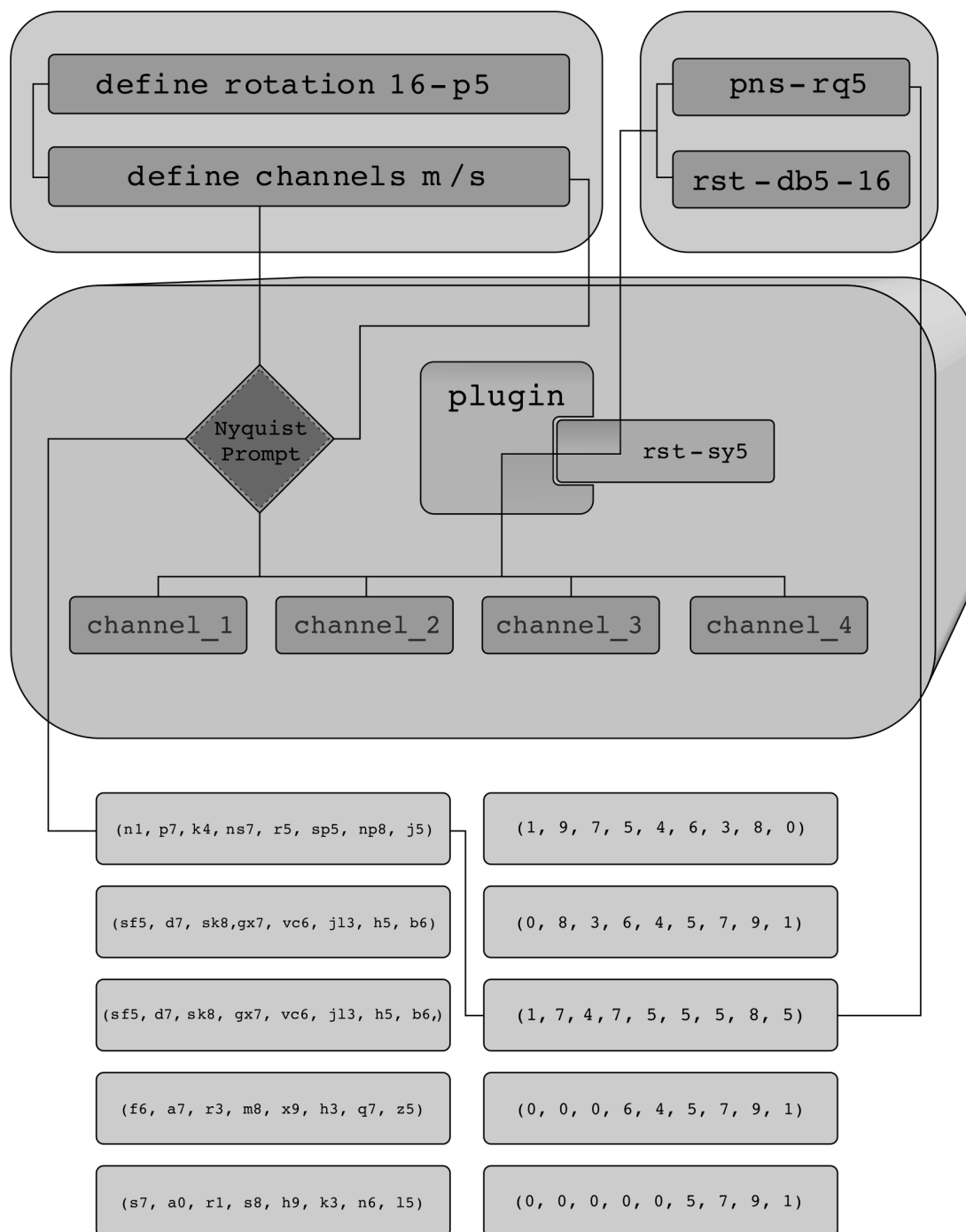


Рис. 3. Блок-схема, иллюстрирующая процессы взаимодействия программных фрагментов кода. Показывает вероятность распределения кода и соответствующих ему числовых значений при обработке аудиосигнала штатным подключаемым модулем (плагином).

Источник: составлено автором.

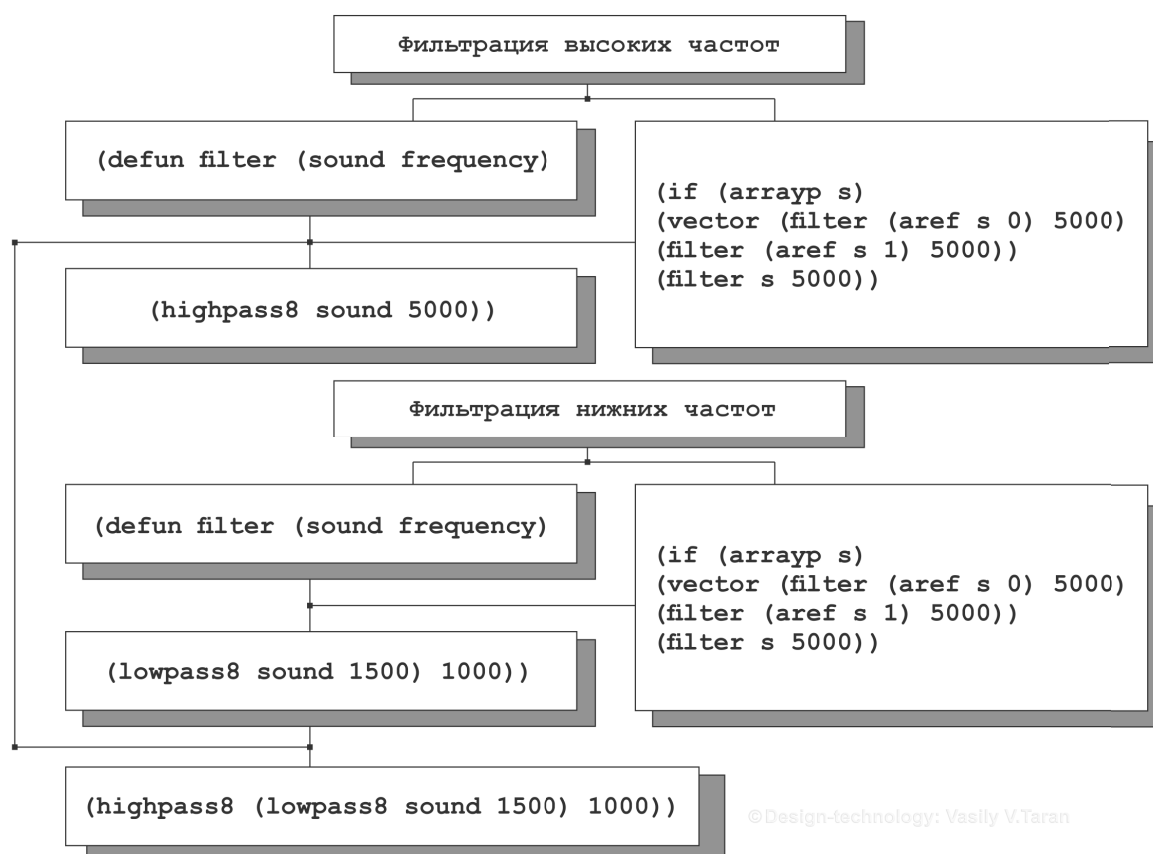


Рис. 4. Блок-схема, визуализирующая исполнение инженерного кода языка Nyquist, а также характеризующая процессы фильтрации нижних и высоких частот, в соответствии с выполняемыми процедурами.

Источник: составлено автором.

зование штатных средств программы Audacity® в комплекте с терминальным средством управления с целью обеспечения более точного редактирования аудиоматериала. Для этого необходимо воспользоваться средой выполнения команд Nyquist Prompt, которая может значительно расширить функции каждого штатного объектно-ориентированного модуля обработки аудиоданных или ввести новые функции, способные обрабатывать аудиоданные независимо от встроенных модулей. Допустим нам необходимо программно установить значения от 16 до 16 оборотов в минуту, при этом идентифицируя источники каждого из каналов моно/стерео¹. Запускаем Nyquist Prompt и описываем данную процедуру² на языке

¹ Необходимо помнить, что язык Nyquist работает с массивами, поэтому каналы стерео обрабатываются по отдельности, поэтому необходимо применять описанный выше фильтр к каждому из этих элементов в массиве.

² Прим. автора. При описании процедур обработки звука следует помнить о функциях языка Nyquist в частности о звуках, которые являются примитивами и включают пять компонентов: [srate — типовой уровень звука]; [samples — образцы]; [signal-start — время первого образца]; [signal-stop — время прошедшего образца]; [logical-stop — время, при котором

программирования Nyquist³ с возможностью интерпретации синтаксиса XLISP⁴.

звук имеет логическое завершение обычно заканчивается в начале затухания]. Более подробно познакомиться с функциями языка Nyquist можно в официальном справочном руководстве Nyquist конкретно в главе 7 под названием «Функции языка Nyquist», англ. название: Nyquist Reference Manual (© Dannenberg R.B.) — Version 3.15, Carnegie Mellon University/School of Computer Science/Pittsburgh, PA 15213, U.S.A. September 11, 2018 Chapter 7. Nyquist Functions pp 66–67.

³ Прим. автора. Nyquist — язык программирования, разработанный инженером Роджером Данненбергом (Dannenberg, R. B.) с целью облегчения задач по обработке звука в программной среде Audacity®, основывается на синтаксической базе XLISP и может исполнять синтаксис языка SAL. Последнее обстоятельство способствует расширению некоторых функций по составлению микропрограмм, использующих алгоритмы средней сложности. Поддержка языка SAL объясняется желанием авторов данного проекта обеспечить интеграцию алгоритмизации с интерпретацией действий заданных звукоинженером, SAL здесь подходит лучше всего, поскольку является алгоритмизированным языком.

⁴ LISP (LIS: Processing language) — алгоритмический язык программирования, направленный на решение задач начальной, средней и высокой степеней сложности в разных областях интеллектуальной деятельности. Синтаксическая структура языка Nyquist во многом схожа с диалектом XLISP.

Схема фильтрации частот выглядит следующим образом

В представленном примере функция `vector`, помимо инициализации векторных значений, ещё может интегрировать массивы каналов воспроизведения L/R — MONO/STEREO [1,2].

В процессе оцифровки аудиоматериала может потребоваться нештатная балансировка каналов или разграничение массивов аудиоданных. В этой ситуации полезными будут следующие операторы функции:

- ◆ `(array s)` — возвращает `true`, если `[s]` массив
- ◆ `(aref s 0)` — первый элемент в массиве `[s]` левый канал
- ◆ `(aref s 1)` — второй элемент в массиве `[s]` правый канал
- ◆ `(setf s (make-array 2))` — превращает `[s]` в следующий массив длины `[2]`
- ◆ `(setf (aref s 0) left)` — оставляет первый элемент массива `[s]`
- ◆ `(setf (aref s 1) right)` — делает право вторым элементом массива `[s]`

`Click Removal`, `Find Clipping`, `Noise Reduction`, `Plot Spectrum`, `Spectral edit parametric EQ`, `Repair` — данные модули могут успешно применяться при проблеме 2). Обратим внимание, что модуль `Find Clipping` при его некоторой модернизации в условиях среды Nyquist может использоваться для обнаружения ударов при производстве популярной музыки и также удалять нежелательные биты [3]. В статье Р. Даннеберга под названием «Перспективы компьютерной музыки» описываются технико-философские проблемы развития программной инженерии в данной области. В частности анализируется проблема производительности программного обеспечения в области нелинейной обработки аудиоматериала, в том числе акцент делается на язык программирования C++ как наиболее мобильном решении в области проектирования прикладных аудиопрограмм. Однако статья опубликована в 1996 году и несколько годами позднее на основе LISP автором излагаются концепции языка Nyquist¹ [4]. При загрязнении считывающего устройства могут возникать нежелательные помехи разного рода. Вид помех будет зависеть от типа загрязнённости считывающего устройства. Например если считывающее устройство деформировано вследствие механического повреждения то в этом случае наблюдается эффект треска либо эффект гула а также в некоторых случаях эффект статического электричества. В этом случае необходимо воспользоваться штатным модулем `Plot Spectrum`, чтобы произвести частотный анализ аудиоматериала с целью сепарирования нежелательных шумов. После сепарации, когда нежелательные пиковые значения будут оформлены соответствующими им частотами можно задействовать остальные штатные инструменты для устранения помех в зависимости от их типа. `Click Removal` и `Find Clipping` здесь могут выступить в роли подавителя скачков статического электричества². `Noise Reduction` пригодится если в оцифрованном аудиоматериале присутствует шип, гул и шум. А инструменты `Spectral edit parametric EQ` и `Repair` послужат хорошими средствами восстановления аудиоформы после применённых процедур деклинкинга³ и деклиппинга⁴, а также шумоподавления. При проблемах, возникающих при обработке аудиоматериала 3) и 4). Когда пластинка имеет механические дефекты каналов либо дефекты тех же каналов в результате попадания на неё различных разъедающих поливинилхлорид⁵ химических веществ, де-

удовлетворить предъявляемые требования) и в то же время эти же команды входили бы в компилируемую оболочку самого языка, на котором изначально изложен оригинальный код программы. Язык Найквист (в англоязычной научной литературе в области компьютерных наук: Nyquist programming language сокр. Nyquist PL, в некоторых текстах Nyquist^{PL}), спроектированный американским инженером Роджером Даннебергом (Roger B. Dannenberg), является попыткой создания языка такого типа, о котором говорится выше в нашем примечании. В этом отношении очень интересной с теоретико-прикладной точки зрения представляется статья под названием «Среда композиции языка Найквист, поддерживающая текстовое программирование задачами, ориентированными на пользовательский интерфейс» в оригинале опубликованная: Roger B. Dannenberg, «The Nyquist Composition Environment: Supporting Textual Programming with a Task-Oriented User Interface», in Proceedings of the 2008 International Computer Music Conference, San Francisco, CA: The International Computer Music Association, August 2008. © 2008, Roger B. Dannenberg.

¹ Проблематика разработки компьютерных программ, утилит и небольших приложений в сфере аудиоиндустрии является дискуссионной. В первую очередь, это касается выбора языка программирования для разработки подобных компьютерных приложений, способного в равной мере удовлетворять актуальные времени потребности прикладного характера, и очистка аудиоматериала от шумов здесь не является исключением (с точки зрения звукорежиссёра, инженера сведения, аудиоинженера, технического ассистента и т.д.) и отвечать запросам требовательности к аппаратным ресурсам, системной совместимости (с точки зрения программистов, специалистов в области компьютерных наук, прикладной информатики). Таким образом, необходимы такие решения в области программирования, которые были бы адекватными, функциональными и простыми для понимания с точки зрения технических команд (на уровне звукорежиссёра, когда необходимо решить какую-либо утилитарную задачу, а интерфейс программы не в состоянии

² Акустический спектр эффекта статического электричества во многом схож с обычным треском, возникающим при неправильной работе механики воспроизводящего звуковой поток устройства. Поэтому к цепочке `Click Removal` и `Find Clipping` можно добавить модуль `Noise Reduction`.

³ **Прим. автора.** Деклинкинг — процесс удаления нежелательных частот, выражающихся в акустических погрешностях аудиосигнала. Данный эффект встречается в основном при оцифровке аналоговых носителей (аудиокассет, ленточных бабин, виниловых пластинок), которые подвергались размагничиванию или намагничиванию либо в случае с винилом — искажение (загрязнение) воспроизводящих информацию дорожек пластинки.

⁴ **Прим. автора.** Деклиппинг — процесс искусственного предотвращения перегрузок различных частот аудиоматериала путем обрезания нежелательных частот. Применяется при сведении дорожек имеющих разную степень плотности звучания для подгонки частотных характеристик. Также процесс нашел своё применение при финализации аудиоматериала, его применение в этой области ограничивается срезом уплотнения частот на каналах аудио.

⁵ Поливинилхлорид полимер, который применяется при изготовлении виниловых пластинок. Из-за того, что сам поливинилхлорид имеет высокую степень

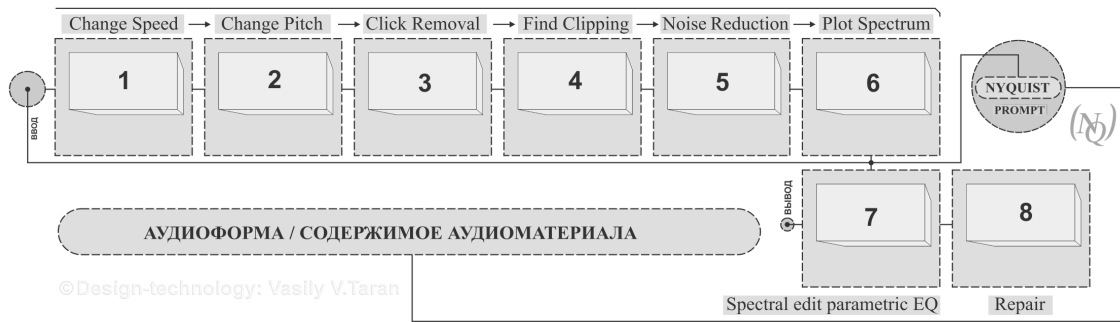


Рис. 5. Незамкнутый цикл обработки аудиоматериала с вариантом поэтапного применения штатных подключаемых модулей Audacity®. Источник: составлено автором.

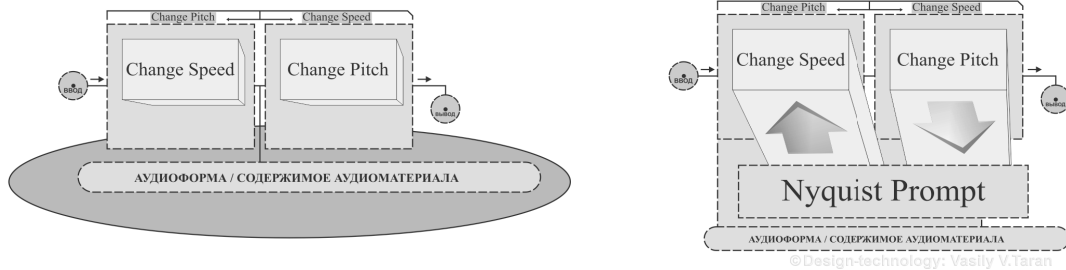


Рис. 6. Варианты использования связки плагинов Change Speed и Change Pitch.
 а. Рисунок слева показывает использование модулей интерфейсно-ориентированным способом.
 б. Рисунок справа показывает возможности виртуальной маршрутизации обрабатываемого аудиосигнала через Nyquist Prompt. Источник: составлено автором.

фекты при воспроизведении аудиоматериала могут выражаться в глухости звучания аудиоматериала, в плохо читаемых фрагментах аудиопроизведения, сбивчивости ритма воспроизведения, резкого повышения громкости, либо сползания считывающего устройства на соседние каналы (эффект пилы). В этой ситуации к перечисленным выше штатным модулям Click Removal, Find Clipping, Noise Reduction, Plot Spectrum, Spectral edit parametric EQ, Repair, имеющим отношение к проблеме 2), прибавляются ещё два модуля Normalize и SC4. Дело в том, что при моделируемой ситуации процессы поведения считывающего устройства оказываются предсказуемы и выдают схожие эффекты, описанные в проблеме 2). Кроме резкого повышения громкости и эффекта пилы. В случае с повышением громкости на поврежденных участках канала виниловой пластинки важно использовать мо-

дуль Normalize в паре с SC4. Модуль Normalize призван нормализовать амплитуду звукового давления как на отдельных участках аудиоформы, так и на всей аудиоформе а модуль SC4 сможет гибко выполнить компрессию, соблюдая баланс между RMS¹ и пиками.

- Аудиокассета, магнитофонная магнитная лента
1. Проигрыватель некорректно выполняет ротацию магнитной ленты.
 2. Считывающее устройство загрязнено, создает помехи и препятствует качественному воспроизведению.
 3. Считывающее устройство сильно намагничено, в результате чего при воспроизведении может появиться гул.

изнашиваемости к нему добавляются сополимеры винилхлорида и винилацетата в особой пропорции. Помимо сополимеров для обеспечения упругости пластинки добавляются различные пластмассостойкие химические вещества.

¹ RMS (Root Mean Square) — корневое среднееквадратическое значение. Специальный метод, который позволяет вычислить математическое значение для среднего уровня плотности аудиоформы.

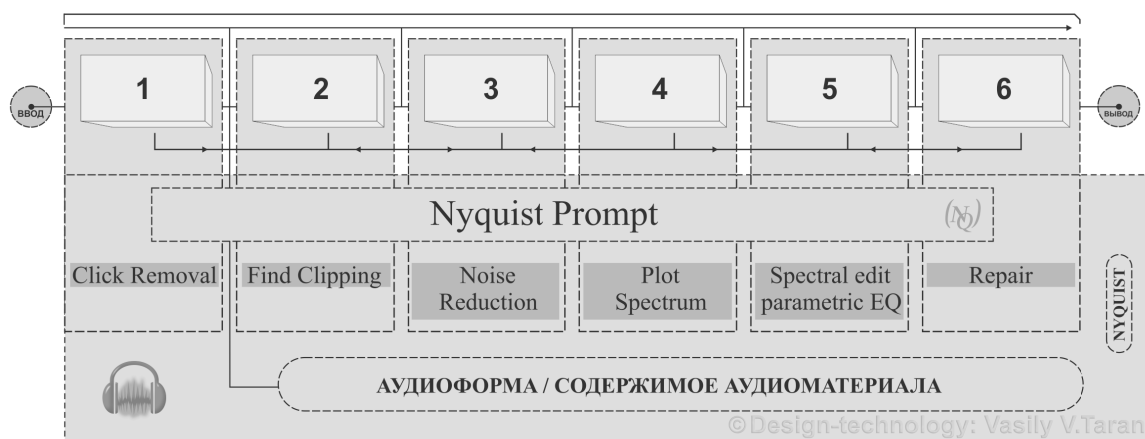


Рис. 7. Циркулярный тип обработки аудиоматериала, представляющий замкнутые циклы обработки аудиоданных на отдельных участках цепи, при этом вывод стереоканала обрабатываемой аудиоформы имеет незамкнутый цикл.

Источник: составлено автором.

4. Потеря акустических свойств магнитной ленты в результате её размагничивания либо осыпания.

Штатные модули Audacity®, способные корректировать указанные выше проблемы: Change Speed, Change Pitch, Click Removal, Find Clipping, Noise Reduction, Plot Spectrum, Spectral edit parametric EQ, Repair.

В первом случае 1), когда ротационные механизмы проигрывателя некорректно вращают бобину магнитной ленты, особенно полезными оказываются штатные модули Change Speed, Change Pitch.

Change Speed — подгоняет скорость вращения (обороты вращения) под стандарты аудиокассеты. Change Pitch — применяется в нескольких случаях:

- ◆ Если во время фазы вращения на некоторых участках ленты падает скорость оборотов.
- ◆ Если магнитная лента перезаписана с виниловой пластинки и при перезаписи аудиоматериала скорость воспроизведения оригинального носителя была искажена, а впоследствии, при воспроизведении с магнитофона, был нарушен воспроизводимый масштаб времени.
- ◆ Если необходимо подкорректировать (растянуть) фрагментарные акустические участки, не изменяя частоты воспроизведения.

Click Removal, Find Clipping, Noise Reduction, Plot Spectrum необходимы в ситуации 2), 3). При загрязнении и намагничивании считывающего устройства появляются шумы разного спектра, бороться с ними можно с помощью указанных модулей. И в положении 4), когда магнитная лента теряет свои акустические свойства,

на помощь приходят специальные модули Plot Spectrum, Spectral edit parametric EQ, Repair. Plot Spectrum (в этой ситуации) используется как инструмент точного частотного анализа для определения акустических нюансов. Например, при деформации пленки может возникнуть эффект заглушения аудиоматериала. С помощью данного модуля можно выявить его частотные характеристики, сохранить их математические значения и при повторении подобных дефектов использовать как шаблон. Spectral edit parametric EQ — позволит выравнять спектральную составляющую аудиоматериала как на отдельных участках так и на всем материале.

Repair — позволит исправить спектральные характеристики в корреляции с общим спектром.

Компакт-диск

1. Диск имеет физические повреждения и читается с ошибками.
2. Диск плохо воспроизводится в результате повреждения портируемой файловой системы.
3. Матрица для тиражирования компакт-дисков изначально содержала ошибку в последствии тиражируемую на другие диски.
4. В случае с использованием в профессиональной деятельности дисков, имеющих формат CD-RW, плохо выполнена финализация¹ диска.

¹ Прим.автора. Финализация — процесс закрытия перезаписываемого CD-носителя класса RW, обеспечивающий устойчивое воспроизведение компакт диска на всех проигрывателях, поддерживающих на чтение данный формат. Не путать с акустической финализацией процессом приведения различных спектро-акустических значений к заданным значениям с целью обеспечить одинаковое звучание всех частот на различных устройствах, имеющих разные атрибуты воспроизведения звука.

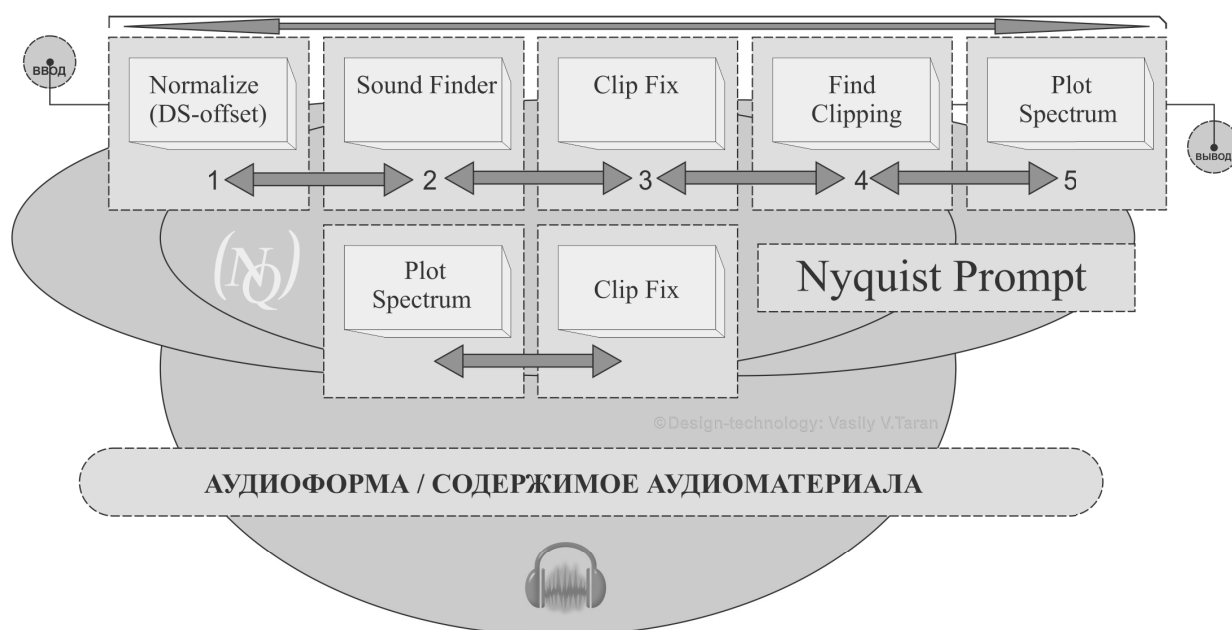


Рис. 8. Вариант использования штатных модулей обработки аудиоматериала в Audacity® при ошибках группы б. Стрелками показана возможность попарного переключения модулей при обработке однофазного и двухфазного аудиосодержимого.

Источник: составлено автором.

Штатные модули Audacity® способные корректировать указанные выше проблемы: Plot Spectrum, Sample Data Import.

В ситуации с компакт-диском практически во всех случаях, описанных положениями 1), 2), 3), 4) — основными инструментами являются Plot Spectrum и Sample Data Import. Plot Spectrum — позволяет выполнить частотный анализ нечитаемых участков, но присутствующих в аудиоформе. Sample Data Import — применяется в основном для точности воспроизведения аудиоформы при ошибках чтения, связанных с нестабильностью файловой системы либо механическими недостатками привода устройства чтения дисков. Sample Data Import это типовой импорт данных, основанный на технологии описания аудиоформы математическими значениями в текстовом файле. Корректнее всего работает с кодировкой ASCII при манипуляции с языком Найквист (Nyquist), возможно воспроизведение и в других кодировках. Создает PCM-образцы¹ (привязки) для каждого числового значения. Читает 32-х разрядные значения (значения с плавающей запятой) в диапазоне +/-1.0 выражает нулевую амплитуду. Текстовый файл должен иметь расширение

¹ PCM-образцы — образцы импульсно-кодовой модуляции. Импульсно-кодовая модуляция (Pulse Code Modulation) — специальный метод записи аудиоданных, данный принцип записи лежит в основе многих аудиофайлов. Ярким примером подобной записи в аудиоформат является формат WAVE, разработанный корпорацией Microsoft.

(.txt) и придерживаться жесткой структуры — все значения должны отделяться пробелами либо разрывами строки между значениями. При работе с аудиоматериалом, имеющим деления на каналы стерео, при импорте математических значений для преобразования в аудиодорожку, изначально программе необходимо задать стерео-режим, в противном случае программа будет обрабатывать аудиоматериал в моно-режиме.

Группа б) — содержит следующий набор ошибок:

1. Отклонение конвертируемого аудиоматериала от центральной фазы в независимости от типа канального воспроизведения (моно, стерео).
2. Задержки аудиосигнала, возникающие при неправильной коммутации аудиооборудования.
3. Изменение частоты дискретизации при автоматической передискретизации аудиоматериала.
4. Перегрузка аудиоматериала пиковыми значениями, вызывающими эффект клиппинга.

В этих условиях могут быть использованы следующие штатные средства: Normalize (DS-offset), Sound Finder, Clip Fix, Find Clipping, Plot Spectrum.

Процедуры конвертации аудиоматериала могут, приводить к снижению его качества. В принципе хорошим тоном считается поступательное снижение частоты дискретизации при процедурах его конвертации,

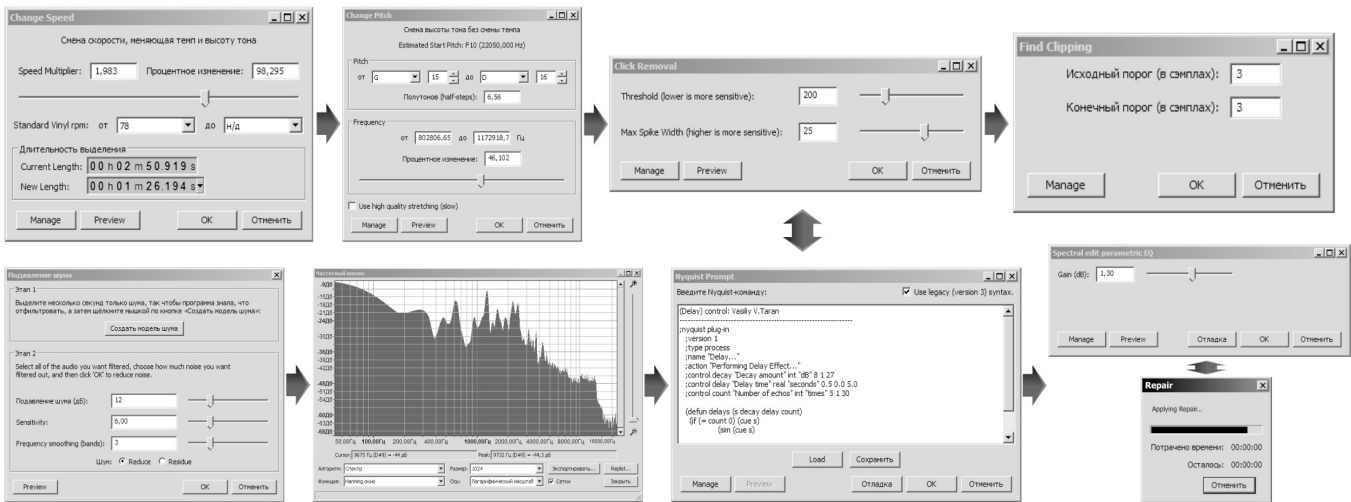


Рис. 9. Цепь интерфейсно-ориентированных модулей обработки звука между собой (применяемых попеременно), с программно-ориентированным контролем Nyquist Prompt.

т.е. от большего к меньшему. Например, оригинальный инструментальный или вокальный (живой) аудиопоток лучше записывать с большей частотой дискретизации 96 000 Гц и уже потом его можно адаптировать под более низкую частоту 44 100 Гц¹. Конечно в большинстве случаев звукоинженер работает с уже готовым аудиоматериалом, и в этом случае приходится задавать значения частоты дискретизации искусственно. Получается задаваемая частота дискретизации является псевдо частотой, что сказывается на качестве воспроизводимого аудиоматериала.

При передискретизации аудиоматериала, в результате несовпадения массивов данных, может образоваться отклонение от центра основной фазы, несущей аудиоматериал. Ликвидировать такую погрешность поможет модуль Normalize и его встроенная функция (DS-offset). DS-offset приводит к равномерному распределению фаз аудиодорожек и сводит к минимуму отклонение от центральной фазы². В некоторых (особых) случаях, когда необходимо снять участки помех между фрагментами аудиоматериала, можно использовать Sound Finder. Модуль в автоматическом режиме в соответствии с установленными операто-

ром метками устранил подобные проблемы. Помимо проблем 1) и 3) остаются нерешенными проблемы 2) и 4). Вернемся к проблеме 2), а именно к задержке аудиоматериала при его оцифровке. Чтобы оцифровать материал как студийно, так и внестудийно могут использоваться совершенно разные комплекты оборудования. Естественно чисто аппаратная обработка дает более высокие результаты с точки зрения качества аудиоматериала. Однако на практике часто используются более бюджетные решения, основанные на программно-аппаратном подходе. Если брать независимые небольшие коммерческие студии звукозаписи, то при их проектировании всегда возникает проблема соотношения цены и качества, т.е. какое оборудование ставить. Мы уже не говорим о домашних полупрофессиональных и любительских студиях, где бюджет является весьма скромным. К тому же программное обеспечение тоже стоит денег. Поэтому в данном случае программный комплекс Audacity® становится здесь незаменим. При подключении аппаратных средств Audacity® одинаково хорошо распознает драйвера этих средств, к тому же кроссплатформенность Audacity® играет на руку звукоинженерам использующим рабочие станции под управлением UNIX-подобных операционных систем. При выполнении передискретизации либо выполнении преобразования частоты дискретизации на отдельных проектах Audacity®, программа использует специальную очень качественную библиотеку libsoxr, которая позволяет выполнять данные процедуры с минимальными потерями даже при резком понижении разрядности аудиоматериала, а библиотека PortAudio отвечает за качество воспроизводимого внутри программы аудиоматериала. Благодаря этому, задержки аудио-

¹ Частота 44 100 Гц является стандартом в области цифровой звукозаписи. Она определяет средние показатели восприимчивости человеческим слухом всех основных акустических нюансов. Внедрена как стандарт для CD-носителей.

² Отклонение от центральной фазы содержимого аудиодорожки может вызвать нежелательные (искусственные) шумы, а при передискретизации может наблюдаться потеря полезного аудиоматериала. Если материал воспроизводится в моно-режиме, потери практически не слышны. Если в стерео-режиме, возможно «наплывание» фаз одной на другую. Акустическая картина в данном случае может быть сильно деформирована.

сигнала, возникающие при аналого-цифровом преобразовании, сводятся к минимуму. Естественно они возможны, но уже в результате грубых ошибок¹ при коммутации и маршрутизации аудиосигнала. И в таких ситуациях возможно применение модуля Clip Fix в сочетании с Plot Spectrum. Clip Fix это модуль противоположный модулю Find Clipping. Основная его задача сводится к восстановлению отсеченных участков аудиосигнала за счёт интерполяции потерянного сигнала. Модуль Plot Spectrum здесь является хорошим подспорьем и позволяет производить тонкий анализ, насколько же аудиосигнал нуждается в интерполяции. Ну и соответственно эффект клиппинга, возникающий в результате перегрузок на каналах аудио, может быть устранён модулем Find Clipping.

Таким образом, мы рассмотрели различные возможности штатных средств, предусмотренных программным обеспечением Audacity®, по очистке аудиоматериала от нежелательных помех. Проанализировали наиболее проблемные места восстановления аудиоматериала. Систематизировали наиболее вероятные ошибки, являющиеся препятствием для качественного аудиопроизводства. В целом, как следует из анализа, произведенного в статье, авторская позиция придерживается программно-ориентированного подхода, когда сочетаются объектно-ориентированные возможности штатных средств с гибкой их доработкой на программной основе.

Конечно, формат статьи не позволяет выделить все технические проблемы, возникающие в подобных ситуациях. Однако поскольку данная тематика является одним из центральных вопросов компьютерной аудиоинженерии, проведенный в статье анализ и сформулированные предложения по использованию программных технических средств будут полезны для приращения научно-технического знания в области аудиоинформатики. Это даст возможность по новому взглянуть на процессы реставрации аудиоматериала на открытой программной основе и будет способствовать дальнейшему развитию дискуссий в этом направлении.

Приложение

ОБЩЕДОСТУПНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ GNU Версия 2. 1991 г., июнь².

¹ Такой ошибкой может быть неправильное поведение трансформатора фантомного питания предусилителя аудиосигнала, выдаваемое помехи и образующее задержки.

² Прим. автора. Текст лицензии опубликован по адресу: <https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.en.html>. Адрес Фонда свободного программного обеспечения (Free Software Foundation, FSF): <https://www.fsf.org/>.

Перевод текста лицензии на русский язык и использованная техническая терминология³: Таран Василий Васильевич^{4*}

© Free Software Foundation, Inc., 1989, 1991.

02110–1301, США, шт. Массачусетс, г. Бостон, Франклин Стрит 51, 5 этаж. Всем разрешается воспроизводить и распространять точные копии настоящего лицензионного документа, но изменение его не допускается.

Предисловие

Лицензии на большинство компьютерных программ предназначены для того, чтобы не разрешать вам делиться ими и изменять их. В отличие от этого, Общедоступная лицензия GNU предназначена для того, чтобы гарантировать свободу делиться и изменять свободное программное обеспечение, то есть, чтобы убедиться, что оно свободно для всех его пользователей. Эта общедоступная лицензия распространяется на большую часть программного обеспечения Фонда свободного программного обеспечения (Free Software Foundation) и на любую другую программу, авторы которой обязуются её использовать. (Некоторые другие программы Фонда свободного программного обеспечения вместо этого обеспечиваются Общедоступной лицензией библиотеки GNU — GNU Library General Public License) (далее, Общедоступная лицензия). Вы также можете применить ее к своим программам.

Когда мы говорим о свободном программном обеспечении, имеется в виду именно свободное пользование, а не ценовой контекст. Наши общедоступные лицензии предназначены для того, чтобы вы могли свободно распространять копии данного программного обеспечения (и, если хотите, взимать плату за эту услугу), получать исходный код, изменять программное обеспечение или использовать его части в новых бесплатных программах; и чтобы вы знали, что вы можете делать эти вещи.

³ Автор перевода старался использовать наиболее понятную техническую терминологию. При переводе автор придерживался, прежде всего, смысловой нагрузки и руководствовался нормами русского языка. Некоторые фразы, обороты и положения приходилось трактовать дословно.

⁴ * Таран Василий Васильевич, специалист в области компьютерного проектирования аудиоданных разной степени сложности (включая композиционные особенности звука, инженерную обработку аудиоматериала и компьютерный аудиосинтез). Кандидат культурологии, усовершенствовал методы культурологического анализа в области комплексной оценки информационно-коммуникационных технологий, компьютерных наук и интернет-телевидения. Научно обосновал необходимость учёта культурологических факторов при рейтинговой оценке сетевой готовности стран мира. Имеет научные публикации в области компьютерного графического моделирования и проектирования. В настоящее время докторант (на соискание учёной степени доктора технических наук) ФГБУН ВИНТИ РАН.

Чтобы защитить ваши права, мы должны ввести ограничения, которые запрещают кому-либо отказывать вам в этих правах или просить вас отказаться от этих прав. Эти ограничения влекут за собой определенные обязательства для вас, если вы распространяете копии программного обеспечения или изменяете его.

Например, если вы распространяете копии такой программы безвозмездно или за плату, вы должны предоставить получателям все права, которые у вас есть. Вы должны убедиться, что они тоже получают или могут получить исходный код. И вы должны показать им эти условия, чтобы они знали свои права.

Мы защищаем ваши права посредством двух действий: (1) защищаем авторское право на программное обеспечение и (2) предлагаем вам рассматриваемую лицензию, которая дает вам законное разрешение на копирование, распространение и/или модификацию программного обеспечения.

Кроме того, для защиты каждого автора и нашей компании, мы хотим убедиться, что все осознают, что нет никакой стабильной гарантии для этого свободного программного обеспечения. Если программное обеспечение модифицировано кем-то другим и передано дальше, мы хотим, чтобы его получатели знали, что продукт, которым они обладают, не является оригиналом, так что любые проблемы, созданные другими лицами, не отразятся на репутации первоначальных авторов.

Наконец, для любой свободной программы постоянно возникают проблемы, связанные с патентами. Мы хотим избежать опасности того, что распространители свободной программы будут индивидуально получать патентные лицензии, фактически делая программу своей собственностью. Чтобы предотвратить это, мы четко заявляем, что любой патент должен быть лицензирован для свободного использования всеми или не лицензирован вообще. Ниже приводятся точные условия копирования, распространения и модификации.

ОБЩЕДОСТУПНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ GNU УСЛОВИЯ КОПИРОВАНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВНОСИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

0. Настоящая лицензия распространяется на любую программу или иную разработку, содержащую размещенное правообладателем уведомление о том, что оно может быть распространено в соответствии с условиями настоящей Общедоступной лицензии. Программа, приведенная ниже, относится к любой такой программе или разработке, а «разработка, основанная на Программе» означает либо Программу, либо любую производную разработку в соответствии с законом об авторском

праве: то есть разработка, содержащая Программу или её часть, либо дословно, либо с изменениями и/или переведенное на другой язык (далее, перевод без ограничений включается в термин «модификация»). К каждому лицензиату используется обращение «You».

Деятельность, отличная от копирования, распространения и изменения, не подпадает под действие настоящей лицензии; она выходит за ее рамки. Акт запуска Программы не ограничен, а выход из Программы подпадает под лицензию только в том случае, если его содержание представляет собой работу, основанную на программе (независимо от того, была ли она выполнена путем запуска Программы). Правда ли это, зависит от того, что выполняет Программа.

1. Вы можете копировать и распространять точные копии исходного кода Программы, по мере его получения на любом носителе при условии, что вы открыто и надлежащим образом публикуете на каждой копии соответствующее уведомление об авторских правах и отказе от гарантий; сохраняете в неприкосновенности все уведомления, относящиеся к настоящей лицензии и отсутствию каких-либо гарантий; и передаете любым другим получателям Программы копию настоящей лицензии вместе с Программой.

Вы можете взимать плату за физический акт передачи копии, и вы можете по своему выбору предложить гарантийную защиту в обмен на плату.

2. Вы можете изменять свою копию или копии Программы или любую её часть, формируя таким образом разработку на основе Программы, а также копировать и распространять такие изменения или разработки в соответствии с условиями Раздела 1 выше, при условии, что вы также удовлетворяете всем этим требованиям:

a. Вы должны внести в измененные файлы четкие уведомления о том, что именно вы изменили эти файлы и фиксировать дату любого изменения.

b. Вы должны обеспечить, чтобы любая разработка, которую вы распространяете или публикуете, которая полностью или частично основана на Программе или является производной от нее или любой ее части, была лицензирована бесплатно для всех третьих лиц в соответствии с условиями настоящей лицензии.

c. Если измененная программа при запуске обычно читает команды в интерактивном режиме, вы должны дать ей команду (когда она запущена для такого интерактивного использования самым обычным способом), напечатать или отобразить объявление, включающее соответствующее уведомление об авторских правах и уведомление о том, что нет никакой гарантии (или же о том, что вы предоставляете гарантию) и что пользователи могут распространять программу в соответствии с этими условиями,

а также сообщить пользователю, как просмотреть копию этой лицензии. (Исключение: если сама Программа интерактивна, но обычно не печатает такое объявление, для вашей разработки, основанной на Программе, не требуется печатать соответствующее объявление).

Эти требования распространяются на выполненную разработку в целом. Если определяемые разделы этой разработки не являются производными от Программы и могут надлежащим образом рассматриваться как самостоятельные и отдельные разработки сами по себе, то настоящая лицензия и ее условия не применяются к этим разделам, когда вы распространяете их как отдельные разработки. Но когда вы распространяете одни и те же разделы как часть целого, которое является разработкой, основанной на Программе, распространение целого должно осуществляться на условиях настоящей лицензии, разрешения которой для других лицензиатов распространяются на все целое, а, следовательно, и на каждую часть независимо от того, кто её написал.

Таким образом, цель данного раздела не состоит в том, чтобы претендовать на ваши права или оспаривать ваши права на разработку, выполненную полностью вами; скорее, цель состоит в том, чтобы осуществлять право контролировать распространение персональных или коллективных разработок, основанных на Программе.

Кроме того, простое объединение другой разработки (не основанной на Программе) с Программой (или с разработкой, основанной на ней) на томе носителя хранения или распространения не приводит к тому, что другая разработка подпадает под действие настоящей лицензии.

3. Вы можете копировать и распространять Программу (или разработку на ее основе в соответствии с Разделом 2) в объектном коде или в выполняемой форме в соответствии с условиями вышеизложенных Разделов 1 и 2 при условии, что вы также выполните одно из следующих действий:

a. Сопроводить его полным соответствующим машиночитаемым исходным кодом, который должен распространяться в соответствии с условиями вышеизложенных Разделов 1 и 2 на носителе, обычно используемом для обмена программным обеспечением; или,

b. Сопроводить его записанным предложением, действительным не менее трех лет, предоставить любому третьему лицу за плату, не превышающую ваши затраты на физическое распространение исходного кода, полную машиночитаемую копию соответствующего исходного кода, подлежащую распространению в соответствии с условиями вышеизложенных Разделов 1 и 2 на носителе, обычно используемом для обмена программным обеспечением; или,

c. Сопроводить его полученной вами информацией о предложении распространять соответствующий исходный код. (Эта альтернатива разрешена только для некоммерческого распространения и только в том случае, если вы получили программу в объектном коде или исполняемом виде с таким предложением, в соответствии с вышеизложенным Подразделом b).

Исходный код разработки означает её предпочтительную форму для внесения в нее изменений. Для выполняемой разработки полный исходный код означает весь исходный код для всех модулей, которые он содержит, плюс любые связанные файлы определения интерфейса, плюс скрипты, используемые для управления компиляцией и установкой исполняемого файла. Однако в качестве особого исключения распространяемый исходный код не должен включать в себя ничего, что обычно распространяется (в исходном или двоичном виде) с основными компонентами (компилятором, ядром и т.д.) операционной системы, на которой выполняется исполняемый файл, если только этот компонент сам не сопровождает исполняемый файл.

Если распространение исполняемого или объектного кода осуществляется путем предоставления доступа к копированию из определенного места, то предложение эквивалентного доступа к копированию исходного кода из того же места считается распространением исходного кода, даже если третьи лица не обязаны копировать исходный код вместе с объектным кодом.

4. Вы не имеете права копировать, изменять, сублицензировать или распространять Программу, за исключением случаев, прямо предусмотренных настоящей лицензией. Любая попытка иным образом скопировать, изменить, сублицензировать или распространить Программу является недействительной и автоматически прекращает действие ваших прав в соответствии с настоящей лицензией. Однако для третьих лиц, уже получивших от вас копии или права в соответствии с настоящей лицензией, действие лицензий не будет прекращено до тех пор, пока они остаются в полном соответствии с требованиями.

5. Вы не обязаны принимать эту лицензию, пока вы её не подписали. Однако ничто другое не дает вам разрешения на изменение или распространение Программы или её производных разработок. Эти действия запрещены законом, если вы не принимаете эту лицензию. Таким образом, изменяя или распространяя Программу (или любую разработку, основанную на Программе), вы подтверждаете свое согласие с настоящей лицензией и всеми её условиями копирования, распространения или изменения Программы, или разработок, основанных на ней.

6. Каждый раз, когда вы распространяете Программу (или любую разработку, основанную на программе), потребитель автоматически получает лицензию от первоначального лица, выдающего разрешение на копирование, распространение или изменение Программы в соответствии с настоящими условиями и положениями. Вы не имеете права налагать какие-либо дополнительные ограничения на осуществление потребителями прав, предоставленных настоящим соглашением. Вы не несете ответственности за обеспечение соблюдения этой лицензии третьими лицами.

7. Если в результате судебного решения или утверждения о нарушении патентных прав или по любой другой причине (не ограничиваясь патентными вопросами) на вас будут установлены требования (будь то по решению суда, соглашению или иным образом), которые противоречат условиям настоящей лицензии, они не освобождают вас от условий настоящей лицензии. Если вы не можете распространять Программу таким образом, чтобы одновременно выполнять свои обязательства по настоящей лицензии и любые другие соответствующие обязательства, то, как следствие, вы не можете вообще распространять Программу. Например, если патентная лицензия не допускает безвозмездного распространения Программы всеми теми, кто получает копии прямо или косвенно через вас, то единственный способ удовлетворить и её, и эту лицензию — это полностью отказаться от распространения Программы.

Если какая-либо часть настоящего раздела будет признана недействительной или не имеющей законной силы при каких-либо конкретных обстоятельствах, то остаток раздела будет оставаться в силе, а раздел в целом будет использоваться при других обстоятельствах.

Цель настоящего раздела не состоит в том, чтобы побудить вас нарушить какие-либо патенты или другие основания на право собственности или оспаривать действительность любых таких претензий; этот раздел имеет единственную цель — защитить целостность системы распространения свободного программного обеспечения, которая реализуется практикой публичного лицензирования. Многие люди внесли существенный вклад в широкий спектр программного обеспечения, распространяемого через эту систему, полагаясь на последовательное применение этой системы; автор / донор должен решить, желает ли он или она распространять программное обеспечение через любую другую систему, и лицензиат не может навязать этот выбор.

Этот раздел предназначен для того, чтобы полностью прояснить, что, как полагают, является следствием остальной части этой лицензии.

8. Если распространение и / или использование Программы ограничено в определенных странах либо патентами, либо защищенными авторским правом интерфейсами, первоначальный правообладатель, помещающий Программу под эту лицензию, может добавить явное ограничение географического распространения, исключающее эти страны (то есть распространение разрешено только в странах или между странами, не исключенными таким образом). В этом случае данная лицензия включает в себя ограничение, как если бы оно было записано в «теле» этой лицензии.

9. Фонд свободного программного обеспечения может время от времени публиковать пересмотренные и/или новые версии Общедоступной лицензии. Такие новые версии будут похожи по духу на настоящую версию, но могут отличаться в деталях в контексте решения новых проблем или вызовов.

Каждой версии присваивается отличительный номер. Если Программа указывает номер версии лицензии, которая применяется к ней, и «любую более позднюю версию», у вас есть возможность следовать положениям и условиям либо этой версии, либо любой более поздней версии, опубликованной Фондом свободного программного обеспечения. Если Программа не указывает номер версии этой лицензии, вы можете выбрать любую версию, когда-либо опубликованную Фондом свободного программного обеспечения.

10. Если вы желаете включить части Программы в другие бесплатные программы, условия распространения которых отличаются, напишите автору, чтобы попросить разрешения. Для программного обеспечения, защищенного авторским правом Фонда свободного программного обеспечения, напишите в Фонд свободного программного обеспечения; иногда мы делаем исключения для этого. Наше решение будет руководствоваться двумя целями: сохранение свободного статуса всех произведений нашего свободного программного обеспечения и содействие совместному использованию и повторному использованию программного обеспечения в целом.

ОТСУТСТВИЕ ГАРАНТИИ

11. ПОСКОЛЬКУ ПРОГРАММА ЛИЦЕНЗИРУЕТСЯ БЕСПЛАТНО, НА НЕЕ НЕ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ В ТОЙ МЕРЕ, В КАКОЙ ЭТО РАЗРЕШЕНО ПРИМЕНИМЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ. ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ СЛУЧАЕВ, КОГДА ИНОЕ УКАЗАНО В ПИСЬМЕННОЙ ФОРМЕ, ПРАВООБЛАДАТЕЛИ И/ИЛИ ДРУГИЕ СТОРОНЫ ПРЕДОСТАВЛЯЮТ ПРОГРАММУ «КАК ЕСТЬ» БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ИМИ, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ. ВЕСЬ РИСК, СВЯ-

ЗАННЫЙ С КАЧЕСТВОМ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОГРАММЫ, ЛЕЖИТ НА ВАС. ЕСЛИ ПРОГРАММА ОКАЖЕТСЯ НЕИСПРАВНОЙ, ВЫ БЕРЕТЕ НА СЕБЯ РАСХОДЫ НА ВСЕ НЕОБХОДИМОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ ИЛИ ИСПРАВЛЕНИЕ.

12. НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ЭТО НЕ ТРЕБУЕТСЯ ПРИМЕНЯЕМЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ ИЛИ НЕ СОГЛАСОВАНО В ПИСЬМЕННОЙ ФОРМЕ, ЛЮБОЙ ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ ИЛИ ЛЮБАЯ ДРУГАЯ СТОРОНА, КОТОРАЯ МОЖЕТ ИЗМЕНИТЬ И / ИЛИ РАСПРОСТРАНЯТЬ ПРОГРАММУ, КАК ЭТО РАЗРЕШЕНО ВЫШЕ, НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПЕРЕД ВАМИ ЗА УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ЛЮБЫЕ ОБЩИЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЛИ НЕВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ (ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ЭТИМ, ПОТЕРЮ ДАННЫХ ИЛИ НЕТОЧНОСТЬ ДАННЫХ, УБЫТКИ, ПОНЕСЕННЫЕ ВАМИ ИЛИ ТРЕТЬИМИ ЛИЦАМИ, ИЛИ НЕСПОСОБНОСТЬ ПРОГРАММЫ РАБОТАТЬ С ЛЮБЫМИ ДРУГИМИ ПРОГРАММАМИ), ДАЖЕ ЕСЛИ ТАКОЙ ВЛАДЕЛЕЦ ИЛИ ДРУГАЯ СТОРОНА БЫЛИ ПРЕДУПРЕЖДЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

ОКОНЧАНИЕ УСЛОВИЙ И ПОЛОЖЕНИЙ

Если вы разрабатываете новую программу и хотите, чтобы она была максимально полезной для общества, лучший способ — это сделать её свободной программой, которую каждый может распространять и изменять в соответствии с этими условиями.

Для этого приложите к программе соответствующие уведомления. Безопаснее всего прикрепить их к началу каждого исходного файла, чтобы наиболее эффективно передать исключение гарантии; и каждый файл должен иметь, по крайней мере, строку «авторское право» и указатель на то, где находится полное уведомление.

<одна строка, чтобы дать название программы и краткое представление о том, что она делает.>

Copyright (C) 19yy <имя автора>

Эта программа является свободным программным обеспечением; вы можете распространять её и/или изменять в соответствии с условиями GNU General Public License, опубликованной Фондом свободного программного обеспечения; либо версия 2 Лицензии, либо (по вашему выбору) любая более поздняя версия.

Эта программа распространяется в надежде, что она будет полезна, но без каких-либо гарантий; даже без подразумеваемой гарантии товарной пригодности или пригодности для определенной цели. Смотрите стандартную Общедоступную лицензию GNU для получения дополнительной информации.

Вы должны были получить копию GNU General Public License вместе с этой программой; если нет, напишите в Фонд свободного программного обеспечения (Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301, USA).

Также добавьте информацию о том, как связаться с вами по электронной и бумажной почте.

Если программа интерактивна, сделайте так, чтобы она выводила короткое уведомление (как например, это), когда она запускается в интерактивном режиме:

Gnomovision версия 69, Copyright (C) 19yy имя автора

Gnomovision поставляется без каких-либо гарантий; для получения подробной информации введите «show w». Это бесплатное программное обеспечение, и вы можете распространять его при определенных условиях; введите «show c» для получения подробной информации.

Возможные команды «show w» и «show c» должны показывать соответствующие части Общедоступной лицензии. Конечно, команды, которые вы используете, могут называться как-то иначе; они могут даже быть щелчками мыши или командами меню, то есть всем тем, что подходит вашей программе.

Вы также должны попросить своего работодателя (если вы работаете программистом) или свой университет, или институт (если таковые имеются) подписать «отказ от авторских прав» на программу, если это необходимо. Вот пример; измените имена:

Yoyodyne, Inc., настоящим отказывается от всех авторских прав на компилирующую программу «Gnomovision», написанную Джеймсом Хакером.

<подпись Тая Куна>, 1 апреля 1989 года
Тай Кун, вице-президент

ЛИТЕРАТУРА

1. Dannenberg R. B. Nyquist Reference Manual Version 3.15 // Carnegie Mellon University — School of Computer Science/ Pittsburgh, PA 15213, U.S.A. 11.08. 2018 p.276.
2. Dannenberg R. B. Nyquist Reference Manual Version 2.36 // Carnegie Mellon University — School of Computer Science/ Pittsburgh, PA 15213, U.S.A. 05.03. 2007 p.205.

3. Dannenberg R.B., «Computer Coordination With Popular Music: A New Research Agenda», in Proceedings of the Eleventh Biennial Arts and Technology Symposium at Connecticut College, March 2008.
4. Dannenberg R.B. A Perspective on Computer Music (Computer Music Journal, Vol. 20, No. 1 (Spring, 1996), pp. 52–56) [электронный ресурс] Published by: MIT Press. (URL: www.jstor.org/stable/3681271).

© Таран Василий Васильевич (allscience@lenta.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский международный университет

АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

HARDWARE AND SOFTWARE OF AUTOMATIC POSITIONING SYSTEM OF A MOVING OBJECT

V. Shamunova

Summary. This article discusses the problems of navigation of unmanned aerial vehicles in complex dynamic environments. Navigation of an unmanned aerial vehicle in conditions of an unstable signal from satellites and dynamic obstacles on the way is an urgent task today. The existing navigation systems for unmanned aerial vehicles are mostly based on GPS navigation. Vision systems are used to navigate devices in confined spaces, where it can often be problematic to navigate using GPS. However, in conditions when the terrain on which the flight is carried out is heterogeneous with the presence of dynamic obstacles, the systems existing at the moment turn out to be untenable. The article presents the results of studies of existing navigation systems for unmanned aerial vehicles with an analysis of the advantages and disadvantages of each method.

Keywords: UAV, UAV navigation systems, vision systems, obstacle avoidance.

Шамунова Вероника Германовна

Аспирант, Национальный исследовательский
Томский государственный университет
evtushenko_nika@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы навигации беспилотных летательных аппаратов в сложных динамических средах. Навигация беспилотного летательного аппарата в условиях нестабильного сигнала спутников и динамических препятствий на пути на сегодняшний день является актуальной задачей. Существующие системы навигации беспилотных летательных аппаратов в большинстве своем базируются на навигации посредством GPS. Для навигации устройств в замкнутом пространстве, где зачастую может быть проблематично осуществлять навигацию при помощи GPS используют системы технического зрения. Однако, в условиях, когда местность, на которой осуществляется полет является неоднородной с наличием динамических препятствий, существующие на текущий момент системы оказываются несостоятельными. В статье приведены результаты исследований существующих систем навигации для беспилотных летательных аппаратов с анализом достоинств и недостатков каждого метода.

Ключевые слова: БПЛА, системы навигации БПЛА, системы технического зрения, обход препятствий.

На сегодняшний день робототехника — одно из самых стремительно развивающихся направлений деятельности человека. Ее достижения применяются современным обществом для различных целей, в различных сферах. Стремительно набирающие популярность беспилотные летательные аппараты (БПЛА) сегодня на рынке представлены многообразием конфигураций и функциональных возможностей. Одно из самых популярных устройств, относящихся к классу БПЛА — мультироторные платформы (также известны как дроны, мультикоптеры).

При применении данного вида устройств в какой-либо определенной сфере перед ним ставится конкретная задача, для выполнения которой оно должно поддерживать те или иные функции, иметь необходимую конфигурацию. Несмотря на то, что на сегодняшний день рынок переполнен устройствами самых различных комплектаций, относительно немного вендоров способны обеспечить надежную, качественную, а главное отвечающую всем требованиям пользователя работу дрона. Современные дроны остаются очень уязвимыми, особенно в режиме полной автономии, мало приспособленными

для работы на незнакомой местности, сильно зависят от внешних воздействий.

Очень остро сегодня стоит вопрос построения маршрутов, по которым устройства совершают полет. Не всегда местность, на которой приходится работать дрону может быть изучена с таким уровнем детализации, который позволит предусмотреть при прокладке пути все нюансы. Самой большой проблемой при построении маршрута для дрона является обход возникающих на пути препятствий. Это те препятствия, которые, возможно, не были предусмотрены разработчиком маршрута полета, или же те, которые возникают прямо во время полета (динамические препятствия).

На сегодняшний день существует не так много эффективных способов решения проблемы построения маршрута для дрона и все они так или иначе имеют существенные недостатки при их использовании для мультироторных платформ. Главной проблемой остается решение задачи обхода препятствий в динамической среде в рамках следования устройства по заданному маршруту. Поиск оптимального пути в условиях нали-

чия препятствий на заданном маршруте сегодня является актуальной проблемой. Решение данной проблемы требует грамотного подбора аппаратно-программного комплекса для современных устройств, который бы позволил использовать БПЛА в различных условиях для выполнения поставленных задач.

Автоматические алгоритмы, используемые в БПЛА, имеющих автономный режим, в большинстве своем базируются на следующих методах [1–4]:

1. Полет по заданным GPS точкам с проверкой текущего положения устройства по показаниям бортовых датчиков;
2. Навигация БПЛА при помощи системы технического зрения (СТЗ);
3. Навигация БПЛА при помощи комплексных систем на базе GPS и систем технического зрения.

Полет по заданным GPS точкам с проверкой текущего положения устройства по показаниям бортовых датчиков

Один из самых распространенных и наиболее укоренившихся способов навигации в условиях автономной работы устройства. По данной тематике существует довольно много исследований и готовых решений, которые прошли апробацию и успешно используются на практике.

Для данного метода навигации построение любого маршрута прежде всего начинается с подробного исследования выбранной для полета местности. При исследовании должны быть учтены такие особенности, как наличие деревьев, ЛЭП, памятников, монументов и других возвышающихся над поверхностью земли объектов. На основе этих данных в дальнейшем будет подбираться оптимальная высота полета, которая так же должна зависеть от задачи, стоящей перед устройством.

Как правило, для большинства современных устройств предусматривают специализированное ПО, позволяющее задавать маршрутные точки посредством карт местности Google или Яндекс вручную, однако, существуют и решения для автоматического определения траектории. В работе [5] предложен способ построения траектории полета на основе определения оптимального пути. Такой метод может быть применен только в том случае, когда местность, на которой планируется полет заранее хорошо изучена. Для поиска оптимального пути применяется известный эвристический алгоритм A*.

При использовании системы на базе GPS-сигнала и определения текущего местоположения путем полу-

чения данных с бортовых приборов с целью корректировки маршрута, обязательно необходимо учитывать внешние воздействия на устройство, такие как ветер. Так как БПЛА, входящие в категорию, мини и микро имеют небольшие габариты, отчего ветер оказывает на них довольно большое влияние. Для решения проблемы было предложено использование нескольких контуров с ПИД-регуляторами, позволяющими выполнять необходимую корректировку управляющего воздействия на двигатели БПЛА с учетом влияния ветра [6].

Вариаций алгоритмов навигации на базе данных GPS сейчас огромное множество: это и круговой маршрут, когда на входе системе задается радиус и точка опоры, вокруг которой с заданным радиусом устройство должно летать, это и привязка БПЛА к смартфону пользователя для организации режима «слежения», когда устройство двигается за человеком. Все они применимы и могут быть довольно эффективно для различного рода задач, но только в условиях, когда есть стабильный, хороший сигнал GPS [7]. Если же устройство будет совершать полет в помещении или на территории, на которой сигналы GPS намеренно глушатся, эффективность алгоритмов, используемых данные GPS для навигации, резко и значительно снижается [8].

Еще одним существенным недостатком алгоритма является отсутствие возможности определить препятствие на пути БПЛА. Т.е. метод, основанный на использовании только систем навигации на базе GPS не способен обеспечить возможность совершения полета в сложных динамических средах.

Навигация БПЛА при помощи системы технического зрения (СТЗ)

Данный метод основан на обработке изображений с подвесной камеры (или камер) мультикоптера для определения местонахождения устройства. Метод не является новым в вопросах навигации роботов в пространстве, а существует уже довольно давно и активно применяется для роботов, которые перемещаются в ограниченном пространстве.

В помещении реализовать такую навигационную систему не сложно, есть множество найденных и внедренных решений, реализующих это. Как правило, реализация выполняется с применением технологии SLAM [9]. В последнее время все больше набирает популярность использование для навигации БПЛА СТЗ совместно с искусственным интеллектом [10]. Принцип работы состоит в том, что СТЗ на базе монокулярных камер в заданный момент времени получает текущую картину сцены, которую «видит» БПЛА. Искусственный интел-

лект выполняет обработку текущего состояния сцены с заданным опорным изображением, которое было получено с помощью той же самой камеры, с той же самой матрицей, при построении траектории маршрута. Если текущее состояние сцены совпадает с опорным (с учетом возможной погрешности), то принимается решение о продолжении движения устройства, т.к. он следует верно.

Зачастую в средах, где использование GPS недопустимо, задействуется метод SLAM [9], который при оценке сцены использует опорные изображения, подготовленные заранее. На изображениях текущего состояния сцены SLAM выполняет поиск опорных точек, которые есть на опорном изображении. Опорные точки должны быть заранее определены путем анализа опорных изображений.

Наиболее эффективной из всех ранее представленных выше систем навигации на базе СТЗ может считаться система, принцип которой в том, что установленная на борту монокулярная камера используется не только для оценки местоположения устройства, но и для детектирования препятствий на пути робота. В качестве алгоритма для оценки сцены также предлагается SLAM, который проводит анализ сцены, на основе построенной карты глубины. Анализ карт глубины позволяет определить не только опорные точки, которые были заложены на этапе подготовки устройства к полету, но и определить наличие препятствий на пути устройства.

Таким образом, могут быть определены следующие достоинства и недостатки данного способа навигации БПЛА:

К достоинствам такого метода можно отнести следующее:

1. возможность идентифицировать динамические препятствия на пути БПЛА;
2. относительная низкая чувствительность к воздействиям извне;
3. независимость от качества сигналов связи и прочего.

К недостаткам:

1. сложность и часто невозможность использования такой системы навигации для устройств, совершающих полет на открытой однотипной местности;
2. низкие показатели надежности и эффективности автономной работы.

Такой метод может эффективен и широко применим для различных задач в промышленных помещениях, строго ограниченных и в которых заданы маркеры

маршрута. На открытой местности применимость такого метода очень ограничена, ненадежна и неэффективна без дополнительного вспомогательного оборудования и прямого участия оператора.

Навигация БПЛА при помощи комплексных систем на базе GPS и систем технического зрения

Данный метод использует базовые принципы построения маршрута по GPS-точкам, но конструкция мультикоптера дополняется подвесом с камерой (или несколькими камерами), которая производит съемку того, что в процессе полета «видит» устройство.

Необходимость применения беспилотных летательных аппаратов в различных условиях вызвала интерес к поиску более универсальной системы, которая могла бы безотказно работать, что в условиях наличия сигнала GPS, что в условиях его отсутствия. Таким образом было предложено решение для комплексной системы, в которой СТЗ занимается задачами определения препятствий на пути устройства, а датчики на борту БПЛА позволяют следовать заданной траектории полета.

Методы навигации на базе комплексных систем базируются на следующем принципе работы: камера фиксирует с заданной периодичностью то, что «видит» устройство и передает данные системе обработки, которая может быть установлена как на дроне, так и на наземном оборудовании. Система обработки, как и в случае с навигацией с использованием только СТЗ, строит карту и проверяет, нет ли на пути препятствия. Если при очередном такте обработки будет обнаружено препятствие, система обработки немедленно посылает системе управления мультикоптером управляющий сигнал для обхода препятствия. Восстановление траектории движения при этом после обхода препятствия не составляет труда, так как маршрут задан по GPS-точкам и система управления мультикоптером проверив свои текущие координаты и сверив их с заданными, понимает, что необходима корректировка, в автоматическом режиме производит ее и продолжает выдавать управляющие сигналы для выполнения строго заданного полетного плана.

Таким образом, на сегодняшний день самым эффективным способом навигации дрона в неоднородной динамической среде является применение комплексных систем, включающих в себя навигацию в пространстве при помощи GPS, бортовых датчиков и систем технического зрения. Устройства, навигация которых выполняется при помощи таких комплексных систем, могут применяться в различных сферах деятельности человека, будут менее уязвимы в средах, где сцена является динамической.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоскутников А.А., Сенюшкин Н.С., Парамонов В.В. Системы автоматического управления БПЛА. // Молодой ученый. 2011. — № 9(32). — С. 56–59.
2. Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П., Гарцев И.Б., Евстигнеев Д.В., Колядин К.С. Интеллектуальная система управления автономным беспилотным летательным аппаратом. // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2006. — С. 141–143.
3. Monocular Vision based Navigation in GPS Denied Riverine Environments / Yang J., Rao D. and others // Proceedings of AIAA Infotech at Aerospace Conference. — St. Louis (USA), 2011.
4. Cesetti A., Frontoni E. A Vision-Based Guidance System for UAV Navigation and Safe Landing using Natural Landmarks / and others // Journal of Intelligent and Robotic Systems. — 2010. — № 57. — P. 233–257.
5. Kwak J., Sung Y. Autonomous UAV Flight Control for GPS-Based Navigation. // IEEE. — 2018. — 6 p.
6. Capello E., Guglieri G., Quagliotti F. A Waypoint-Based Guidance Algorithm for mini UAVs. // IFAC Proceedings Volumes. — 2013. — № 30. — P. 120–125.
7. Белоконь С.А., Золотухин Ю.Н., Котов К.Ю., Мальцев А.С., Нестеров А.А., Соболев М.А., Филиппов М.Н., Ян А.П. Управление квадрокоптером AR.DRONE при движении по заданной траектории. // Институт автоматизации и электротехники СО РАН. 2015. — С. 506–514.
8. Теодорович Н.Н., Строганова С.М., Абрамов П.С. Способы обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами. // Вестник евразийской науки. — 2017. — № 1. С. 1–7.
9. Engel J., Cremers D. LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM. // DSO: Direct Sparse Odometry. 2016. — 67 p.
10. Степанов Д.Н. Методы и алгоритмы определения положения и ориентации беспилотного летательного аппарата с применением бортовых видеокамер. — 2011. — С. 150–157.

© Шамунова Вероника Германовна (evtushenko_nika@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Томский государственный университет

РОЛЬ ЦИСТАТИНА-С В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ПРОЦЕССОВ ПОЧЕЧНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ПОЖИЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ

THE ROLE OF CYSTATIN-C IN EARLY DIAGNOSTICS OF RENAL DYSFUNCTION PROCESSES IN ELDERLY PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND METABOLIC DISORDERS

**N. Agranovich
L. Albotova
A. Likhacheva**

Summary. The article is devoted to the study of the level of plasma cystatin-C in elderly patients with arterial hypertension and metabolic disorders. The aim of the work is early diagnosis of chronic kidney disease. As a result of the study, it was found that the determination of plasma cystatin-C allows detecting an early preclinical decrease in renal function. The glomerular filtration rate for cystatin-C is almost twice as likely to reveal early changes in renal function as compared to the glomerular filtration rate for creatinine. This laboratory diagnostic method is more sensitive and should be used to screen for chronic kidney disease. The article can be useful for physicians, nephrologists, cardiologists.

Keywords: cystatin-C, cardiovascular diseases, kidneys, diagnostics.

Агранович Надежда Владимировна

Д.м.н., профессор, ФДПО ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет»

Минздрава России

nagranovich@mail.ru

Алботова Лаура Владимировна

Врач кардиолог, ГБУЗ «Мостовская ЦРБ», Краснодарский край, пгт. Мостовской

doc.l.90@mail.ru

Лихачева Анна Петровна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет»

Минздрава России

a.anorchenko@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию уровня плазменного цистатина-С у пожилых пациентов с артериальной гипертензией и метаболическими нарушениями. Цель работы ранняя диагностика хронической болезни почек. В результате исследования обнаружено, что определение плазменного цистатина-С позволяет выявлять раннее доклиническое снижение функции почек. Скорость клубочковой фильтрации по цистатину-С практически в два раза чаще выявляет ранние изменения функции почек по сравнению со скоростью клубочковой фильтрации по креатинину. Данный метод лабораторной диагностики является более чувствительным и должен применяться для скрининга хронической болезни почек. Статья может быть полезна врачам терапевтам, нефрологам, кардиологам.

Ключевые слова: цистатин-С, сердечно-сосудистые заболевания, почки, диагностика.

Среди всех сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) артериальная гипертензия (АГ) опережает все остальные по вкладу в структуру общей смертности и, как правило, сочетается с патологией других органов и систем. Одним из основных органов-мишеней при АГ являются почки. Согласно международной статистике, распространенность хронической болезни почек (ХБП) стремительно растет. Причинами этого служат как общее старение населения, увеличение заболеваемости сахарным диабетом, так наличие артериальной гипертензии [4]. Это обусловлено и широкой распространенностью и тесными патогенетическими

взаимосвязями основных хронических неинфекционных заболеваний и артериальной гипертензией. В частности, повышение артериального давления может приводить к почечной недостаточности, хронической ишемии головного мозга, в свою очередь, нарушение функции почек и психогенные факторы способствуют развитию артериальной гипертензии [5].

По данным эпидемиологических исследований, в ходе активного скрининга в регионах Российской Федерации распространенность патологии почек при артериальной гипертензии составила в среднем 43% (1,

3). Первичная заболеваемость гипертонической болезнью с преимущественным поражением почек на 10 тыс. взрослого населения на юге России в 1,5 раза выше, чем в среднем по РФ, а распространенность — в 1,2 раза [2].

В ряде ранее проведенных исследованиях авторами установлено, что сочетание АГ с избыточной массой тела или с ожирением значительно чаще приводит к возникновению ССЗ, чем в случае наличия каждого из факторов по отдельности. Основными факторами, приводящими к быстрому прогрессированию патологии почек при АГ и МС, являются как сама артериальная гипертензия, так и дополнительные метаболические факторы повреждения почек: ожирение, гиперурикемия, инсулинорезистентность, нарушения липидного обмена, эндотелиальная дисфункция [6,7,17,18]. Учитывая, что метаболический синдром в настоящее время оценивается как пандемия 21 века, то изучение особенностей течения и влияние на АГ коморбидной патологии, в частности, метаболических нарушений, является весьма актуальным.

Ввиду отсутствия специфических симптомов ХБП трудно поддается диагностике на ранних стадиях, особенно при наличии сопутствующих заболеваний. На сегодняшний день в общеклиническом звене одним из достоверных и доступных методов определения дисфункции почек представляется показатель скорости клубочковой фильтрации (СКФ) [16], когда диагноз ХБП основывается на выявлении хронического снижения фильтрационной функции почек на фоне каких-либо структурных изменений в органе.

Вместе с тем, при использовании традиционного метода определения СКФ по концентрации креатинина крови существует вероятность получения неточных результатов, особенно у пожилых пациентов, что связано с естественным возрастным функциональным снижением скорости клубочковой фильтрации, частым приемом пациентом некоторых лекарственных средств, оказывающих влияние на скорость клубочковой фильтрации, изменение мышечной массы, и др. [19,21,22].

Это обстоятельство диктует необходимость разработки альтернативных методов определения СКФ, в частности, поиска других маркеров, по которым можно судить о наличии ранних изменений структуры и функции почек до возникновения клинических проявлений у пациентов с сопутствующими заболеваниями.

Таким подходящим маркером для определения СКФ в комплексной диагностике ХБП является цистатин-С — низкомолекулярный белок с молекулярной массой 13,4 кДа, относящийся к группе ингибиторов цистеиновых протеиназ. Считают, что цистатин-С является одним

из наиболее точных эндогенных маркеров СКФ, который по диагностическим характеристикам существенно превосходит креатинин. Кроме того, это высокочувствительный маркер тяжести сердечно-сосудистых событий, независимый от таких кардиомаркеров, как кардиальные тропонины, натрийуретические пептиды, С-реактивный белок и др. [8,9,10]. В связи с этим, цистатин-С может быть одним из предикторов развития почечной патологии на фоне сердечно-сосудистой патологии и оценки её тяжести [18,20].

Комбинированное использование маркеров цистатина-С и креатинина для определения рСКФ может позволить улучшить точность оценки данного показателя у пациентов с коморбидной патологией [11].

Вместе с тем, значение цистатина-С для прогнозирования развития ХБП у больных старшей возрастной группы с АГ и метаболическими нарушениями в настоящее время остается малоизученным, что требует необходимости дальнейшие исследования.

Цель исследования:

1. Оценить прогностическое значение уровня цистатина-С и его взаимосвязь с риском развития ХБП у пожилых больных с АГ и АГ с метаболическими нарушениями.
2. Оценить влияние метаболических нарушений на прогрессирование ХПН у пожилых больных с АГ.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на клинических базах кафедры поликлинической терапии Ставропольского медицинского университета.

В исследовании приняли участие 348 пациентов, старше 55 лет, страдающих гипертонической болезнью. Во всех случаях диагноз заболевания выставлен согласно клиническим рекомендациям диагностики и лечения АГ (Москва, 2013 г.) и подтвержден данными инструментальных и лабораторных исследований.

Все пациенты были разделены на две группы. В первую группу вошли 163 пациента с диагностированной гипертонической болезнью и не имеющих метаболического синдрома, во вторую группу — 185 человек, с АГ и наличием метаболического синдрома. Средний возраст пациентов в первой группе составил $65,2 \pm 0,2$, во второй $64,8 \pm 0,2$ года. Для включения в исследование всеми больным было подписано «Информированное согласие пациента».

К критериям включения в исследование относились:

Таблица 1. Характеристика обследованных пациентов по параметрам физического развития

Показатель	Артериальная гипертензия					
	Мужчины (M ± m)		t, p	Женщины (M ± m)		t, p
	Без МС	С МС		Без МС	С МС	
Масса тела, кг	75,81±0,48	80,76±0,54	t>4, p<0,001	71,82±0,42	78,43±0,49	t>4, p<0,001
Рост, см	176,9±0,46	177,2±0,5	t<2, p>0,05	166,9±0,6	165,4±0,5	t<2, p>0,05
ИМТ (кг/м ²)	25,28±0,44	26,74±0,52	t>2, p<0,05	25,86±0,53	28,13±0,45	t>3, p<0,01
ОТ, см	84,0±0,7	86,9±0,8	t>2, p<0,05	82,4±1,0	91,7±0,9	t>4, p<0,001
ОБ, см	99,0±0,8	99,7±1,0	t<2, p>0,05	91,7±0,9	101,8±1,2	t>4, p<0,001
ОТ/ОБ	0,87±0,5	0,88±0,9	t<2, p>0,05	0,84±0,8	0,92±0,95	t<2, p>0,05

1. пациенты с АГ I–III степеней, согласно клиническим рекомендациям диагностики и лечения АГ (Москва, 2013 г.);
2. пациенты с метаболическим синдромом, который включает: абдоминально-висцеральное ожирение, инсулинорезистентность, гиперинсулинемию, дислипидемию, нарушение толерантности к глюкозе;

К критериям исключения относились:

1. симптоматические АГ;
2. наличие тяжелых соматических заболеваний;
3. проявления острой почечной недостаточности;
4. нарушения ритма сердца, требующие постоянной антиаритмической терапии;

Обследование больных включало: сбор жалоб, анамнестических данных, общий осмотр. Всем пациентам выполнялась антропометрия с расчетом ИМТ.

Всем больным проводили: общий анализ крови и мочи, биохимические исследования (холестерин, триглицериды, ЛПНП, ЛПВП, креатинин, мочевины, общий белок и его фракции, СРБ, фибриноген, ПТИ, цистатин С). Электрокардиография в 12 отведениях и ЭхоКГ проводилась при посещении пациентом поликлиники вначале исследования.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием стандартного пакета программы Statistica 10 (StatSoft Inc, 2011, США). Качественные переменные описывались абсолютными и относительными (%) частотами, для количественных переменных определяли среднее арифметическое и стандартную ошибку средней (M±m). При сравнении двух групп по качественным признакам использовали критерий хи-квадрат (χ²). Сравнение двух связанных между собой групп

по количественным признакам осуществляли непараметрическим методом с использованием теста согласованных пар Вилкоксона. Сравнение двух не связанных между собой групп по количественным признакам осуществляли непараметрическим методом с использованием U-критерия Манна-Уитни. Для всех видов анализа статистически значимыми считали различия при p<0,05.

Результаты исследования

При изучении факторов риска отмечено, что абдоминальное ожирение встречалось у 39% обследованных пациентов, варианты атерогенной дислипидемии у 29,85%, умеренное употребление алкоголя 7,46%, курили — 21%.

ИМТ > 28 кг/м² имели 6,2% (5 чел.) мужчин не имевших метаболических нарушений и 8,4% (8 чел.) женщин, а в группе сочетавших АГ с метаболическим синдромом — 19,8% (16 чел.) и 38,9% (31 чел.) соответственно. Распределение жировой ткани у всех пациентов оценивалось по абдоминальному типу, который характеризуется величиной ОТ/ОБ более 0,8 (Табл. 1).

Уровень систолического артериального давления был достоверно выше у больных с выраженными метаболическими нарушениями, тогда как существенные различия в уровне диастолического давления отмечались лишь у пациентов со второй стадией АГ и метаболическим синдромом (Табл. 2).

В группе больных с АГ и МС чаще выявлялись поражения органов-мишеней сосудов глазного дна (53,73%) и гипертрофии левого желудочка (52,34%).

Среднее значение креатинина крови у пациентов с ГБ и метаболическими нарушениями оказалось равным

Таблица 2. Распределение пациентов по уровню артериального давления в зависимости от степени гипертонической болезни и наличию метаболического синдрома

Степень гипертонической болезни	САД, мм.рт.ст. (M ± m)		t, p	ДАД, мм.рт.ст. (M ± m)		t, p
	АГ без МС	АГ с МС		АГ без МС	АГ с МС	
Первая	134.57±1,08	141.25±1,25	t>3, p<0,01	84.14±1,25	85.54±1,42	t<2, p>0,05
Вторая	140.35±0,85	147.62± 1,09	t>4, p<0,001	87.54±0,86	90.55±0,78	t>2, p<0,05
Третья	157.19± 1,05	164.20±0,98	t>4, p<0,001	95.35± 0,89	96.80± 0,79	t<2, p>0,05

Таблица 3. Средняя скорость клубочковой фильтрации в мл/мин/1,73 м² у пациентов с АГ и АГ с метаболическим синдромом

Степень гипертонической болезни	Скорость клубочковой фильтрации (M ± m)		t, p
	АГ без МС	АГ с МС	
Первая	98,17±0,96	96,46±0,91	t<2, p>0,05
Вторая	93,06±0,66	91,50±0,56	t<2, p>0,05
Третья	89,44±0,55	87,72±0,49	t>2, p<0,05
Итого	92,22±0,48	90,99±0,42	t<2, p>0,05

Таблица 4. Средний уровень цистатина-С у пожилых пациентов в 1 и 2 группах (в мг/л)

Степень тяжести течения АГ	Пациенты с АГ	Пациенты с АГ + МС	t, p
1 степень	0,73 ±0,03	0,94±0,04	t>4, p<0,001
2 степень	0,82 ±0,02	1,22±0,03	t>4, p<0,001
3 степень	0,84 ±0,02	1,29±0,03	t>4, p<0,001
Всего	0,81 ±0,01 мг/л	1,21±0,02	t>4, p<0,001

78,92±0,83, в группе больных АГ без метаболического синдрома — 75,74±0,77 мкмоль/л, что достоверно ниже, чем в основной группе, но оба показателя находятся в пределах референтных интервалов уровня креатинина сыворотки крови. Расчет скорости клубочковой фильтрации по формуле СКД-ЕРІ показал, что средняя СКФ у 35,2±3,5% пациентов в обеих группах имеют показатели ниже 90 мл/мин/1,73м². У больных с АГ и метаболическим синдромом существенно не отличалась от больных сравнимой группы с АГ без МС, лишь при третьей степени АГ с метаболическим синдромом наблюдается статистически достоверное снижение СКФ. (Табл. 3).

У значительной части пациентов, имеющих СКФ <90 мл/мин/1,73м², уровень креатинина в сыворотке крови находится в пределах нормы, что предполагает существование так называемой «креатинин — слепой» области СКФ (40–70 мл/мин/1,73м²). Что еще раз обосновывает применение альтернативных методов диагностики почечной дисфункции.

Проведенное исследование уровня цистатина-С в обеих группах показало достоверные изменения (Табл. 4).

Нужно отметить, что у лиц с АГ и метаболическими нарушениями показатели оказались достоверно выше (38,9%), чем у пациентов с АГ не имеющих метаболиче-

ских нарушений (3,4%). Концентрация цистатина-С в сыворотке крови у больных АГ и МС варьировала от 900 до 1600нг/мл. СКФ, рассчитанная по цистатину-С (СКД-ЕРІ сус = 100 / цистатин-С — 14 (мл/мин/1,73 м²) была достоверно ниже в группе пациентов имеющих метаболический синдром. (Табл. 5).

Проведенный анализ позволил выявить ранние нарушения СКФ при АГ у пациентов пожилого возраста. Причем при первой и второй степени АГ с метаболическими нарушениями СКФ достоверно ниже, чем у тех, кто не имел метаболических расстройств (t>2, p<0,05). Сопоставляя среднюю СКФ, рассчитанной по цистатину-С и по креатинину удается выявить незначительные нарушения функции почек в 2,3 раза чаще. Особенно большое значение это имеет для больных АГ с первой и второй степенью тяжести, поскольку своевременная коррекция назначенного лечения позволяет предупредить развитие ХБП и снизить риск развития ОПП.

Проведенный сравнительный анализ уровня цистатина-С и степени тяжести АГ показал, что при АГ 1 степени умеренное снижение функции почек было выявлено у 1 больного, тогда как в группе пациентов с артериальной гипертонией и метаболическим синдромом у 12. (Табл. 6).

Так же нами установлен тот факт, что у пациентов с АГ и метаболическими нарушениями прогрессиру-

Таблица 5. Средняя скорость клубочковой фильтрации по цистатину-С (СКД-ЕРІ сус) у пациентов с АГ и с АГ с метаболическими нарушениями (мл/мин/1,73м²).

Степень артериальной гипертензии	Скорость клубочковой фильтрации (М±m)		
	АГ без МС	АГ с МС	t/p
Первая	93,86±1,73	87,11±2,21	t>2, p<0,05
Вторая	86,24±1,46	80,44±1,19	t>2, p<0,05
Третья	71,16±1,7	71,93±1,43	t<2, p>0,05
Итого	81,9±1,18	78,00±0,94	t>2, p<0,05

Таблица 6. Распределение больных в зависимости от скорости клубочковой фильтрации, тяжести течения артериальной гипертензии и стадии почечной недостаточности

Стадия	Уровень СКФ по цистатину-С (мл/мин/1,73 м ²)	Р(±m%)	Степени тяжести АГ		
			1 степень	2 степень	3 степень
С1	>90(оптимальная)	АГ	62,86±8,17	38,03±5,76	1,75±1,74
		АГ+МС	35,71±9,05	23,2±4,7	6,67±2,88
		p	<0,05	<0,05	>0,05
С2	60–89 (Незначительно сниженная)	АГ	37,14±8,17	60,56±5,8	73,68±5,83
		АГ+МС	64,3±9,1	67,1±5,2	73,33±5,1
		p	<0,05	>0,05	>0,05
С3а	45–59 (Умеренно сниженная)	АГ	0,0±0,0	1,41±1,40	19,30±5,23
		АГ+МС	0,0±0,0	1,2±1,2	17,3±4,4
С3б	30–44 (Существенно сниженная)	АГ	0,0±0,0	0,0±0,0	5,26±2,96
		АГ+МС	0,0±0,0	0,0±0,0	2,7±1,9

вание хронической болезни почек идет быстрее, доля пациентов со сниженным СКФ выше, чем у пациентов страдающих АГ без метаболического синдрома. Оптимальная функция почек при первой степени АГ у пациентов с метаболическим синдромом встречалась 1,8 раз реже, чем у их сверстников без метаболического синдрома, а доля лиц с незначительно сниженной функцией почек оказалась достоверно выше. Аналогичные закономерности отмечаются и в группе больных со второй степенью тяжести АГ. Статистически значимых различий при третьей степени тяжести АГ выявлено не было.

Обсуждение результатов исследования и выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что одним из достоверных маркеров раннего выявления и прогнозирования нефропатии может стать цистатин-С, особенно у лиц пожилого и старческого возраста, т.к. его концентрация не зависит от мышечной массы, возраста, пола. Предпочтительность оценки СКФ по уровню креатинина и/или цистатина-С у разных категории больных продолжает обсуждаться. Вместе с тем, диагностическая ценность цистатина-С для определения нарушенной СКФ, проанализированная в нашем исследовании у 348 больных показало превосходство по сравнению с креатинином, особенно у пациентов АГ в сочетаний с метаболическими нарушениями. У паци-

ентов, с нормальной СКФ внепочечные факторы в большей степени влияют на сывороточную концентрацию креатинина, чем цистатин-С, поэтому креатинин нечувствителен к выявлению незначительного снижения СКФ.

Согласно нашим данным, концентрация цистатина-С в сыворотке крови у больных с АГ и МС была достоверно выше, чем в группе контроля и находилась в пределах от 900 до 1600 нг/мл (в контрольной группе — от 500 до 900нг/мл).

В настоящем исследовании у пациентов с АГ и метаболическими нарушениями обнаружена обратная корреляция цистатина-С со СКФ: концентрация цистатина-С увеличивалась по мере снижения СКФ и позволила выявлять раннее доклиническое снижение функции почек. Скорость клубочковой фильтрации по цистатину-С практически в два раза чаще выявляет ранние изменения функции почек по сравнению со скоростью клубочковой фильтрации по креатинину, что позволяет констатировать этот метод лабораторной диагностики является более чувствительным и должен применяться для скрининга ХБП. В нашем исследовании доля пациентов с выявленным повышенным содержанием цистатина-С среди лиц с метаболическими нарушениями значительно выше, что позволяет использовать их как маркеры субклинических ренальных осложнений при гипертонической болезни сочетающейся с метаболическим синдромом.

Определение цистатина-С у больных пожилого возраста, страдающих АГ и МС, помогает ранней диагностике почечной дисфункции, что позволяет поводить

своевременное лечение, оказывая позитивное влияние на течение основного заболевания и улучшить качество жизни больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агранович Н.В., Анопоченко А. С., Пустовой Д. В., Пилипович Л. А. Ранняя диагностика поражения почек при артериальной гипертензии у пожилых пациентов // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. — 2014. — № 11–5. — С. 817–819;
2. Агранович Н.В., Пустовой Д. В., Алботова Л.В. Анализ взаимосвязи развития хронической болезни почек у пациентов старших возрастных групп с сердечно-сосудистой патологией. Задачи амбулаторного звена в ранней диагностике и профилактике// *Современные проблемы науки и образования*. — 2015. — № 5.
3. Агранович Н. В. Качественная диагностика — ключ к эффективному лечению хронических воспалительных заболеваний почек в условиях поликлиники/ Агранович Н. В., Пилипович Л. А., Алботова Л. В., Кнышова С. А. // *Актуальные вопросы современной медицины: материалы IX межрегиональной научно-практической конференции для врачей первичного звена здравоохранения Северо-Кавказского федерального округа «Качество жизни лиц пожилого и старческого возраста — зеркало здоровья населения» / Под общей ред. В. И. Кошель. — Ставрополь — Владикавказ. Изд-во СтГМУ, 2017. — С. 64–67.*
4. Дедов И. И. Сахарный диабет и артериальная гипертензия / И. И. Дедов, М. В. Шестакова. — Москва. — 2009. — 342 с.
5. Кобалава Ж.Д., Виллевалде С. В., Моисеев В. С. Сердечно-сосудистые заболевания и функциональное состояние почек // *Рос. кардиол. журн.* — 2013. — № 4 (102). — С. 33–37.
6. Мустафаева А.Г., Алиева Т.Т. Изучение некоторых биохимических показателей, ассоциированных с патологией сосудистой системы при метаболическом синдроме // *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. — 2018. — Т. 18, № 1 (61). — С. 94–98.
7. Устинова М.А., Батюшин М.М. Анализ влияния маркеров почечного повреждения при нарушении углеводного обмена на риск появления неселективной протеинурии. - // *Клиническая нефрология*. — 2017. -№ 4. - С. 51–55.
8. Abdel-Salam M., Ibrahim S., Pessar S. A., Al-Morsy E. The relationship between serum homocysteine and highly sensitive C-reactive protein levels in children on regular hemodialysis // *Saudi J. Kidney Dis. Transpl.* — 2017. — Vol. 28 (3) — P. 483–490.
9. Bevc S., Ekart R., Hojs R. Cystatin C — a marker of kidney function and predictor of cardiovascular disease and mortality // *Acta Med Biotechn.* — 2014. — Vol.7. — P. 9–15.
10. Chen S., Hsu W. Y., Lin Y. N. et al. Incidence and risk of major adverse cardiovascular events in middle-aged patients with chronic kidney disease: a population-based cohort study // *Int. Urol. Nephrol.* — 2019. — Vol. 51 (7) — P. 1219–1227.
11. Deng Y., Wang L., Hou Y. et al. The influence of glycemic status on the performance of cystatin C for acute kidney injury detection in the critically ill // *Ren. Fail.* — 2019. — Vol. 41 (1) — P. 139–149.
12. Gansevoort R.T., Correa-Rotter R., Hemmelgarn B. R. et al. Chronic kidney disease and cardiovascular risk: epidemiology, mechanisms, and prevention // *Lancet*. — 2013. — Vol.382. — P. 339–352.
13. Garasto S., Fusco S., Corica F. et al. Estimating glomerular filtration rate in older people // *Biomed. Res. Int.* — 2014. — Vol.2014. — P. 916542.
14. Kim S., Hwang S., Jang H. R. et al. Creatinine- and cystatin C-based estimated glomerular filtration rate slopes for the prediction of kidney outcome: a comparative retrospective study // *BMC Nephrol.* — 2019. — Vol. 20 (1) — P. 214.
15. Lamb E.J., Stevens P.E. Estimating and measuring glomerular filtration rate: methods of measurement and markers for estimation // *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* — 2014. — Vol.23. — P. 258–266.
16. Levey A.S., Becker C., Inker L. A. Glomerular filtration rate and albuminuria for detection and staging of acute and chronic kidney disease in adults: a systematic review // *JAMA*. — 2015. — Vol.313. — P. 837–846.
17. Mao Q., Zhao N., Wang Y. et al. Association of Cystatin C with Metabolic Syndrome and Its Prognostic Performance in Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndrome with Preserved Renal Function // *Biomed. Res. Int.* — 2019. — Vol. 2019—8541402.
18. Osaki T., Satoh M., Tanaka F. et al. The Value of a Cystatin C-based Estimated Glomerular Filtration Rate for Cardiovascular Assessment in a General Japanese Population: Results from the Iwate Tohoku Medical Megabank Project // *J. Epidemiol.* — 2019. — May 25. doi: 10.2188/jea.JE20180274. [Epub ahead of print].
19. Rowe C., Sitch A. J., Barratt J. et al. Biological variation of measured and estimated glomerular filtration rate in patients with chronic kidney disease // *Kidney Int.* — 2019. — Vol. 96 (2) — P. 429–435.
20. Shlipak M.G., Mattes M. D., Peralta C. A. Update on cystatin C: incorporation into clinical practice // *Am. J. Kidney Dis.* — 2013. — Vol.62. — P. 595–603.
21. Shlipak M.G., Matsushita K. Cystatin C versus creatinine in determining risk based on kidney function // *N Engl J Med.* — 2013. — Vol.369. — P. 932–943.
22. Zonozi S., Ramsay S. E., Papacosta O. et al. Chronic kidney disease, cardiovascular risk markers and total mortality in older men: cystatin C versus creatinine // *J. Epidemiol. Community Health.* — 2019. — Vol. 73 (7) — P. 645–651.

© Агранович Надежда Владимировна (nagranovich@mail.ru),

Алботова Лаура Владимировна (doc.l90@mail.ru), Лихачева Анна Петровна (a.anopchenko@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПОЧЕК ПРИ НЕФРОПАТИИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С АНТИФОСФОЛИПИДНЫМ СИНДРОМОМ

PATHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS AND HEMODYNAMIC RENAL DISORDERS IN NEPHROPATHY ASSOCIATED WITH ANTIPHOSPHOLIPID SYNDROME

**M. Albakova
H. Albakova
L. Bogatyreva
D. Gagieva**

Summary. The article is devoted to the problem of kidney pathology in adults and children with nephropathy associated with antiphospholipid syndrome (APS). Nephropathy is part of the clinical picture of APS. Thrombotic microangiopathy (TMA), which is a special type of vascular lesion in the microvasculature of various organs, is the cornerstone of nephropathy in APS. APS-nephropathy (APSN) is a predictively unfavorable independent disease. The clinical picture of APS-associated nephropathy is characterized by a variety of severity of clinical symptoms. The main symptoms of APS-nephropathy, which form the clinical variants of APSN, are described. The differences in the course of APS-associated nephropathy among men, women and children are shown.

Keywords: antiphospholipid syndrome (APS), vascular disorders, kidneys.

Албакова Маддан Хасолтановна

К.м.н., доцент, Ингушский государственный университет, г. Магас
albakova2017@mail.ru

Албакова Хадиджет Асхабовна

Старший преподаватель, Ингушский государственный университет, г. Магас

Богатырева Лидия Николаевна

К.м.н., доцент, Ингушский государственный университет, г. Магас

Гагиева Долатхан Алиевна

К.м.н., доцент, Ингушский государственный университет, г. Магас

Аннотация. Статья посвящена проблеме патологии почек у взрослых и детей при нефропатии, ассоциированной с антифосфолипидным синдромом (АФС). Нефропатия является частью клинической картины АФС. В основе нефропатии при АФС лежит тромботическая микроангиопатия (ТМА), представляющая собой особый тип поражения сосудов микроциркуляторного русла различных органов. Прогностически неблагоприятным самостоятельным заболеванием является АФС-нефропатия (АФСН). Клиническая картина АФС-ассоциированной нефропатии отличается многообразием тяжести клинических симптомов. Описаны основные симптомы АФС-нефропатии, формирующие клинические варианты АФСН. Показаны различия в течении АФС-ассоциированной нефропатии среди мужчин, женщин и детей.

Ключевые слова: антифосфолипидный синдром (АФС), сосудистые нарушения, почки.

Проблема этиологии и патогенеза патологии почек у взрослых и детей при нефропатии, ассоциированной с антифосфолипидным синдромом (АФС), не теряет своей актуальности. Поражение почек в рамках АФС стало объектом внимания исследователей в последние десятилетия. Это связано с тем, что почки являются одним из основных органов-мишеней при всех клинических формах АФС — первичном, вторичном, связанном преимущественно с системной красной волчанкой (СКВ), и катастрофическом, представляющим собой редкий, но почти в 50% случаев фатальный вариант АФС [2].

До настоящего времени клинические исследования, посвященные изучению этой формы сосудистой патологии почек, немногочисленны, что не позволяло в полной мере изучить распространенность, клини-

ко-морфологические особенности, характер течения, факторы, влияющие на прогноз лечения, при нефропатии, ассоциированной с антифосфолипидным синдромом. Высокая частота сосудистого поражения почек при АФС, полиморфизм его клинических проявлений объясняется большой протяженностью сосудистого русла почек и возможностью локализации тромботического процесса на любом его уровне — от основного ствола почечной артерии и ее ветвей до внутривисцеральных артериол, гломерулярных капилляров и почечных вен. Клиническая картина определяется не только локализацией, но и распространенностью тромбообразования, темпом развития и степенью тромботической окклюзии, одно- или двусторонним характером процесса [2].

Нефропатия, как правило, является частью клинической картины АФС, сочетаясь, как правило, с пораже-

нием ЦНС, сердца, периферических артерий или с акушерской патологией, реже — с венозными тромбозами [4]. На основе новых клинико-диагностических критериев АФС возможно и изолированное тромбоокклюзивное поражение внутривисцеральных сосудов в отсутствие тромбозов крупных артериальных или венозных стволов. В основе нефропатии при АФС лежит тромботическая микроангиопатия (ТМА), представляющая собой особый тип поражения сосудов микроциркуляторного русла различных органов — окклюзию тромбами, содержащими фибрин и агрегированные тромбоциты, артерий малого калибра, артериол и капилляров в отсутствие признаков воспаления сосудистой стенки. ТМА сопровождается разнообразием заболеваний, однако признаки поражения почек морфологические при этой патологии неспецифичны и могут быть представлены как острыми, так и хроническими изменениями. Острые изменения включают в себя распространенный тромбоз капилляров клубочков и внегломерулярных сосудов при светооптической микроскопии с отеком эндотелиальных клеток, отслойкой их от базальной мембраны и расширением субэндотелиального пространства, в котором накапливается рыхлый мембраноподобный материал, выявляемый при электронно-микроскопическом исследовании. Хроническую ТМА трудно диагностировать даже морфологически, поскольку при длительном течении она представлена картиной диффузного нефросклероза, а при меньшей продолжительности болезни фиброзные изменения сосудов и интерстиция носят неспецифический очаговый характер и не всегда расцениваются как проявления сосудистой патологии [2].

Поражение почек при АФС, как отмечалось выше, происходит в результате реноваскулярных тромбозов с вовлечением почечных артерий, внутривисцеральных артерий, клубочковых капилляров или почечных вен с развитием ТМА внутривисцеральных сосудов. Диагностика АФС-нефропатии требует наличия одного или нескольких острых или хронических типичных внутривисцеральных поражений по результатам гистологии после исключения других причин почечной микроангиопатии. Обострение нефропатии, связанной с системной красной волчанкой (СКВ), прогрессирующее хроническое заболевание почек и ранняя потеря функции почечного трансплантата также являются частью спектра клинических проявлений поражения почек при АФС [1].

Основной формой поражения почек при АФС является АФС-нефропатия, которая выявляется в 90–100% случаев у больных с первичным АФС с признаками поражения почек [6]. Термин «АФС-ассоциированная нефропатия» был предложен D. Nochy и соавт., который означал тромбоокклюзивное поражение мелких вну-

трипочечных сосудов при АФС [5]. АФС-нефропатия является самостоятельным заболеванием, прогностически неблагоприятным органным проявлением первичного антифосфолипидного синдрома. Прогноз нефропатии, ассоциированной с антифосфолипидным синдромом при естественном течении заболевания неблагоприятен, поскольку 10-летняя почечная выживаемость составляет 50% пациентов [3]. В настоящее время появились новые клинические, лабораторные и экспериментальные данные, позволяющие расширить представления о характере патофизиологических и гемодинамических нарушениях почек при нефропатии, ассоциированной с антифосфолипидным синдромом.

Клиническая картина АФС-ассоциированной нефропатии в зависимости от локализации тромбозов в сосудистом русле почек, протяженности и темпа развития процесса тромботической окклюзии, варьирует от острого повреждения почек и тяжелой артериальной гипертензии (АГ) до минимального мочевого синдрома, мягкой или умеренной артериальной гипертензии и медленно прогрессирующего нарушения функции почек. К основным синдромам АФС-нефропатии относятся:

- ♦ артериальная гипертензия, которая обусловлена активацией ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в ответ на ишемию почек;
- ♦ нарушение функции почек, которое проявляется в раннем изолированном снижении СКФ; в почечной недостаточности, как правило, имеющей медленно прогрессирующий характер; в распространенности острого повреждения почек до 20% [6].
- ♦ мочевого синдрома, который в большинстве случаев представлен умеренной изолированной протеинурией менее 1,5 г/сут [6]. Протеинурия нефротического диапазона наблюдается в редких случаях изолированной АФС-нефропатии. Менее чем у 50% пациентов отмечается микрогематурия [1].

АФС-нефропатия редко проявляется как острая почечная тромботическая микроангиопатия, представляющая собой наиболее тяжелую форму острой АФС-нефропатии [6]. Это клиническое проявление связано с быстрым снижением функции почек с различными степенями гематурии и протеинурии. Острое течение характеризуется развитием остроснефритического синдрома с быстро нарастающей креатининемией. В наиболее тяжелых случаях возникает быстро прогрессирующая почечная недостаточность, как правило, в сочетании с тяжелой АГ [1].

Основные клинические симптомы АФС-ассоциированной нефропатии — АГ, нарушение функции почек

и мочевого синдром, в различных сочетаниях формируют три основных клинических варианта АФСН: синдром сосудистой нефропатии, остроснефритический и нефротический синдромы. Ранним признаком АФС-ассоциированной нефропатии является нарушение функции почек, которое проявляется изолированным снижением СКФ, на несколько лет опережающим нарушение азотовыделительной функции почек. Выявлены различия в течении АФС-ассоциированной нефропатии среди мужчин и женщин. У мужчин болезнь манифестирует в среднем на 9 лет позже, чем у женщин преимущественно внепо-

чечными проявлениями, в то время как у женщин преобладает поражение почек [3].

В заключение отметим, что новые клинические и лабораторные исследования особенностей клинико-морфологической картины, как собственно поражения почек, так и гемодинамических нарушений позволяет развернуто охарактеризовать АФС-нефропатию как новую форму тромботической микроангиопатии, и разработать на их основе основные принципы и методы ее диагностики и лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головач И.Ю., Егудина Е. Д., Рекалов Д. Г. Поражение почек на фоне антифосфолипидного синдрома // Роčki. — 2019. — 8 (3). — С. 161–173.
2. Козловская Н. Л. Сосудистое поражение почек при антифосфолипидном синдроме // Нефрология и диализ. — 2006. — № 3, Т. 8. — С. 206–216.
3. Метелева Н. А. Поражение почек при первичном антифосфолипидном синдроме: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук. — Москва, 2004. — 24 с.
4. Daugas E., Nochy D., Thi Huong D. L. et al. Antiphospholipid syndrome nephropathy in systemic lupus erythematosus // Am Soc Nephrol. — 2002. — № 13. — P. 42–52.
5. Nochy D., Daugas E., Droz D. et al. The intrarenal vascular lesions associated with primary antiphospholipid syndrome // Am. Soc. Nephrol. — 1999. — № 10. — P. 507–519.
6. Sinico RA, Cavazzana I, Nuzzo M, et al. Renal involvement in primary antiphospholipid syndrome: retrospective analysis of 160 patients // Clin J Am Soc Nephrol. — 2010. — Jul, 5(7). — P. 1211–1217.

© Албакова Маддан Хасолтановна (albakova2017@mail.ru), Албакова Хадиджет Асхабовна,
Богатырева Лидия Николаевна, Гагиева Долатхан Алиевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ингушский государственный университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВНУТРЕННЕГО ПРИЛЕГАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИСКУССТВЕННЫХ КОРОНОК К КУЛЬТЕ ПРЕПАРИРОВАННОГО ЗУБА, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF INTERNAL FIT OF TEMPORARY ARTIFICIAL CROWNS TO THE STUMP OF A PREPARED TOOTH MADE USING TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

**J. Vokulova
E. Zhulev**

Summary. The aim of the study was to study the quality of the internal fit of temporary artificial crowns made using the Asiga Max UV 3D printer, the KaVo ARCTICA CAD/CAM system, using digital images of the experimental model obtained by the intraoral laser scanner iTero Cadent and temporary artificial crowns made by the laboratory method. The size of the internal fit of artificial crowns was measured in the Image J computer program from photos of internal fit silicone replicas made using a Leica M320 operating microscope at 40-fold magnification. The Friedman criterion was used for statistical analysis of the obtained data. It was found that the average value of the cement gap between the tooth stump and the artificial crown made in the KaVo ARCTICA CAD/CAM system is $49,76 \pm 2,532$ microns, made using the Asiga Max UV 3D printer is $50,00 \pm 1,714$ microns, made using the traditional laboratory method without the use of digital technologies, was $151,60 \pm 11,00$ microns. Based on the data obtained, it is concluded that modern digital technologies allow manufacturing temporary artificial crowns with a smaller size of the cement gap, i.e. with significantly higher accuracy in contrast to artificial crowns obtained using traditional technology ($p < 0,05$).

Keywords: digital technologies in dentistry, digital impressions, CAD/CAM, intraoral scanner, 3D printing, internal fit of fixed prostheses.

Вокулова Юлия Андреевна

К.м.н., врач стоматолог — ортопед, ФГКУ
«Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы
России», Нижний Новгород
vokulova@rambler.ru

Жулев Евгений Николаевич

Заслуженный работник высшей школы РФ, д.м.н.,
профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский
медицинский университет» Минздрава России, Нижний
Новгород
hrustalev54@mail.ru

Аннотация. Целью исследования было изучение качества внутреннего прилегания временных искусственных коронок, изготовленных с применением 3D принтера Asiga Max UV, CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA, по цифровым изображениям экспериментальной модели, полученным внутриворотным лазерным сканером iTero Cadent и временных искусственных коронок, изготовленных лабораторным методом. Величину внутреннего прилегания искусственных коронок измеряли в компьютерной программе Image J по фотографиям шлифов силиконовых реплик, сделанных с помощью операционного микроскопа Leica M320 под 40-кратным увеличением. Для статистического анализа полученных данных применяли критерий Фридмана. Было выявлено, что среднее значение величины цементного зазора между культей зуба и временной искусственной короной, изготовленной в CAD/CAM системе KaVo ARCTICA составляет $49,76 \pm 2,532$ мкм, изготовленной с применением 3D принтера Asiga Max UV, составляет $50,00 \pm 1,714$ мкм, а изготовленной по традиционному лабораторному методу без использования цифровых технологий, составило $151,60 \pm 11,00$ мкм. На основании полученных данных сделан вывод о том, что современные цифровые технологии позволяют изготавливать временные искусственные коронки со значительно меньшей величиной цементного зазора, т.е. с существенно большей точностью в отличие от искусственных коронок, полученных с помощью традиционной технологии ($p < 0,05$).

Ключевые слова: цифровые технологии в стоматологии, цифровые оттиски, CAD/CAM, внутриворотной сканер, 3D печать, внутреннее прилегание несъемных протезов.

Введение

Неотъемлемой частью протезирования несъемными ортопедическими конструкциями является изготовление временных протезов для защиты подготовленных зубов от воздействия внешних факто-

ров и формирования десневого контура вокруг абатмента имплантата [5]. Известно два метода изготовления временных искусственных коронок — клинический и лабораторный. Среди лабораторных методов можно выделить цифровые и метод с применением горячей полимеризации пластмассы. Из цифровых технологий из-



Рис. 1. Схема проведения эксперимента

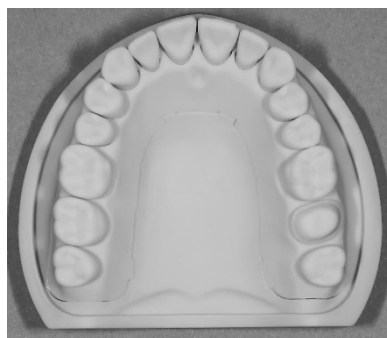


Рис. 2. Экспериментальная модель

готовления временных искусственных коронок на сегодняшний день существует две, основанные на получении изображений зубных рядов с помощью внутриротового либо лабораторного сканера [1, 2, 3, 4] и компьютерного моделирования будущих протезов,— субтрактивный с помощью CAD/CAM-систем [6, 7] и аддитивный с помощью 3D принтеров [7]. Основным показателем их качества является плотность прилегания к культе опорного зуба [3]. Однако научных публикаций [8], посвященных изучению качества прилегания временных искусственных коронок к препарированному зубу, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий, крайне мало, что требует проведения дополнительных исследований в этом направлении.

Цель исследования

Изучить качество внутреннего прилегания временных искусственных коронок к культе препарированного зуба, изготовленных с применением 3D принтера Asiga Max UV, CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA, по цифровым изображениям экспериментальной модели, получен-

ной внутриротовым лазерным сканером iTero Cadent, и искусственных коронок, изготовленных традиционным лабораторным методом.

Материалы и методы исследования

Для изучения внутреннего прилегания временных искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий, нами была разработана специальная схема проведения исследования (рис. 1), в которой использовалась экспериментальная модель (рис. 2) с подготовленным под искусственную коронку зубом с циркулярным уступом в виде желоба.

На первом этапе было получено 10 цифровых изображений экспериментальной модели с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). В программном обеспечении DentalCAD2.2 Valletta проводили моделирование временных искусственных коронок для культы зуба 2.7 экспериментальной модели. Для всех искусственных коронок при виртуальном моделировании задавали величину цементного зазора 50 мкм.

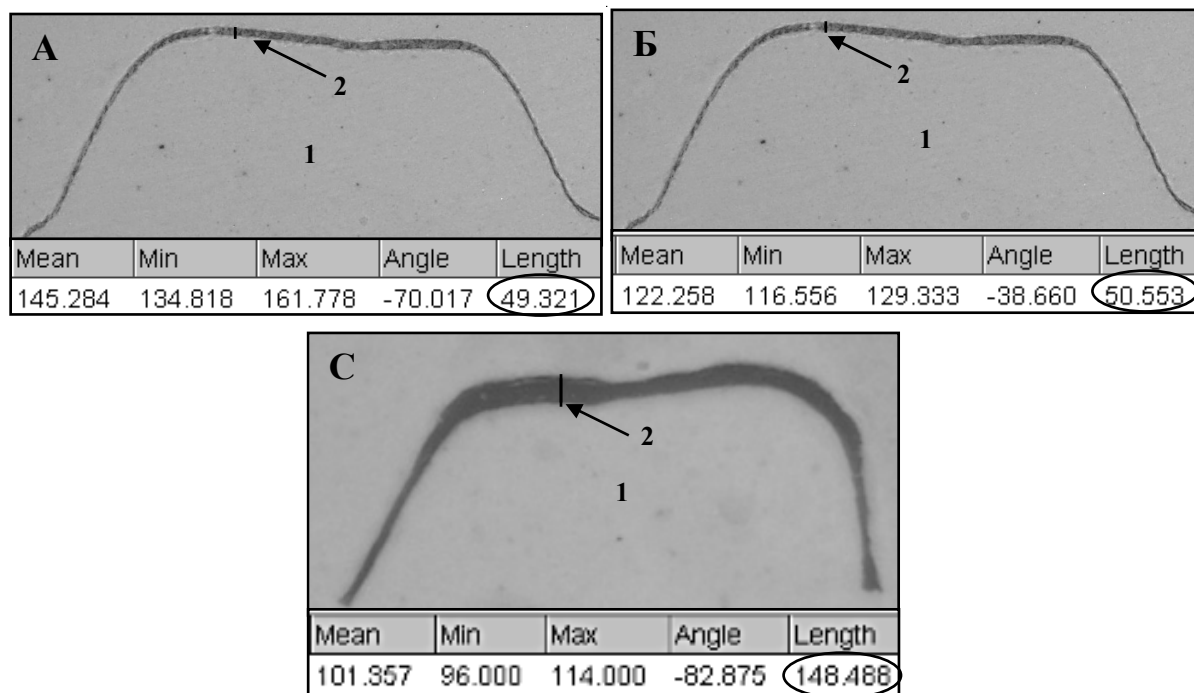


Рис. 3. Измерение величины цементного зазора временных искусственных коронок. 1-гипс, 2 — силиконовая реплика. А. Величина цементного зазора искусственной коронки, изготовленной в CAD/CAM системе KaVo ARCTICA — 49,321 мкм. Б. Величина цементного зазора искусственной коронки, изготовленной с применением 3D принтера Asiga Max UV — 50,553 мкм. С. Величина цементного зазора искусственной коронки, изготовленной по традиционной технологии горячей полимеризации — 148,488 мкм

На втором этапе из полиметилметакрилата VITA CAD-Temp monocolor в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine изготовили 10 временных искусственных коронок. На третьем этапе с помощью 3D принтера Asiga Max UV были изготовлены 10 искусственных коронок из биологически совместимого микронаполненного гибридного материала NextDent C&B MFH.

На третьем этапе с экспериментальной модели были получены двухслойные одноэтапные А силиконовые оттиски (Express STD, Express XT Regular Body, 3M ESPE, США) и изготовлены 10 разборных моделей из высокопрочного гипса Fujirock (GC, Япония). Создавали восковые заготовки искусственных коронок, методом погружения до получения необходимой толщины. Моделировали литники, формовали в опоку, выплавляли воск и методом с применением горячей полимеризации изготавливали 10 временных искусственных коронок из акриловой пластмассы СинмаМ.

Для оценки внутреннего прилегания полученных искусственных коронок была использована следующая методика. Искусственные коронки заполняли корригирующим оттискным материалом Speedex light body, Coltene (Швейцария) и фиксировали на культю экспери-

ментальной модели. По истечении времени, необходимого для полимеризации корригирующего оттискного материала, коронки снимали с культы и извлекали силиконовый оттиск, отображающий качество внутреннего прилегания искусственных коронок. Далее силиконовую реплику гипсовали. Для каждой искусственной коронки получали два оттиска внутреннего прилегания. Одну реплику разрезали в мезио-дистальном, другую — в вестибуло-оральном направлении, получая тем самым 4 шлифа, отображающих внутреннее прилегание искусственной коронки. Затем с помощью операционного микроскопа Leica M320 под 40-кратным увеличением получали фотографии шлифов. В компьютерной программе Image J проводили измерения величины силиконовой реплики, отражающей плотность внутреннего прилегания искусственных коронок (рис. 3). На каждом шлифе проводили 10 измерений. Результаты измерений заносили в таблицы для последующего статистического анализа.

При оценке внутреннего прилегания полученных искусственных коронок особое внимание уделяли величине цементного зазора, равномерности распределения корригирующего материала на поверхности культы, расположению края коронки на уступе культы 2.7 экспери-

Таблица 1. Средние величины цементного зазора искусственных коронок, изловленных разными методами, мкм (n – количество искусственных коронок)

n	Метод изготовления каркасов искусственных коронок		
	KaVo ARCTICA	3D принтер ASIGA	Традиционный лабораторный метод
1	48,60	49,91	154,67
2	52,12	49,91	157,93
3	46,38	51,55	146,27
4	47,87	48,93	155,47
5	46,76	47,93	124,14
6	50,46	51,12	153,28
7	47,87	46,73	151,73
8	52,07	50,36	165,04
9	52,72	52,34	158,79
10	52,70	50,10	148,85
Среднее значение	49,76	49,89	151,62

Таблица 2. Описательные статистики распределения значений величины цементного зазора (n – количество каркасов искусственных коронок)

Метод получения коронок	n	Среднее ± стандартное отклонение	Медиана	Минимум	Максимум	25-й процентиль	75-й процентиль	Стандартная ошибка среднего
CAD/CAM	10	49,76 ± 2,532	49,53	46,38	52,72	47,87	52,11	0,80
3D принтер	10	50,00 ± 1,714	50,23	46,73	52,34	49,17	51,09	0,54
Традиционная техника	10	151,60 ± 11,00	154,00	124,10	165,00	149,6	157,30	3,48

Таблица 3. Результаты попарного сравнения групп

Сравниваемые группы	p
CAD/CAM — 3D принтер	1,000000000000
Традиционная техника — 3D принтер	0,00000001312
Традиционная техника — CAD/CAM	0,00000001312

ментальной модели и необходимости припасовки искусственной коронки к культе зуба.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты по измерению величины цементного зазора искусственных коронок представлены в таблице 1.

Для анализа полученных результатов применяли критерий Фридмана. Критерий Фридмана позволяет установить, что величины показателей изменяются от условия к условию, но при этом не указывает на направление изменений. Критерий Фридмана является обобщением критерия Уилкоксона на большее чем два количество условий измерения, в котором мы ранжируем не абсолютные величины сдвигов, а сами индивидуальные значения измерений.

Нулевую гипотезу при статистическом анализе обозначили следующим образом $H_0 = \{\text{между полученными в разных условиях показателями существуют лишь случайные различия}\}$.

В данном исследовании нулевая гипотеза отвергается на уровне статистической значимости $p < 0,0166667$, т.е. вероятность ошибочного признания различий значимыми меньше $0,0166667$. При расчете критического уровня значимости была введена поправка Бонферрони для учета множественных сравнений: $0,0166667 = 0,05 / 3$, где $0,05$ — общепринятое значение критического уровня значимости для одинарного сравнения в медико-биологических исследованиях, а 3 — число сравнений.

Описательные статистики распределения значений величины цементного зазора представлены в таблице 2.

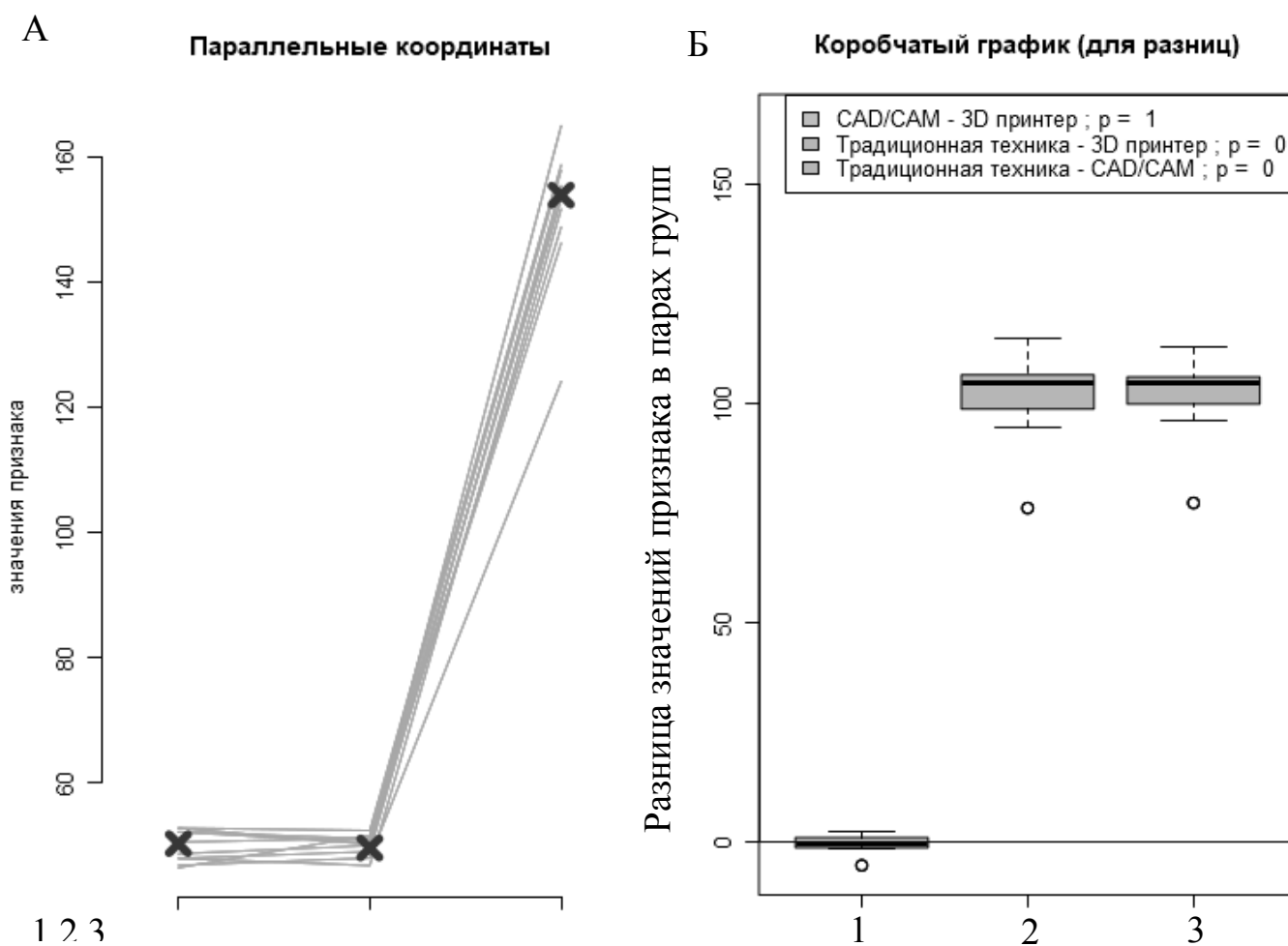


Рис. 4. Анализ различий значений признака «Цементный зазор» А. Диаграмма с параллельными координатами. Б. Коробчатый график для попарно сравниваемых групп: 1 — CAD/CAM — 3D принтер; 2 — Традиционная техника — CAD/CAM; 3 — Традиционная техника — 3D принтер

Различия величин цементного зазора временных искусственных коронок, изготовленных различными методами, можно признать статистически значимыми на уровне $p < 0,0166667$ (критерий Фридмана $S = 45,000000$, $p = 0,000000$). Далее проводили попарное сравнение всех цифровых методик, применяемых для изготовления временных искусственных коронок, с традиционным методом горячей полимеризации пластмассы и цифровых методик между собой (табл. 3, рис. 4).

Из таблицы 3 и рисунка 4 видно, что цифровые методики изготовления временных искусственных коронок различимы от традиционного метода горячей полимеризации с уровнем значимости $p < 0,0166667$ по признаку «Величина цементного зазора». Статистических различий между методами изготовления искусственных коронок с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера не обнаружено.

Нами было выявлено, что среднее значение величины цементного зазора между культей зуба и временной искусственной короной, изготовленной в CAD/CAM системе KaVo ARCTICA составляет $49,76 \pm 2,532$ мкм. Среднее значение величины цементного зазора между культей зуба и временной искусственной короной, изготовленной с применением 3D принтера Asiga Max UV, составляет $50,00 \pm 1,714$ мкм. Среднее значение величины цементного зазора между культей зуба и временной искусственной короной, изготовленной по традиционному лабораторному методу без применения цифровых технологий, составляет $151,60 \pm 11,00$ мкм. В ходе исследования мы пришли к выводу, что величины цементного зазора временных искусственных коронок, изготовленных с помощью современных цифровых технологий (внутриротовое лазерное сканирование, CAD/CAM-система, 3D принтер) и по традиционному лабораторному методу, статистически различимы с уровнем значимости $p < 0,0166667$.

Таблица 4. Результаты изучения внутреннего прилегания искусственных коронок

Метод изготовления искусственных коронок	Величина цементного зазора, мкм	Необходимость припасовки	Равномерность пленки корригирующего слоя на всей поверхности культы
CAD/CAM KaVo ARCTICA	49,76 ± 2,532	Не нужно	Равномерно
3D принтер Asiga	50,00 ± 1,714	Не нужно	Равномерно
Лабораторный метод	151,60 ± 11,00	30% нуждались в припасовке	Неравномерно

Все временные искусственные коронки, изготовленные с применением CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA и 3D принтера Asiga Max UV, не нуждались в припасовке. Края искусственных коронок плотно прилегали к уступу культы 2.7 экспериментальной модели, зонд не застревал на стыке коронки и культы в области придесневого уступа. Корригирующий материал равномерно распределялся на поверхности культы 2.7 при получении силиконовой реплики внутреннего прилегания искусственных коронок.

Края временных искусственных коронок, изготовленных по традиционному лабораторному методу, ощущаются при зондировании зоны придесневого уступа. Три искусственных коронки (30%), изготовленных без применения цифровых технологий, нуждались в дополнительной припасовке. Корригирующий материал неравномерно распределялся на поверхности культы 2.7 при получении силиконовой реплики внутреннего прилегания искусственных коронок. Результаты изучения качества внутреннего прилегания искусственных коронок представлены в таблице 4.

В этом плане представляют интерес исследования иностранных авторов, занимающихся изучением данной проблемы. В частности, W.S. Lee с соавт. [8] в своем исследовании выявили статистически значимые различия в величине цементного зазора временных искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM-системы Zirkonzahn и двух 3D принтеров Stratasys и Dentis. Средняя величина цементного зазора, временных искусственных коронок, изготовленных с применением CAD/CAM системы Zirkonzahn, по данным этих авторов,

составила 266,3 ± 36,0 мкм. Средняя величина цементного зазора, временных искусственных коронок, изготовленных с применением 3D принтера Stratasys составила 172,4 ± 43,3 мкм. Средняя величина цементного зазора, временных искусственных коронок, изготовленных с применением 3D принтера Dentis составила 107,5 ± 34,5 мкм. На наш взгляд, различия в полученных результатах, объясняются прежде всего тем, что применялись разные CAD/CAM-системы и 3D принтеры. Мы использовали для получения цифрового изображения экспериментальной модели внутриротовой сканер в отличие от зарубежных авторов, которые сканировали гипсовую рабочую модель лабораторным сканером, что и приводит к увеличению величины цементного зазора временных искусственных коронок.

Заключение

Современные цифровые технологии, применяемые в ортопедической стоматологии (внутриротовое лазерное сканирование с помощью сканера iTero Cadent, CAD/CAM-система KaVo ARCTICA, 3D принтер Asiga Max UV) позволяют изготавливать временные искусственные коронки с меньшей величиной цементного зазора и лучшим качеством внутреннего прилегания в отличие от искусственных коронок, полученных с помощью традиционного лабораторного метода с применением горячей полимеризации пластмассы с уровнем значимости $p < 0,05$ (критерий Фридмана $S = 45,000000$, $p = 0,000000$). Статистических различий по признаку «величина цементного зазора» для временных искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера мы не обнаружили.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вокулова Ю. А. Разработка и внедрение цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением несъемных протезов зубов: Автореф. дис. ... кандидата медицинских наук (14.01.14). Нижний Новгород, 2017. 22 с.
2. Вокулова Ю.А., Жулев Е. Н. Оценка точности получения оттисков зубных рядов с применением технологии лазерного сканирования // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 5; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25447>.

3. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение размерной точности внутреннего прилегания искусственных коронок к культе опорного зуба и цифровых оттисков в эксперименте // Кубанский научный медицинский вестник. — 2016. — № 6 (161). — с. 58–62.
4. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTero // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2016. — № 12–2. — С. 257–261. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10818>
5. Розенштиль С. Ф. Ортопедическое лечение несъемными протезами. М.: Медпресс, 2010. 940 с.
6. Ряховский, А. Н. Цифровая стоматология. М.: ООО «Авантис», 2010. 282 с.
7. Шустова В.А., Шустов М. А. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии. СПб: СпецЛит, 2016. 159 с.
8. Lee W.S., Lee D. H., Lee K. B. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system // J Adv Prosthodont. 2017. N9. P. 265–270. DOI:10.4047/jap.2017.9.4.265.

© Вокулова Юлия Андреевна (vokulova@rambler.ru), Жулев Евгений Николаевич (hrustalev54@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Нижний Новгород

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

AESTHETIC ASPECTS IN ORTHOPEDIC DENTISTRY

S. Vyurkov

Summary. This article provides basic information about the aesthetic considerations in prosthetic dentistry: problems and ways of their solution. Aesthetic restoration of teeth is not only the use of the latest technologies and modern composite materials, but also real jewelry and high professionalism of the dentist. Therefore, it is so important for a modern orthopedic dentist to have the necessary aesthetic knowledge, artistic taste and skills of a sculptor and artist.

Keywords: dentistry, orthopedics, aesthetics, medicine, orthopedic dentistry.

Вьюрков Сергей Павлович

Стоматолог-ортопед-терапевт, SPClinic Atyrau;
Западно-Казахстанский государственный медицинский
университет имени Марата Оспанова
uispa82@gmail.com

Аннотация. В данной статье приведена основная информация об эстетических аспектах в ортопедической стоматологии, проблемы и пути их решения. Эстетическая реставрация зубов — это не только использование новейших технологий и современных композитных материалов, но и настоящее ювелирное мастерство и высокий профессионализм стоматолога. Поэтому для современного ортопедического стоматолога так важно иметь необходимые эстетические знания, художественный вкус и навыки скульптора и художника.

Ключевые слова: стоматология, ортопедия, эстетика, медицина, ортопедическая стоматология.

Повышение культурного и материального уровня современных людей требует полного восстановления функций и внешнего вида человека, нарушенного, с потерей зубов у всех пациентов, независимо от их социального положения, профессии и возраста.

Ортопедическая стоматология добилась больших успехов в сфере диагностики, профилактики, а также лечения заболеваний, которые требуют вмешательства ортопедии. И даже в этом случае, необходимость протезирования не уменьшается, а, к сожалению, растет.

Для того, чтобы добиться положительного эффекта при установке зуба, для начала нужно определить уровни верхних зубов по отношению к губам, этому может помочь лабиометрия — это установление типа и размера губы. Но при этом, более достоверное определение уровней режущих кромок фронтальных зубов относительно верхней и нижней губ и их вестибуло-орального положения возможно с помощью функциональных фотонетических тестов (рисунки 1 и 2).

Очень важно, особенно при короткой верхней губе, найти не только расположение режущих кромок передних зубов, но и уровень шеек этих зубов.

В иных случаях, если присутствуют явные показания, целесообразно поместить искусственные зубы в зону «притока» [3].

Очень важным и необходимым моментом при установке зубов является обеспечение эстетически правиль-

ного и, самое главное, естественного внешнего вида лица человека даже в то время, когда человек смеется или улыбается.

Далее были определены компоненты улыбки:

1. степень оголения зубов при улыбке;
2. средние резцовые линии верхней и нижней зубных дуг;
3. «буккальное пространство» — то есть дистанция между видимым краем последнего зуба и углом рта. [5, 7]; (рисунок 3).

Специфические особенности размещения зубов в «пределах губ», в соответствии с перечисленными элементами, могут быть однозначно утверждены врачом при оценивании прошлых фотографий пациентов.

Для того чтобы наилучшим способом изготовить протезы с эстетической точки зрения, должны быть определены анатомические ориентиры, облегчающие изготовление полноценных протезов для специалиста.

Эстетическая реставрация зуба с помощью фотополимеров требует от стоматолога возможности объективно оценить цвет и форму зуба, выбрав правильные оттенки пломбирочного материала, принимая во внимание свойства как самих композитов, а также твердых тканей зуба [3, 4]. Строгое следование всем необходимым этапам рабочего процесса, которые регламентируются в инструкциях, поддерживает высокое качество изготовления эстетических конструкций, при негативном исходе могут быть совершены ошибки и осложнения



Рис. 1.

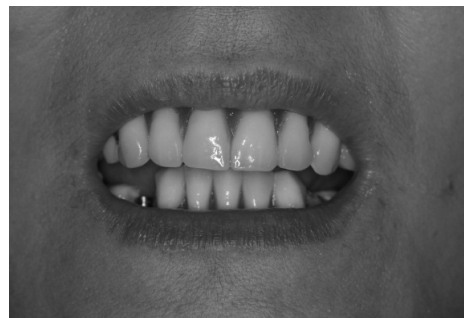


Рис. 2.



Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.



Рис. 6.

при их изготовлении, которые появляются как в ближайшем, так и в долгосрочном плане после лечения (рисунки 4,5,6).

Эстетика также является одним из основных современных требований к фиксированным конструкциям. Для достижения этой цели используются различные материалы (металлокерамика, конструкции на основе диоксида циркония или дисиликата лития, прессованная керамика и т.д.). Принципы, лежащие в основе конструкции съемных зубных протезов, дабы достичь необходимого восстановления с учетом эстетического фактора внешнего вида пациента, в достаточной степени применимы к разработке и изготовлению фиксированных зубных протезов (таблица 1). [11]

Важным условием ортопедического вида работ является этап планирования эстетической структуры.

В этом случае восстановленный зуб сравнивается с симметричным зубом по своей геометрической форме, степени контакта между боковыми поверхностями. Одонтоскопия и одонтометрия выполняются с измерением вертикальных и мезиодистальных размеров на симметричных зубах, определяется наличие макрорельефа, определяются цветовые оттенки и степень прозрачности, а также необходимость воссоздать индивидуальные характеристики зуба. Такой подход обеспечивает максимальное соответствие выполненного эстетического дизайна индивидуальным особенностям зуба пациента.

В современности для восстановления целостности зубов используют 2 методики, при которых соблюдается эстетический аспект:

1. Установка микропротезов.

Таблица 1. Возможности эстетического восстановления зубов

Возможности эстетического восстановления зубов	Удаление царапин, неровностей и сколов
	Изменение цвета зубов(рис 7-8)
	Реставрация зубов после травм
	Устранение щелей между зубами
	Эстетическое выравнивание
	Изменение ширины, длины и формы зубов



Рис. 7.

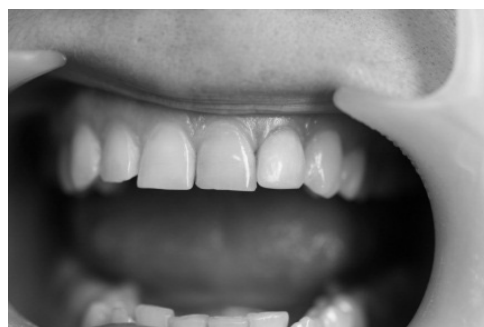


Рис. 8.



Рис. 9.



Рис. 10.



Рис. 11.

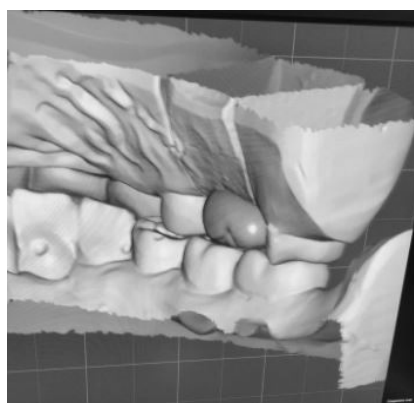


Рис. 12.



Рис. 13.



Рис. 14.

Виниры — это керамические накладки, позволяющие привести фронтальную часть зуба в надлежащий вид (рисунки 9, 10, 11).

Сегодня можно смело сказать, что установка виниров устраняет различные дефекты зубного ряда и позволяет получить отличный эстетический эффект. Виниры позволяют создать яркую белую улыбку, которая делает обладателя более уверенным и счастливым.

Виниры представляют собой тонкую пластину толщиной 0,3–0,5 мм. Наклеивается такой микропротез на натуральный зуб с лицевой стороны (там, где зуб соприкасается с губами).

2. Использование композитных материалов для художественной или эстетической реставрации зубов

Зубная эмаль — самая твердая ткань человеческого тела. Однако на этот прочный материал влияют следующие факторы: употребляемая пища и жидкости, механические повреждения и бактерии кариеса. В результате появляются пятна, трещины, сколы, а иногда даже повреждения, влияющие не только на цвет и форму зубов, но и на функцию. Художественная реставрация зубов помогает восстановить привлекательность зубов, их функции и уменьшить дискомфорт пациента.

В целом можно сказать, что художественная реставрация проще (технически и в финансовом плане) и может быть выполнена быстро. Благодаря современным материалам можно добиться отличных результатов, как с функциональной, так и с эстетической точки зрения.

Ceres — это новейшая технология восстановления. Оборудование Ceres сокращает весь длительный про-

цесс до двух-трех часов. Использование внутриворотного сканера для получения всех данных о зубных рядах занимает несколько минут. Затем информация будет обработана компьютером для создания модели восстановленной коронки с абсолютной точностью и с учетом сотен различных параметров. Это займет несколько минут. После того, как виртуальная коронка будет готова, данные будут переданы на фрезерный агрегат, где установлена керамическая деталь необходимого размера. На шлифовку протеза уходит больше получаса (рисунки 12, 13, 14).

Установка имплантата

Современные реставрационные материалы, используемые при установке имплантата, отличаются высокой биосовместимостью с костной тканью, надежной фиксацией и длительным сроком службы. Фактически, это введение нового зрелого органа, включая новый корень и керамическую коронку. Из всех новинок протезов установка имплантатов наиболее физиологична и, к сожалению, очень дорога. Это связано с тем, что мировые производители изготавливают дорогие материалы на высокоточном оборудовании.

В заключение следует отметить, что вершиной искусства моделирования, изготовления и установки искусственных зубов следует считать естественность их внешнего вида в спокойном состоянии, также во время жевательной функции, говорении, смехе, в котором работа демонстрирует навыки врача и зубного техника и, конечно, свое искусство. Следует отметить, что качество ортопедического лечения может быть определено как степенью профессионализма и мастерством врача, так и качеством используемых материалов, а также техникой. [8]

ЛИТЕРАТУРА

1. Gaurav, Solanki and Renu Solanki Dental Plaque Forming Bacteria's Characterization and Stress Responses: моногр. / Gaurav Solanki and Renu Solanki. — М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. — 136 с.
2. Geetanjali, Gandhi Atul Sharma and J.P.S. Kalra Bite — the vertical overlap / Geetanjali Gandhi, Atul Sharma and J.P.S. Kalra. — М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. — 188 с.
3. Ronauk, Singh Tapan Singh and Jatinder Pal Singh Maxillofacial Materials — Then And Now / Ronauk Singh, Tapan Singh and Jatinder Pal Singh. — М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. — 92 с.
4. Vinay, Mohan and Sonal Gupta "Comparision of Antimicrobial Efficacy of Irrigants-An In Vivo Study" / Vinay Mohan and Sonal Gupta. — М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. — 100 с.
5. Агаджанян, Э. Г. Записки доброго стоматолога / Э. Г. Агаджанян. — М.: Омега, 2011. — 176 с.
6. Андреищев, А. Р. Сочетанные зубочелюстно-лицевые аномалии и деформации / А. Р. Андреищев. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. — 256 с.

© Вьюрков Сергей Павлович (uispa82@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЛЕЧЕНИЕ ОЧАГОВОЙ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ У ПОДРОСТКОВ С БРЕКЕТ-СИСТЕМОЙ

TREATMENT OF FOCAL DEMINERALIZATION IN ADOLESCENTS WITH A BRACKET SYSTEM

O. Gendugova
S. Mamresheva
F. Batyrbekova
A. Shogenov
T. Agnokova
D. Shortanova

Summary. The relevance of this study is that today, there is a high prevalence of dental anomalies. And for the correction of these abnormalities, non-removable orthodontic techniques are actively used. The use of these methods and poor hygiene in children and adolescents leads to the development of focal demineralization of teeth. The purpose for the study was created by 2 of a group of 85 adolescents with focal demineralization of enamel which used the method of infiltration and chemotherapy. Analyzing the results, we found that it is necessary to educate teenagers and doctors about the importance of thorough oral hygiene.

Keywords: fixed orthodontic technique, caries, prevention, transformation into enamel.

Гендугова Оксана Мухарбиевна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова
oksistom@mail.ru

Мамрешева Снежанна Радионовна

Ассистент, Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова
Didinag089@mail.ru

Батырбекова Фатимат Рашидовна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова
Batyrbekovaf@mail.ru

Шогенов Анатолий Мухамедович

Ассистент, Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова
www.tolik099990@yandex.ru

Агнокова Таужан Хачимовна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова
agnokova-t@mail.ru

Шортанова Дина Валерьевна

Ассистент, Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова
Shortanova.dina@mail.ru

Аннотация. Актуальностью данного исследования является то, что на сегодняшний день, наблюдается высокая распространенность зубочелюстных аномалий. Для коррекции этих аномалий активно пользуются несъемными ортодонтическими техниками. Использование данных методик и плохая гигиена у детей и подростков приводит к развитию очаговой деминерализации зубов. Цель работы: Для исследования были созданы 2 группы из 85 подростков с очаговой деминерализацией эмали у которых применяли метод инфильтрации и ремотерапии. Анализируя результаты выявили, что необходимо проводить просветительскую работу среди подростков и врачей о важности тщательной гигиены полости рта.

Ключевые слова: несъемная ортодонтическая техника, кариес, профилактика, преобразования в эмали.

На сегодняшний день наблюдается высокая распространенность зубочелюстных аномалий среди подростков (Маннанова Ф.Ф.;2008 г., Малыгин Ю.М.,2003 г.). В возрасте 10лет-14 лет большинство из них носит несъемную ортодонтическую конструкцию. [2] Именно они и находятся в зоне риска по возникновению очагов деминерализации, т.к. эти конструкции создают дополнительные площадки для скопления налета, мешают качественной гигиене полости рта. Дети

в этом возрасте не понимают и не осознают важность использования основных и дополнительных предметов и средств гигиены. При несоблюдении элементарных правил гигиены возникают поражения эмали с последующим образованием дефектов вокруг брекетов.[3] Чтобы оказать терапевтическую помощь приходится либо снимать дорогостоящую конструкцию, либо ждать окончания ортодонтического лечения, что может усугубить течение кариозного процесса.

Очаговую деминерализацию можно рассматривать как осложнение ортодонтического лечения при плохой гигиене полости рта. Основное скопление зубных отложений наблюдается вокруг брекетов и пришеечной области.[4] В связи с потерей минеральных компонентов повышается опаковость и матовость этих участков. Кислоты, продуцируемые микроорганизмами налета, проникают между призмами, разрушают их, повышают проницаемость поверхностных слоев. При этом необходимо учитывать отягчающий фактор — в этом возрасте ткани зуба находятся на этапе созревания, очень уязвимы.

Зубочелюстные аномалии стоят на третьем месте в структуре стоматологических заболеваний после заболеваний пародонта и кариеса. Современная ортодонтическая техника стала очень активно применяться для коррекции зубочелюстных аномалий.[5] Она используется для нормализации формы и размеров зубных рядов, роста и развития апикальных базисов челюстей и челюстных костей, улучшения эстетики и функционирования зубочелюстной системы. Однако использование несъемной ортодонтической аппаратуры подразумевает также и риск возникновения некоторых осложнений, самым главным и распространенным из которых является кариес, несмотря на наличие в настоящее время огромного выбора средств для его профилактики и обеспечения гигиены полости рта. Решение этой проблемы зависит от своевременного применения мер профилактики кариеса, а также от выявления индивидуальных особенностей организма пациента с аномалией зубочелюстной системы, предрасполагающей к развитию кариозного процесса при использовании несъемной ортодонтической техники.

Целью нашего исследования было клиническое сравнение метода инфильтрации и ремотерапии у подростков с очагами деминерализации, находящиеся на этапе ортодонтического лечения. Для проведения метода инфильтрации применяли Clinpro XT 3M, в качестве ремотерапии фторлак (Омега Дент)

Исследование проводилось визуально, обследовали 85 подростков, проходящих лечение у врача –ортодонта в СК НПЦ «С-мед», в возрасте от 10 до 16 лет. Все они планомерно посещают своего врача-ортодонта каждые 1–1,5 мес. Выявлено наибольшее скопление зубных отложений на верхней челюсти (63%), чем на нижней челюсти (37%).

Врач-ортодонт снимал дуги, дополнительные крепления (лигатуры, эластики...), направлял в кабинет терапевта, где тщательно снимались зубные отложения со всех поверхностей зубов и вокруг брекетов. Использовался Profiflex KAVO, вращающиеся щеточки и по-

лировочные пасты. Поверхность зубов высушивали, окрашивали раствором метиленового синего и оценивали. Очаги деминерализации выявляли с применением увеличения, дентального бинокулярного микроскопа ZumaxMedical. Диагноз ставили на основании данных осмотра, зондирования, витального окрашивания. Всем подросткам наглядно показывали области скопления налета.

Чем дольше срок ношения несъемной ортодонтической конструкции, тем больше очагов деминерализации и больше объем поражения. При несоблюдении адекватной гигиены очаги деминерализации появлялись через 1,5–2 месяца.

Материалы и методы: для исследования были выбраны 85 детей, которых разделили на 2 группы. В первую группу входили 45 подростков все очаги деминерализации после очистки, протравливали 35% раствором ортофосфорной кислоты в течении 5сек, это необходимо для заполнения и лучшего проникновения на всю глубину смол. Смыли кислоту, изолировали от слюны, высушили, нанесли кисточкой или брашем тонкий слой Clinpro XT 3M, полимеризовали 20 сек.

Во вторую группу были включены 40 детей, у которых после снятия зубных отложений, очаги поражения обработали Фторлаком (Омега-Дент).

После процедуры обработанные поверхности визуально выглядели гладкими, блестящими, без нарушения целостности. Следующий осмотр проводили через 1 мес. В 1 группе-в виду отсутствия шероховатости, количество фиксированного налета значительно меньше, в основном межзубных промежутках. Во 2 группе — не смотря на применение ремотерапии и разъяснение важности качественной гигиены полости рта — проблема осталась и процесс деминерализации прогрессировал.

ВЫВОДЫ

1. Ремотерапия не достаточно эффективна, т.к. во-первых, подростки не выполняют всех рекомендаций по уходу за полостью рта, во-вторых, при применении этого раствора, он образует на поверхности зубов крупнокристаллические образования, не проникающие вглубь деминерализации. Эта поверхностная пленка легко удаляется механически, или разрушается продуктами жизнедеятельности налета. Для получения клинического эффекта, необходимо применять многократно.
2. Clinpro XT 3M представляет собой модифицированный СИЦ, обеспечивающий выделение Са+ и фосфатов на протяжении 6 мес. Не стирается

при чистке зубов и применяется однократно в 6 мес раз. На гладкой, полимеризованной поверхности и фиксация налета хуже. А главное — он проникает, инфильтрирует на всю глубину очаги деминерализации.

Несмотря на многочисленные методы профилактики и лечения начального кариеса, процесс рецидивирует. Необходимо проводить просветительскую

работу среди подростков и врачей о важности тщательной гигиены полости рта. Это улучшит качество ортодонтического лечения, сэкономит время и деньги родителей. Надо разработать и внедрить методы профилактики и лечения начальных форм кариеса вокруг ортодонтических несъемных конструкций во время активного ортодонтического лечения, без его прерывания, не требующие многократного, инвазивного вмешательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бриль Е. А. Состояние полости рта у детей с зубочелюстными аномалиями и деформациями на этапе ортодонтического лечения: автореф. дис. ... доктор мед / Бриль Е. А. Наук: 14.00.21 — Омск, 2007.
2. Волкова Ю. Профилактика стоматологических заболеваний / Волкова Ю., Евгения Шапиро, Ирина Липовская. — СПб.: ООО «МЕДИ издательство», 2008.
3. Геворкян Т. В. Состояние органов и тканей полости рта при коррекции зубоальвеолярных аномалий и деформаций с использованием стоматологических КАПП: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14 / Геворкян Татьяна Владимировна. — М., 2014.
4. Гущина Н. В. Влияние напряженного состояния твердых тканей зуба на деминерализацию эмали при ортодонтическом лечении с использованием брекет-систем / Н. В. Гущина, В. С. Печенов, Ю. И. Няшин // Новое в стоматологии. — 2000. — № 2.
5. Шади Т.Э.Д. Характеристика частоты и распространенности осложнений, возникающих в процессе ортодонтического лечения несъемными аппаратами в городе Воронеже: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14 / Шади Талал Элиас Даулах. — Воронеж, 2012

© Гендугова Оксана Мухарбиевна (oksistom@mail.ru), Мамрешева Снежанна Радионовна (Didinag089@mail.ru), Батырбекова Фатимат Рашидовна (Baturbekovaf@mail.ru), Шогенов Анатолий Мухамедович (www.tolik099990@yandex.ru), Агнокова Таужан Хачимовна (agnokova-t@mail.ru), Шортанова Дина Валерьевна (Shortanova.dina@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



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

СТЕНТИРОВАНИЕ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ У БОЛЬНЫХ ГЕМОБЛАСТОЗАМИ: РЕЗУЛЬТАТЫ 18-МЕСЯЧНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

CORONARY ARTERY STENTING IN PATIENTS WITH BLOOD MALIGNANCY: 18-MONTH FOLLOW-UP RESULTS

**E. Gitelson
A. Faybushevich
D. Gitelson
M. Chernyaev
D. Maximkin
G. Veretnik
V. Baranovich
A. Lapshin
A. Vasiliev
K. Danishyan**

Summary. The article presents the results of the 18-month follow-up of patients with the combination of blood malignancy and coronary artery disease who underwent percutaneous coronary intervention during antitumor treatment. The comparative analysis was carried out between the groups depending on the type of implanted stent: drug-eluting stent (1st and 2nd generations) and bare metal stent.

Keywords: blood malignancy; percutaneous coronary intervention, coronary artery stenting, drug-eluting stents, bare-metal stents.

Гительзон Екатерина Александровна

Аспирант, ассистент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
altnlu88@mail.ru

Файбушевич Александр Георгиевич

К.м.н., ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
faibushevich.a@gmail.com

Гительзон Даниил Георгиевич

Аспирант, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва); ФГБУ «НМИЦ гематологии» МЗ РФ (Москва)
danielgitelson@gmail.com

Черняев Михаил Викторович

К.м.н., ассистент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
mikhailcherniaev@mail.ru

Максимкин Даниил Александрович

К.м.н., доцент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
danmed@bk.ru

Веретник Галина Ивановна

К.м.н., доцент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
veretnik-m@mail.ru

Баранович Владислав Юрьевич

К.м.н., доцент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
vubara@yandex.ru

Лапшин Артем Алексеевич

Ассистент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (Москва)
temik74@gmail.com

Васильев Александр Эдуардович

К.м.н., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ФГБУ «НМИЦ гематологии» МЗ РФ (Москва)
vasilisa_oven@mail.ru

Данишян Карен Исмаил оглы

Д.м.н., ФГБУ «НМИЦ гематологии» МЗ РФ (Москва)
ntanisian@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты 18-месячного наблюдения за пациентами с сочетанием гемобластоза и ишемической болезни сердца, подвергшихся чрескожному коронарному вмешательству во время противоопухолевой терапии. Проведен сравнительный анализ между исследуемыми группами в зависимости от типа имплантированного стента: с лекарственным покрытием (1 и 2 поколения) и без него.

Введение

Как известно, основным методом лечения больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) является эндоваскулярная реваскуляризация миокарда в сочетании с оптимальной медикаментозной терапией. Однако на сегодняшний день остается ряд нерешенных вопросов по проведению чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) пациентам с высоким риском развития осложнений, а именно онкогематологическим больным. Все работы, посвященные изучению эффективности применения ЧКВ у этой когорты больных, проводились на недостаточно большом количестве пациентов, что в свою очередь не позволяет определить четких рекомендаций в этой области.

Ишемическая болезнь сердца в общей популяции онкологических больных может развиваться как *de novo*, так и прогрессировать в процессе активного противоопухолевого лечения по причине высокой кардиотоксичности применяемых лекарственных препаратов и лучевого воздействия [6;16;18]. В литературе описаны случаи развития острых коронарных событий на фоне проведения химиотерапии [17]. В настоящее время описывают несколько механизмов развития этих событий: вазоспастические процессы, цитотоксическое воздействие на эндотелий и митохондрии, остановка клеточного цикла эндотелиальных клеток сердца и даже выброс цитокинов, приводящий к разрыву бляшки и активации тромбоцитов. При этом начало ишемического процесса различимо для каждого химиопрепарата. Mandel EM. и соавт. в своей работе показали, что применение винкристина связано с развитием инфаркта миокарда уже через несколько часов после введения препарата [12]. Ритуксимаб также провоцирует развитие постинфузионного инфаркта миокарда (ИМ), начало которого варьируется от момента инфузии до нескольких дней после [2;14;15]. Описаны случаи ИМ при применении ритуксимаба у пациентов без предшествующего заболевания коронарных артерий [1;15]. Используемое для лечения множественной миеломы иммуномодулирующее средство Леналидомид повышает риск развития артериальных и венозных тромбоэмболических осложнений, включая ИМ и цереброваскулярные осложнения [3].

У большинства больных гемобластозами (до 70%) наблюдается анемический синдром [19]. В случаях наличия ИБС у таких пациентов анемия может служить фактором прогрессирования ишемических процессов и повышать риск фатального исхода при остром инфаркте миокарда.

Ключевые слова: гемобластоз; чрескожное коронарное вмешательство, стентирование коронарных артерий, стенты с лекарственным покрытием, голометаллические стенты.

Кроме того, у больных гемобластозами высок риск развития тромбогеморрагических событий. Эта проблема является уникальной и подчеркивает необходимость тщательной оценки риска тромбоза и кровотечения в этой популяционной группе. Кровотечение возникает примерно у 10% пациентов с солидными опухолями и еще чаще у пациентов с гемобластозами [5]. У большинства онкогематологических больных клинический фон отягощен тромбоцитопенией и нарушениями функций тромбоцитов [4;11]. Тромбоцитопения, как известно, связана с развитием крупных кардиальных осложнений при проведении ЧКВ и может приводить к летальным исходам [8;9;13].

Несмотря на активное развитие технологии производства стентов, для хирургов, выполняющих ЧКВ, не теряет актуальности вопрос выбора предпочтений той или иной модели стентов, основанного не только на понимании различий генераций стентов и их технических свойств, но и их типов. С одной стороны, многочисленные крупные рандомизированные исследования показали преимущества использования стентов с лекарственным покрытием над стентами без лекарственного покрытия. С другой стороны, эти исследования были посвящены изучению эффективности и безопасности ЧКВ в общей популяции больных ИБС. Еще одним вопросом, требующего детального изучения, является применение двойной антиагрегантной терапии (ДАТ) у больных гемобластозами. Как известно, ДАТ является «золотым стандартом» при ЧКВ [7;10]. Но, учитывая патофизиологические особенности гемостаза, возможность отмены антиагрегантов, хирургические вмешательства в рамках противоопухолевого лечения и необходимость проведения химиотерапии, онкогематологические больные требуют индивидуального подхода к назначению ДАТ.

Пациенты и методы

В исследование включены 90 пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и активной формы гемобластоза, которым проводили ЧКВ перед очередным курсом противоопухолевой терапии. Все больные были разделены на 2 группы. Пациентам I группы (n=48) выполняли ЧКВ с имплантацией голометаллических стентов (ГМС), II группы (n=42) — стентов с лекарственным покрытием (СЛП) 1 и 2-го поколения.

В I группу включены 37 (77,1%) мужчин и 11 (22,9%) женщин, во II группу — 23 (54,8%) и 19 (45,2%), соответ-

Таблица 1. Распределение пациентов с учетом пола и возраста

Показатель	I группа	II группа	p
Мужчины, абс.,%	37 (77,1%)	23 (54,8%)	0,025025*
Возраст, лет, $\mu \pm \delta$	62,9 \pm 11,5	61,9 \pm 9,9	0,154615

Таблица 2. Распределение пациентов по онкогематологическому диагнозу

Показатель	I группа	II группа
Диффузная В-крупноклеточная лимфома, абс.,%	13 (27,1%)	14 (33,3%)
Экстранодальная В-клеточная лимфома из клеток маргинальной зоны, абс.,%	5 (10,4%)	-
Фолликулярная лимфома, абс.,%	11 (22,9%)	6 (14,3%)
Острый лимфобластный лейкоз, абс.,%	2 (4,2%)	2 (4,8%)
Неходжкинская лимфома неутонченного типа, абс.,%	1 (2,1%)	5 (11,9%)
T-крупноклеточная анапластическая лимфома, абс.,%	2 (4,2%)	4 (9,5%)
Первичный миелофиброз, абс.,%	2 (4,2%)	5 (11,9%)
Множественная миелома, абс.,%	12 (25%)	6 (14,3%)

Таблица 3. Факторы риска и сопутствующие заболевания сердечно-сосудистой системы

Показатель	I группа	II группа	p
Стенокардия напряжения, абс.,%	20 (41,7%)	13 (31%)	0,382621
II ФК	28 (58,3%)	29 (69%)	
III ФК			
Артериальная гипертензия, абс.,%	47 (97,9%)	40 (95,2%)	0,480043
Инфаркт миокарда в анамнезе, абс.,%	4 (8,3%)	4 (9,5%)	0,845799
ОНМК в анамнезе, абс.,%	1 (2,1%)	2 (4,76%)	0,480043
Сахарный диабет, абс.,%	16 (33%)	18 (42%)	0,345599
Гиперхолестеринемия, абс.,%	8 (16%)	10 (23%)	0,408130
Курение, абс.,%	7 (14%)	7 (16%)	0,789569

ственно. Средний возраст в I группе составлял 64,6 \pm 11,9, в II группе — 61,1 \pm 10,9 лет (Таблица 1).

Распределение пациентов по онкогематологическому диагнозу в I и II группах представлено в Таблица 2. Среди пациентов обеих групп чаще встречались следующие формы гемобластозов: диффузная В-крупноклеточная лимфома у 13 (27,1%) и 14 (33,3%) пациентов, фолликулярная лимфома — у 13 (22,9%) и 6 (14,3%) пациентов, множественная миелома — у 12 (25%) и 6 (14,3%) пациентов I и II групп соответственно.

По сопутствующей патологии и наличию факторов риска для развития и прогрессирования сердечно-сосудистых заболеваний исследуемые группы были сопоставимы (Таблица 3). Из общего числа пациентов, входящих в I группу, 20 (41,7%) пациентов страдали стенокардией напряжения II ФК и 28 (58,3%) — стенокардией напряжения III ФК. Во II группе число лиц со стенокардией напряжения II и III функциональных классов составил 13 (31%) и 29 (69%) соответственно.

При анализе данных лабораторных методов диагностики значимых различий между группами не выявлено (Таблица 4). Так, анемия встречалась у 39 (81%) пациентов I группы и у 33 (78%) пациентов II группы. Средний уровень гемоглобина в I группе составлял 91,97 \pm 4,38, а во II группе — 90,69 \pm 3,74 г/л. Тромбоцитопению наблюдали у 23 (47%) пациентов I группы и у 20 (48%) пациентов II группы. Среднее содержание тромбоцитов составило 153,5 \pm 17,2 и 153,4 \pm 17,8 $\times 10^9$ /мкл в I и II группах, соответственно.

При сравнительном анализе ангиографических данных пациентов обеих групп отмечено, что однососудистые поражения встречались чаще (Таблица 5). Так, однососудистый тип поражения был диагностирован у 24 (50%) пациентов I группы и у 15 (35,7%) пациентов II группы. Обращает на себя внимание, что у трети пациентов обеих групп встречался неблагоприятный трехсосудистый тип поражения коронарных артерий \square у 15 (31,2%) пациентов I группы и у 13 (20,9%) пациентов II группы.

Таблица 4. Данные лабораторных методов диагностики

Показатель	I группа	II группа	Критерий	p
Гемоглобин, г/л	91,97±4,38	90,69±3,74	U	0,240355
Тромбоциты, $\times 10^9$ /мкл	153,5±17,2	153,4±17,8	t	0,970527
АЧТВ, сек	31,1±1,3	31,8±1,2	t	0,107428
Фибриноген, г/л	2,99±0,83	3,07±0,94	t	0,671098
Глюкоза, ммоль/л	6,6±1,8	7,1±2,3	U	0,530458
Калий, ммоль/л	5±0,7	4,9±0,4	U	0,514182
Натрий, ммоль/л	142,4±3,6	141±3,6	U	0,48816

Таблица 5. Сравнительная ангиографическая характеристика пациентов

Показатель	I группа	II группа	p
Тип поражения			
Однососудистое поражение (кол-во пациентов,%)	24 (50%)	15 (35,7%)	0,232274
Двухсосудистое поражение (кол-во пациентов,%)	9 (18,8%)	14 (33,3%)	
Трехсосудистое поражение (кол-во пациентов,%)	15 (31,2%)	13 (30,9%)	
Распределение поражений магистральных артерий			
<i>Передняя нисходящая артерия, %</i>	37 (42,5%)	33 (40,2%)	0,765031
<i>Огибающая артерия, %</i>	29 (33,4%)	22 (26,8%)	0,381916
<i>Правая коронарная артерия, %</i>	21 (24,1%)	27 (33%)	0,208660
Кальциноз	21 (24,1%)	19 (23,2%)	0,883991

Анализ распределения частоты поражений магистральных артерий коронарного русла показал, что чаще всего и в I и II группах встречались стенозы в передней нисходящей артерии. От общего числа пораженных артерий эта локализация составляет 42,5% и 40,2% в I и II группах соответственно.

Всем больным выполняли ЧКВ согласно разработанному алгоритму. За 2–5 суток до ЧКВ пациентам назначали двойную антиагрегантную терапию: ацетилсалициловая кислота (АСК) в дозе 100 мг/сут и ингибиторы P2Y₁₂ рецепторов тромбоцитов (клопидогрел 75 мг/сут, либо тикагрелор 90 мг/2 раза в сутки). Непосредственно перед ЧКВ у всех пациентов рутинно оценивали уровень агрегации тромбоцитов путем световой трансмиссионной агрегометрии тромбоцитов с аденозиндифосфатом. Этот анализ применяли с целью изучения фармакодинамического эффекта антиагрегантов, обнаружения высокой реактивности тромбоцитов с возможной последующей коррекцией ДАТ. Недостаточную эффективность ингибиторов P2Y₁₂ рецепторов тромбоцитов диагностировали при значении агрегации тромбоцитов более 50%. В случаях выявления неэффективности ингибиторов P2Y₁₂ рецепторов тромбоцитов пациентам немедленно проводили изменение схемы ДАТ, а именно клопидогрел меняли на препарат другого производителя,

увеличивали дозу до 150 мг/сут или заменяли тикагрелором по 90 мг/2 раза в сутки.

После ЧКВ всем пациентам был рекомендован прием АСК в дозе 100 мг в сутки в течение всей последующей жизни, а прием ингибитора P2Y₁₂ рецепторов тромбоцитов — в течение 1–12 месяцев при имплантации ГМС и 3–12 месяцев в случае имплантации СЛП (тикагрелор 90 мг/2 раза в сутки или клопидогрел 75 мг/сутки).

При необходимости проведения хирургического вмешательства, прием антиагрегантов приостанавливали за 3–5 суток и назначали низкомолекулярный или нефракционированный гепарин с отменой введения в день проведения хирургического вмешательства. В течение первых суток после гемостаза двойную антиагрегантную терапию возобновляли.

Результаты

За весь период наблюдения всем пациентам, включенным в исследование, проводили от 2 до 14 курсов химиотерапии, в том числе 16 (17,7%) пациентам была выполнена мобилизация стволовых клеток крови, а также 6 курсов лучевой терапии.

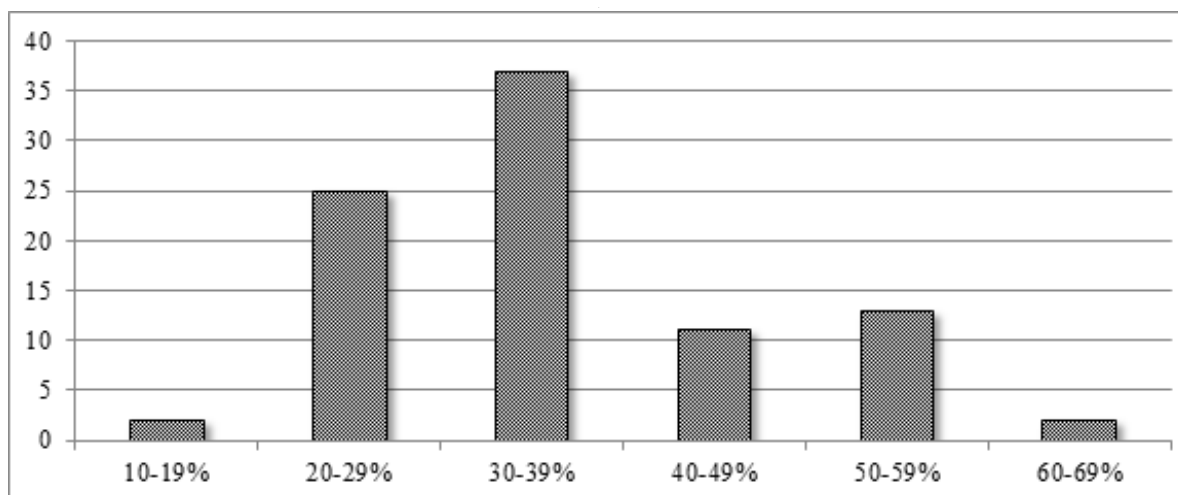


Рис. 1. Распределение пациентов по агрегации тромбоцитов с АДФ

Таблица 6. Результаты 18-месячного наблюдения

Показатель	I группа	II группа	p
Кардиальная смерть, %	0	0	-
Смерть от всех причин, %	10,4%	9,5%	>0,05
Повторный инфаркт миокарда, абс., %	-	2 (4,7%)	>0,05
Тромбоз стента, абс., %	0	2 (4,7%)	>0,05
«In-stent» рестеноз, абс., %	1 (2%)	0	>0,05
TLR, абс., %	1 (2%)	2 (4,7%)	>0,05
MACE, абс., %	1 (2%)	2 (4,7%)	>0,05

По результатам анализа агрегации тромбоцитов, выполненного до ЧКВ, 15 (16,7%) пациентам необходимо было изменить схему ранее назначенной ДАТ. Распределение пациентов по агрегации тромбоцитов с АДФ на фоне приема ДАТ представлено на Рисунк 1.

Так, 2 (4%) пациентам I группы и 2 (4,7%) пациентам II группы проводили изменение схемы ДАТ, а именно прием клопидогрела сменили на прием тикагрелора в дозе 90 мг/2 раза в сутки. В I группе 6 (12,5%) пациентам и во II группе 4 (9,5%) пациентам было рекомендовано изменить уже назначенный клопидогрел на аналогичные лекарственные средства других фирм-производителей, содержащие клопидогрела гидросульфат. Одному (2%) пациенту I группы повысили дозу назначенного клопидогрела до 150 мг/сут. Двоим (4%) пациентам I группы со сниженной агрегационной способностью (10–19%) на фоне приема тикагрелора изменение схемы ДАТ не проводили в связи с отсутствием спонтанных геморагических осложнений.

В I группе у одного пациента (2%) во время проведения ЧКВ наблюдался кровоток TIMI II, который был вызван выраженным спазмом коронарной артерии. Спазм

был купирован введением нитроглицерина (100 мкг) интракоронарно. Замедление кровотока не сопровождалось изменениями на электрокардиограмме, однако наблюдался болевой синдром.

В госпитальный период наблюдения (средний период госпитализации пациентов I группы составил $4,9 \pm 0,8$ дней, во II группе — $5,1 \pm 0,1$ дней) после проведенного ЧКВ у всех пациентов обеих подгрупп наблюдали клинический регресс стенокардии на 2 и более функциональных классов.

У 2 (4%) пациентов I группы послеоперационный период осложнился развитием кровотечения из места пункции бедренной артерии с анемическим синдромом и значимым снижением уровня гемоглобина в крови. Обоим пациентам была произведена трансфузия двух доз эритроцитарной массы с положительным клиническим эффектом.

В I группе 1 (2%) пациент и во II группе 1 (2,3%) пациент через 1 месяц после ЧКВ на фоне развившегося агранулоцитоза и выраженной тромбоцитопении были переведены на антиагрегантную монотерапию АСК.

У пациента с имплантированным СЛП 2-го поколения на 9-й день монотерапии АСК развилась клиническая картина рецидива стенокардии, причиной которой стал подтвержденный тромбоз стента. Пациенту была выполнена баллонная ангиопластика в месте локализации стента. У больного с имплантированным ГМС перевод на антиагрегантную монотерапию АСК не сопровождался сердечно-сосудистыми осложнениями.

В I группе 3 (6%) пациентам после ЧКВ выполняли хирургические вмешательства в рамках противоопухолевого лечения. Таким образом, через 4 месяца после ЧКВ одному (2%) пациенту проводили частичную резекцию лимфомы левого полушария мозжечка, и двоим (4%) пациентам через 4 и 9 месяцев поле ЧКВ — спленэктомия. Все пациенты в качестве ДАТ принимали АСК и клопидогрел.

Во II группе у одного (2,3%) пациента через 12 месяцев после раннее выполненного ЧКВ на фоне проведения очередного курса полихимиотерапии возникла картина рецидива стенокардии. Причиной рецидива стенокардии стал подтвержденный на КАГ поздний тромбоз ранее имплантированного стента. Пациенту было выполнено повторное коронарное вмешательство — баллонная ангиопластика.

В I группе через 17 месяцев после ранее проведенного ЧКВ один (2%) пациент обратился с симптомами стенокардии. Ему было проведено обследование, включающее коронарную ангиографию, по результатам которой был выявлен рестеноз в стенте 75%. После чего больному была выполнена целевая реваскуляризация (баллонная ангиопластика).

За весь период наблюдения итоговый показатель летальности в I группе составил 10,4%, во II группе — 9,5%. Все летальные исходы были по некардиальным причинам.

При проведении сравнительного анализа всего периода наблюдения за комбинированную конечную точку принимали суммарное количество кардиальных осложнений (MACE), включающее в себя кардиальную смерть, повторный инфаркт миокарда и повторное вмешательство на стентированном сосуде (TLR). За 18 месяцев наблюдения исследуемые группы не имели статистических различий по MACE ($p > 0,05$) (Таблица 6)

Заключение

Принимая во внимание такие факторы как, рост заболеваемости ИБС и гемобластозами, а также успешные разработки в области лечения этих патологий, можно предположить, что с возрастом частота сочетания этих

патологий будет только расти и в клинической врачебной практике будут чаще встречаться такие пациенты.

На сегодняшний день не были проведены крупные рандомизированные исследования в области лечения ИБС у пациентов с гемобластозами. Все работы, посвященные изучению эффективности применения ЧКВ у этой когорты больных, проводились на недостаточном количестве пациентов, что в свою очередь не позволяет определить четких рекомендаций в этой области.

В нашем исследовании был проведен сравнительный анализ результатов ЧКВ в зависимости от типа имплантированного стента: СЛП 1-го и 2-го поколений и ГМС. Мы не получили статистический различий по MACE в исследуемых группах. Однако стоит отметить, что в отличие от II группы троим пациентам I группы в разные сроки после ЧКВ были проведены хирургические вмешательства в рамках противоопухолевого лечения. При этом все операции не сопровождалась кардиальными осложнениями.

Обращает на себя внимание частота развития тромбоза стентов у пациентов II группы. Таким образом, у одного (2,3%) пациента на фоне проведения очередного курса химиотерапии наблюдали развитие клинической картины рецидива стенокардии, причиной которого стал подтвержденный на КАГ тромбоз СЛП 1-го поколения. В другом случае, необходимость перевода через 1 месяц после ЧКВ пациента на монотерапию аспирином из-за агранулоцитоза и выраженной тромбоцитопении повлекла за собой развитие тромбоза СЛП 2-го поколения. Однако, подобная монотерапия АСК у пациента с ранее имплантированным ГМС не сопровождалась сердечно-сосудистыми осложнениями. А также целесообразно проводить анализ агрегационной способности тромбоцитов перед ЧКВ с целью определения эффективности антиагрегантной терапии.

Исходя из вышеизложенного, пациентов с сочетанием гемобластоза и ИБС следует рассматривать как группу высокого риска развития осложнений при проведении ЧКВ. Это требует к каждому пациенту не только междисциплинарного, но и индивидуального подхода к лечению. Учитывая сложности ведения таких пациентов, отягощенный коморбидный фон, необходимость проведения большого количества курсов химиотерапии и высокий риск развития тромбогеморрагических осложнений, при выборе типа стента между СЛП 1-го и 2-го поколений и ГМС предпочтение следует отдавать ГМС. Однако необходимо проведение дальнейших исследований применения новых стентов (3-го поколения) для стентирования коронарных артерий у больных гемобластозами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Armitage, JD. Acute coronary syndromes complicating the first infusion of rituximab / Armitage JD, Montero C, Benner A, Armitage JO, Bociek G. // *Clin. Lymphoma Myeloma*. 2008; 8(4): 253–255.
2. Arunprasath, P. Rituximab induced myocardial infarction: a fatal drug reaction / Arunprasath P, Gobu P, Dubashi B, Satheesh S, Balachander J. // *J. Cancer Res. Ther.* 2011; 7(3): 346–348.
3. Cesarman-Maus, G. Thrombosis in multiple myeloma (MM) / Cesarman-Maus G, Braggio E, Fonseca R // *Hematology* (2012) 17(Suppl 1): S177–80. doi: 10.1179/102453312X13336169156933.
4. Elting, LS. Incidence, cost, and outcomes of bleeding and chemotherapy dose modification among solid tumor patients with chemotherapy-induced thrombocytopenia / Elting LS, Rubenstein EB, Martin CG, Kurtin D, Rodriguez S, Laiho E, et al // *J Clin Oncol.* (2001) 19(4): 1137–46. doi: 10.1200/JCO.2001.19.4.1137
5. Falanga, A. The coagulopathy of cancer / Falanga A, Russo L, Milesi V // *Curr Opin Hematol.* 2014; 21: 423–9.
6. Khosrow-Khavar, F. Cardiotoxicity of aromatase inhibitors and tamoxifen in postmenopausal women with breast cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / F. Khosrow-Khavar, K. B. Fillion, S. Al-Qurashi, N. Torabi, N. Bouganim, S. Suissa, et al // *Ann. Oncol.*, 28 (2017), pp. 487–496.
7. Kolh, P. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) / Kolh P, Windecker S., Alfonso F., Collet J. P., Cremer J., Falk V. et al // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014; 46(4): 517–592. doi: 10.1093/ejcts/ezu366.
8. Kwok, CS. Access and non-access site bleeding after percutaneous coronary intervention and risk of subsequent mortality and major adverse cardiovascular events: systematic review and meta-analysis / Kwok CS, Khan MA, Rao CV, et al // *Circ Cardiovasc Interv.* 2015; 8(4).
9. Kwok, CS. Major bleeding after percutaneous coronary intervention and risk of subsequent mortality: a systematic review and meta-analysis / Kwok CS, Rao SV, Myint PK, et al // *Open Heart.* 2014; 1(1): e00002.
10. Levine, G.N. 2016 ACC/AHA Guideline Focused Update on Duration of Dual Antiplatelet Therapy in Patients With Coronary Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines: An Update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention, 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery, 2012 ACC/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the Diagnosis and Management of Patients With Stable Ischemic Heart Disease, 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction, 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes, and 2014 ACC/AHA Guideline on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Management of Patients Undergoing Noncardiac Surgery Levine G. N., Bates E. R., Bittl J. A., Brindis R. G., Fihn S. D., Fleisher L. A. et al // *Circulation.* 2016; 134(10): e123–e155. doi: 10.1161/CIR.0000000000000404.
11. Liu, VY. Interventional Cardio-Oncology: Adding a New Dimension to the Cardio-Oncology Field / Liu VY, Agha AM, Lopez-Mattei J, Palaskas N, Kim P, Thompson K, Mouhayar E, Marmagkiolis K, Hassan SA, Karimzad K and Ilescu CA (2018) // *Front. Cardiovasc. Med.* 5: 48. doi: 10.3389/fcvm.2018.00048.
12. Mandel, EM. Vincristine-induced myocardial infarction / Mandel EM, Lewinski U, Djaldetti M. // *Cancer.* 1975;36(6):1979–1982.
13. Potts, J. Percutaneous coronary intervention and in-hospital outcomes in patients with leukemia: a nationwide analysis / Potts J, Mohamed MO, Lopez attei JC, et al // *Catheter Cardiovasc Interv.* 2019; 1–11. URL: <https://doi.org/10.1002/ccd.28432>.
14. Renard, D. Myocardial infarction after rituximab infusion / Renard D, Cornillet L, Castelnovo G. // *Neuromuscul. Disord.* 2013; 23(7): 599–601.
15. Roy, A. Rituximab-vincristine chemotherapy-induced acute anterior wall myocardial infarction with cardiogenic shock / Roy A, Khanna N, Senguttuvan NB. // *Tex. Heart Inst. J.* 2014; 41(1): 80–82.
16. Totzeck, M. Cardio-oncology — strategies for management of cancer-therapy related cardiovascular disease / M. Totzeck, M. Schuler, M. Stuschke, G. Heusch, T. Rassaf // *International Journal of Cardiology*, Volume 280, 2019, Pages 163–175.
17. Yeh, ET. Cardiovascular complications of cancer therapy: incidence, pathogenesis, diagnosis, and management / Yeh ET, Bickford CL. // *J Am Coll Cardiol* (2009) 53(24): 2231–47. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.050.
18. Zamorano, J.L. ESC position paper on cancer treatments and cardiovascular toxicity developed under the auspices of the ESC Committee for Practice Guidelines: the task force for cancer treatments and cardiovascular toxicity of the European Society of Cardiology (ESC) / J. L. Zamorano, P. Lancellotti, D. Rodriguez Munoz, V. Aboyans, R. Asteggiano, M. Galderisi, et al // *Eur. Heart J.*, 37 (2016), pp. 2768–2801.
19. Березин, П. Г. Роль эритропоэтинов в лечении анемии у онкологических больных / Березин П. Г., Милованов В. В., Иванников А.А // *Исследования и практика в медицине*. 2017. Т. 4, № 2, с. 37–42.

© Гительзон Екатерина Александровна (altnlu88@mail.ru), Файбушевич Александр Георгиевич (faibushevich.a@gmail.com), Гительзон Даниил Георгиевич (danielgitelson@gmail.com), Черняев Михаил Викторович (mikhailcherniaev@mail.ru), Максимкин Даниил Александрович (danmed@bk.ru), Ветерник Галина Ивановна (veretnik-m@mail.ru), Баранович Владислав Юрьевич (vubara@yandex.ru), Лапшин Артем Алексеевич (temik74@gmail.com), Васильев Александр Эдуардович (vasilisa_oven@mail.ru), Данишян Карен Исмаил оглы (ntanisian@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОМЕНТИН, КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВЕРОЯТНОСТИ НАРУШЕНИЯ УГЛЕВОДНОГО И ЛИПИДНОГО ОБМЕНА ПРИ ОЖИРЕНИИ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН В ПЕРВОМ ТРИМЕСТРЕ ГЕСТАЦИИ

Даценко Наталья Сергеевна

Ассистент, Новосибирский государственный
медицинский университет
Datsenko.natasha@yandex.ru

Якимова Анна Валентиновна

Д.м.н., профессор, Новосибирский государственный
медицинский университет
a.yakimova2@yandex.ru

OMENTIN AS AN OBJECTIVE INDICATOR OF THE PROBABILITY OF IMPAIRED CARBOHYDRATE AND LIPID METABOLISM IN OBESE PREGNANT WOMEN IN THE FIRST TRIMESTER OF GESTATION

**N. Datsenko
A. Yakimova**

Summary. Many researchers around the world report an alarming increase in the prevalence of obesity among all age groups, including women of reproductive age. The idea of the function of adipose tissue as just a fat depot has changed in recent years. Currently, the main focus is on the metabolic functions of adipose tissue, which are modulated by adipocytokines. Adipocytokines have been found to control insulin sensitivity, inflammatory activity, neuroendocrine activity, food and water consumption, reproduction, and bone metabolism. Omentin-1 is an adipocytokine with anti-inflammatory activity that is associated with various metabolic disorders. The aim of our study is to study the serum profiles of omentin-1, the relationship between levels of omentin-1 and insulin resistance during pregnancy in women with varying degrees of obesity in comparison with pregnant women with normal BMI. Our study showed that obese pregnant women had significantly lower serum concentrations of omentin-1 compared to the control group. Serum concentrations of omentin-1 are significantly lower in patients with grade III obesity compared to patients suffering from the first and second degrees of obesity. Accordingly, we can conclude that the concentration of serum omentin-1 is associated with the presence and severity of obesity in pregnant women. In addition, the article shows the relationship of serum omentin-1 with the concentration of TG, cholesterol, immunoreactive insulin and glycosylated hemoglobin in the blood of patients.

Keywords: pregnancy, omentin-1, obesity, insulin resistance, glycated hemoglobin.

Аннотация. Множество исследователей в мире говорят о катастрофическом росте распространения ожирения среди всех возрастных групп, в том числе, — среди женщин репродуктивного возраста. Представление о функции жировой ткани, как просто о жировом депо изменилось в последние годы. В настоящее время основное внимание уделяется метаболическим функциям жировой ткани, которые модулируются с помощью адипоцитокинов. Было обнаружено, что адипоцитокины контролируют чувствительность к инсулину, воспалительную активность, нейроэндокринную активность, потребление пищи и воды, размножение и метаболические процессы в костной ткани. Оментин-1 является адипоцитокином с противовоспалительной активностью, который связан с различными нарушениями обмена веществ. Целью нашего исследования является оценить связь уровня оментина-1 в сыворотке крови беременных женщин со степенью ожирения и наличием у них инсулинорезистентности. Наше исследование показало, что беременные с ожирением имели значительно более низкие сывороточные концентрации оментина-1 по сравнению с группой контроля. Сывороточные концентрации оментина-1 значительно ниже у пациенток с III степенью ожирения по сравнению с пациентками, страдающими первой, второй степенями ожирения. Соответственно можно сделать вывод о существовании связи концентрации сывороточного оментина-1 с наличием и степенью выраженности ожирения у беременных женщин. Кроме того, в статье показана связь сывороточного оментина-1 с концентрацией в крови пациенток ТГ, холестерина, иммунореактивного инсулина и гликозилированного гемоглобина.

Ключевые слова: беременность, оментин-1, ожирение, инсулинорезистентность, гликозилированный гемоглобин.

Введение

Ожирение — это серьезная клиничко-социальная проблема, затрагивающая большое количество людей на земном шаре. Избыточный вес рассматривается Всемирной Организацией Здравоохранения, как одна из самых больших глобальных угроз, затрагивающих более 39% мирового населения [1]. Неблагоприятным фоном для развития беременности является так же ожирение матери, вне зависимости от выраженности и степени. У каждой второй беременной, страдающей ожирением, развивается преэклампсия, у каждой третьей — угроза невынашивания беременности, гестационный сахарный диабет, задержка роста плода, формирование чрезмерно крупного плода. Так же в три раза увеличивается вероятность развития инфекции мочевыводящих путей. Возрастает риск осложнений в родах: преждевременного излития околоплодных вод, дистоция плечиков плода, слабости родовой деятельности, что приводит к увеличению неблагоприятных перинатальных исходов [2]. Жировая ткань — это самая крупная метаболически активная эндокринная структура в организме человека. Адипоциты вырабатывают и секретируют целый ряд биологически активных веществ, в том числе адипоцитокины, ферменты, факторы роста и гормоны. Эти соединения регулируют множество процессов в организме: воспаление, иммунитет, питание и поддержании энергетического баланса, чувствительность к инсулину, метаболизм углеводов и липидов, гемостаз, ангиогенез, артериальное давление. Результаты клинических исследований последних лет показывают, что адипоцитокины могут быть ответственны за хроническое субклиническое воспаление при ожирении. Жировая ткань может быть источником провоспалительных медиаторов, которые могут непосредственно вызывать поражение эндотелия сосудов, инсулинорезистентность и, как следствие, развитие атеросклероза. Такие эффекты могут быть вызваны ФНО- α , ИЛ-1, ИЛ-6, СРБ, лептином, резистином, пай-1 и ангиотензиногеном. Другие вещества, продуцируемые адипоцитами, такие как оксид азота и адипонектин, оказывают противовоспалительное действие и снижают инсулинорезистентность [3]. Нормальная беременность связана с высокорегулируемой воспалительной реакцией и существует баланс между противовоспалительными и воспалительными факторами. Воспалительная реакция необходима для правильной имплантации трофобласта. В отличие от этого, постимплантационный период связан с иммуносупрессией для предотвращения иммунного отторжения плода. Материнское ожирение связано с диспропорцией медиаторов воспаления, что в конечном итоге может привести к нарушениям, характерным для беременности, осложненных ожирением матери [4]. На сегодняшний день в литературе представлено недостаточно данных о роли провоспалительного адипоци-

токина- оментина-1 во время беременности. Оментин-1 впервые был идентифицирован из висцеральной жировой ткани в 2003 году [5]. Существует две высокомолекулярные изоформы оментина: оментин-1 и оментин-2, однако оментин-1 является основной циркулирующей формой в плазме крови человека [6]. Выявлена его обратная связь с ожирением, сахарным диабетом 2 типа, метаболическим синдромом и синдромом поликистозных яичников (СПКЯ) [7]. Оментин-1 усиливает действие инсулина. Уровень оментина повышается после потери веса и понижается под влиянием инсулина и глюкозы [8,9].

Цель исследования

Оценить связь уровня оментина-1 в сыворотке крови беременных женщин со степенью ожирения и наличием у них инсулинорезистентности.

Материалы и методы

В исследование были включены 200 беременных женщин с ожирением, родившие живых детей в доношенном сроке. Диагноз ожирения выставляли на основании определения индекса массы тела (ИМТ) в сроке беременности до 9 недель. Были сформированы 4 группы женщин. Три опытные группы: I группа — беременные женщины с ожирением 1 степени (ИМТ $31,88 \pm 1,4 \text{ кг/м}^2$), II — беременные женщины с ожирением 2 степени (ИМТ $36,6 \pm 1,07 \text{ кг/м}^2$), III — беременные женщины с ожирением 3 степени (ИМТ $42,2 \pm 1,9 \text{ кг/м}^2$) ($p \leq 0,05$). В контрольную группу вошли беременные женщины с нормальным ИМТ ($21 \pm 1,88 \text{ кг/м}^2$). Средний возраст в I группе — $30,3 \pm 0,5$ лет, во II группе — $30,0 \pm 0,9$ лет, в III группе — $33,5 \pm 0,8$ лет. В контрольной группе средний возраст $28,5 \pm 0,7$ лет. Во всех четырех группах преобладали повторнородящие женщины. Уровень гликемии в плазме венозной крови определялся натощак (глюкозооксидазным методом на биохимическом анализаторе «Screen Master Plus», Hospitex diagnostic, Швейцария). Иммунореактивный инсулин исследовали методом иммуноферментного анализа на аппарате «AxSYM» фирмы Abbot, США). Инсулинорезистентность оценивали по индексу HOMA-IR (ИРИ \times гликемия натощак / 22,5). Уровень оментина-1 в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа с помощью набора «ELISA» до 8 недель гестации. Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета Statistica 7.0 для Windows. Критерий Манна-Уитни применялся для определения статистической обоснованности различия исследуемых групп.

Критерии исключения: женщины с преэклампсией, с хронической артериальной гипертензией, подтвержденным гестационным сахарным диабетом.

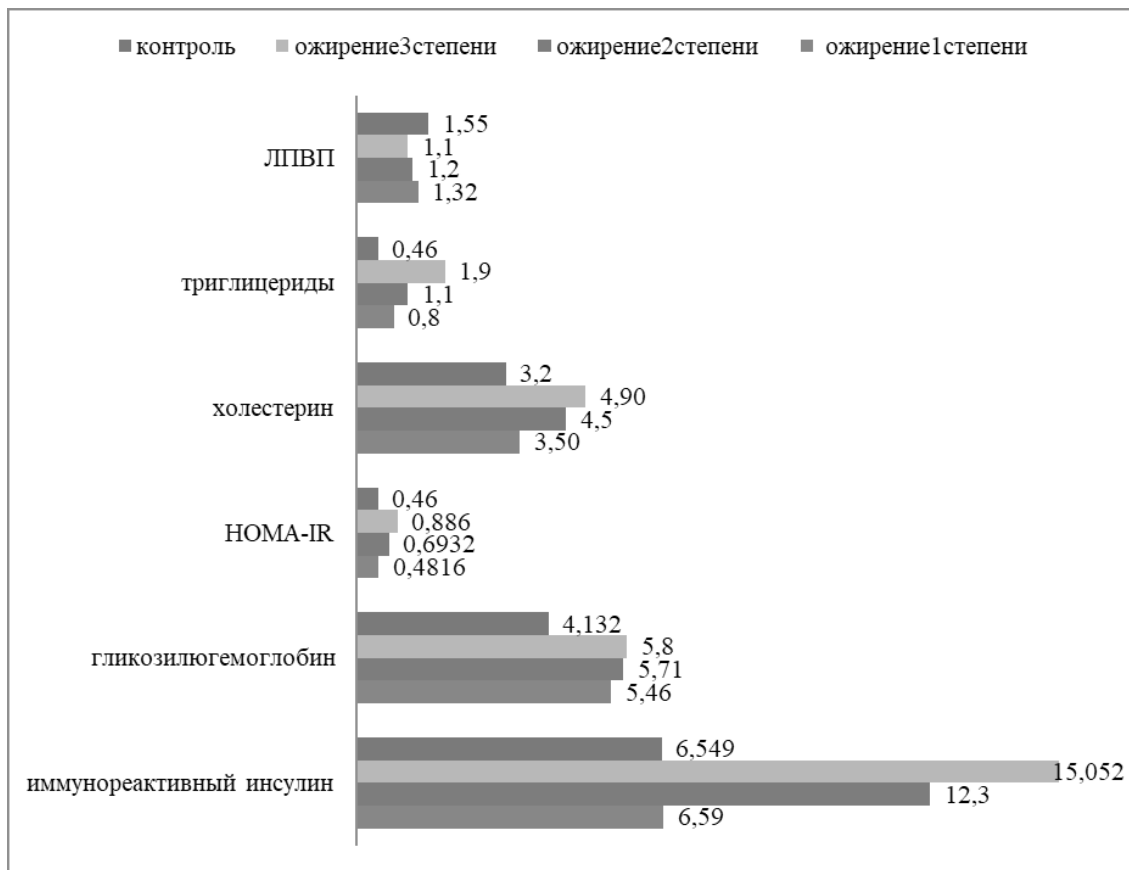


Рис. 1. Лабораторные показатели по группам в сравнении с контролем. *P<0,05.

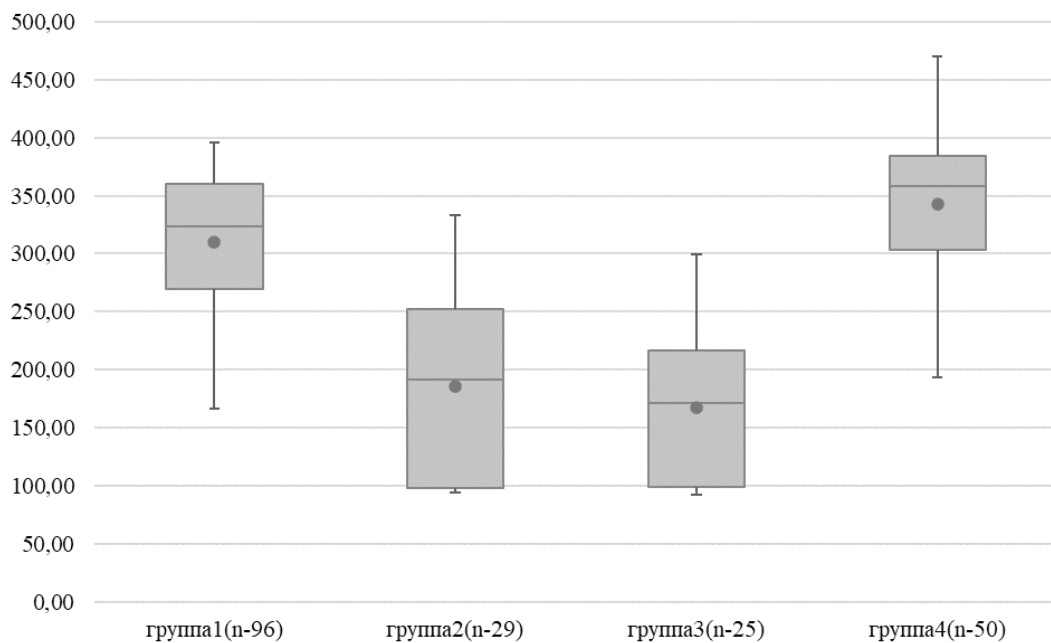


Рис. 2. Концентрации в сыворотке крови omentin-1 у беременных с разной степенью ожирения и у беременных контрольной группы. *P<0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты определения исследуемых показателей пациенток с ожирением и контрольной группы представлены на рисунке 1. Пациентки с ожирением имели более высокие концентрации холестерина, иммунореактивного инсулина, гликозилированного гемоглобина, НОМА-IR и ТГ, а также более низкие концентрации ЛПВП по сравнению с контрольной группой. Достоверных различий по другим характеристикам между этими группами выявлено не было.

Сывороточные концентрации оментина-1 у пациенток с ожирением и здоровых беременных контрольной группы показаны на рисунке 2.

Пациенты с ожирением имели достоверно более низкие концентрации оментина-1 в сыворотке крови, чем в контроле ($P < 0,05$). Согласно вычисленному коэффициенту корреляции, имела место обратная зависимость между степенью ожирения и уровнем оментина-1 ($r = -$).

Концентрация оментина-1 в сыворотке крови также показала отрицательную корреляцию с ИМТ и НОМА-IR. Насколько нам известно, это первое исследование, демонстрирующее связь концентрации сывороточного оментина-1 с наличием и тяжестью ожирения беременных женщин. По данным Haiping Liu et al., ожирение является предрасполагающим фактором в развитии преэклампсии и уровень сывороточного оментина-1

достоверно снижается при нарастании степени тяжести преэклампсии [10]. Однако, нами было впервые показано, что даже в ранних сроках беременности уровень оментина при различных степенях ожирения различается и взаимосвязан с инсулинрезистентностью и нарушением липидного обмена. Вероятно, эти сведения можно будет использовать при многофакторном анализе риска развития осложнений беременности при ожирении.

Заключение

Результаты настоящего исследования показали, что пациенты с ожирением имели значительно более низкие сывороточные концентрации оментина-1 по сравнению со здоровыми беременными, что указывает на потенциальную роль оментина-1 в патофизиологии ожирения. Кроме того, сывороточные концентрации оментина-1 были значительно ниже у пациенток с III степенью ожирения по сравнению с пациентками, страдающими первой степенью ожирения. Можно сделать вывод о существовании связи концентрации сывороточного оментина-1 с наличием и степенью выраженности ожирения у беременных женщин. Кроме того, концентрация сывороточного оментина-1 показала отрицательную корреляцию не только с ИМТ, а также с концентрацией в крови беременных ТГ, холестерина, иммунореактивного инсулина и гликозилированного гемоглобина. Поскольку материнское ожирение связано с высокой вероятностью возникновения перинатальной патологии, профилактическое лечение может быть начато на ранней стадии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lim CC, Mahmood T: Obesity in pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 2015; 29(3): 309–19.
2. Yang RZ, Xu AH, Pray J, Hong H, Jadhao S, et al. (2003) Cloning of omentin, a new adipocytokine from omental fat tissue in humans. *Diabetes* 52: A1–A1.
3. Gregor MF, Hotamisligil GS: Inflammatory mechanisms in obesity. *Annu Rev Immunol*, 2011; 29: 415–45
4. Pantham P, Aye IL, Powell TL: Inflammation in maternal obesity and gestational diabetes mellitus. *Placenta*, 2015; 36(7): 709–15
5. Makarov I.O., Borovkov E. I., Abramov M. Yu. The course of pregnancy and childbirth in women with obesity. *Journal of Obstetrics, Gynecology and reproduction*. 2011. Vol. 5. P. 27.
6. Batista C, Yang RZ, Lee MJ, Glynn NM, Yu DZ, et al. (2007) Omentin plasma levels and gene expression are decreased in obesity. *Diabetes* 56: 1655–1661.
7. Pan HY, Guo L, Li Q (2010) Changes of serum omentin-1 levels in normal subjects and in patients with impaired glucose regulation and with newly diagnosed and untreated type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice* 88: 29–33.
8. Chu SY, Bachman DJ, Callaghan WM, Whitlock EP, Dietz PM, et al. (2008) Association between obesity during pregnancy and increased use of health care. *New England Journal of Medicine* 358: 1444–1453.
9. Watanabe T., Watanabe-Kominato K., Takahashi Y. et al. Adipose Tissue-Derived Omentin-1 Function and Regulation // *Compr. Physiol.* 2017. Vol. 7, № 3. P. 765–781.
10. Haiping Liu, Jianfeng Wu, Haiyu Wang, Lianbing Sheng, Ning Tang, Yunfei Li and Tianyu Hao. Association of serum omentin-1 concentrations with the presence and severity of preeclampsia// *Annals of Clinical Biochemistr*-2015, Vol. 52(2) 245–250

DOI 10.37882/2223–2966.2020.09.14

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЛЕЧЕНИЯ ОБШИРНОЙ КЕРАТОКИСТЫ ТЕЛА И ВЕТВИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ С ОДНОМОМЕНТНОЙ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ ДЕФЕКТА КОСТНЫМ АЛЛОТРАНСПЛАНТАТОМ ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ В СОЧЕТАНИИ С НЕТКАНЫМ ТИТАНОВЫМ МАТЕРИАЛОМ СО СКВОЗНОЙ ПОРИСТОСТЬЮ¹

A CLINICAL CASE OF TREATMENT OF EXTENSIVE KERATOCYSTS OF THE BODY AND BRANCHES OF THE LOWER JAW WITH SIMULTANEOUS RECONSTRUCTION OF THE DEFECT WITH A BONE ALLOGRAFT OF THE FEMORAL HEAD IN COMBINATION WITH A NON WOVEN TITANIUM MATERIAL WITH THROUGH POROSITY

D. Dedikov

Summary. This study presents a clinical observation on the treatment of extensive keratocysts occupying 1/3 of the entire volume of the lower jaw using the method of reconstruction of bone wounds using a bone allograft of the femoral head. Keratocyst — (primary cyst), formed from odontogenic epithelium in those places where there are teeth. Keratocysts grow, as a rule, along the body of the jaw and lead to its pronounced deformation. In most cases, this is an accidental finding when performing an x-ray examination of the jaws, or patients seek help from a doctor with complaints of already pronounced and long-existing deformity of the jaw.

Keywords: lower jaw, posttraumatic deformity, spongy bone, femoral head, bone Bank, allogeneic bone.

Дедиков Дмитрий Николаевич

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Самара; главный врач, врач челюстной-лицевой хирург высшей категории, Научно-Практический Центр челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, «АВЕРС»
Краснодар
avers_23@mail.ru

Аннотация. В данном исследовании представлено клиническое наблюдение по лечению обширной кератокисты занимающей 1/3 от всего объема нижней челюсти с применением методики реконструкции костных ран при помощи костного аллотрансплантата головки бедренной кости. Кератокиста — (первичная киста), образуются из одонтогенного эпителия в тех местах, где имеются зубы. Кератокисты растут, как правило, вдоль тела челюсти и приводят к ее выраженной деформации. В большинстве случаев, это случайная находка при выполнении рентгенологического обследования челюстей, либо пациенты обращаются за помощью к врачу с жалобами уже на выраженную и продолжительно существующую деформацию челюсти.

Ключевые слова: нижняя челюсть, посттравматическая деформация, губчатая кость, головка бедренной кости, костный банк, аллогенная кость.

Введение

Реконструкция дефектов лицевого скелета с использованием аутогенной кости неизменно остаётся стандартом в реконструктивной челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии [2, 3, 5,]. Применение аллогенных материалов, аллотрансплантатов кости требует выполнения определённой

технологии получения, консервации, методов скрининга доноров и методов стерилизации. Пересадка аутокости представляет самый естественный и эффективный способ лечения дефектов и деформаций костей лицевого скелета и по праву считается золотым стандартом, поскольку свойства трансплантатов остаются сохранными. Но не всегда представляется возможным получить должное количество аутокости для рекон-

¹ Исследования на пациентах были одобрены комитетом по этике и проводились в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации. В ходе работы получены информированные согласия лиц, включенных в исследование.

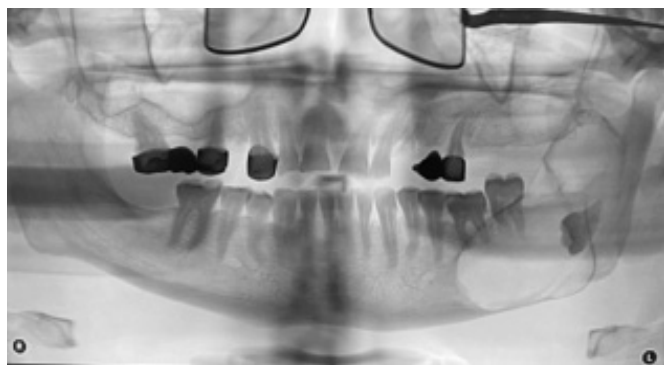


Рис. 1. Обширное, объемное новообразование. Тотальное поражение тела, ветви и отростков нижней челюсти слева

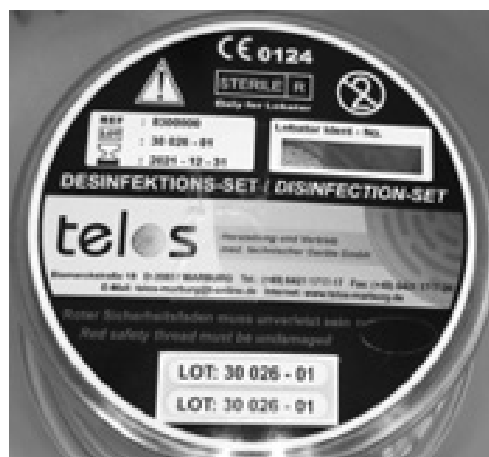


Рис. 2. Контейнер с заготовленной головкой бедренной кости



Рис. 3. Тело нижней челюсти деформированно процессом, наружная и внутренняя кортикальная пластинка истончена. Участок кисты



Рис. 4. Мобилизация сосудисто-нервного пучка нижней челюсти

струкции образовавшегося дефекта без нанесения дополнительной травмы организму человека и возникает вопрос об использовании материала сходного по своим биологическим свойствам к тканям, утраченным по разным причинам [4]. Аллогенная трансплантация кости — занимает существенную часть в лечении обширных дефектов кости, прежде всего, при операциях протезирования и реконструкции после удаления опухолей кости. Наряду с аллогенными трансплантатами кости, используют аутологичную костную ткань, материалы из бычьей кости и искусственные материалы, а также живые культуры клеток хряща и кости (тканевая инженерия).

По сравнению с искусственными материалами-заменителями кости, такими как костный цемент, керамика из гидроксиапатита, или же материалом из бычьей кости, важнейшее достоинство аллогенных трансплантатов кости заключается в их способности к остеоиндуктивности и, частично, остеоиндуктивному действию [1, 6–8].

Материалы и методы исследования

После операции по удалению объемного новообразования нижней челюсти, подтвержденного ранее ПГИ, использовали для заполнения образовавшейся полости

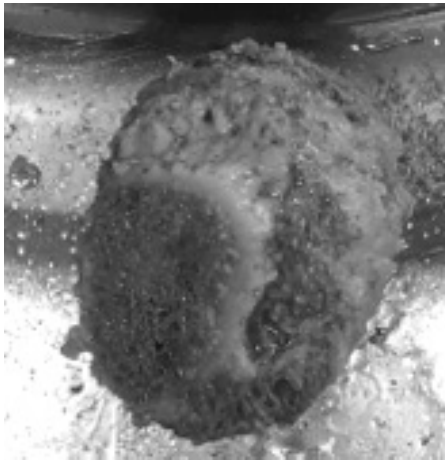


Рис. 5. Заготовленная ранее головка бедренной кости



Рис. 7. Аллокостный конгломерат готовый к трансплантации



Рис. 6. Измельчение твердой костной структуры

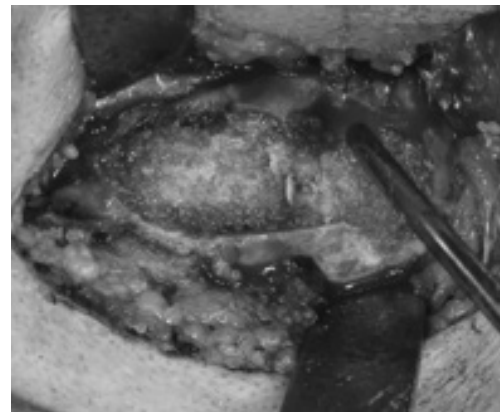


Рис. 8. Вид костной раны после трансплантации аллокостного материала головки бедренной кости

костную стружку полученную из губчатой кости, которую отбирали в процессе операции по замене тазобедренного сустава из проксимального тела бедренной кости, и стерилизовали либо дезинфицировали методами (γ -облучение, обработка НУК / этанолом, метод Tutoplast[®], автоклавирование при 121 °С, термодезинфекция при t 82,5 °С), предоставленную банком костной ткани ККБ№ 1.

Пациент К. 57 лет обратился за медицинской помощью с жалобами на хруст в области нижней челюсти слева, деформацию нижней челюсти, затрудненное открывание рта и прием пищи, онемение нижней губы и подбородка слева. Отмечал резкое появление вышеописанной симптоматики. Обследован клинически и рентгенологически. На рентгеновском снимке выявля-

но обширное объемное образование тела, угла нижней челюсти слева с поражением мышечкового и венечного отростка. (Рис. 1).

До выполнения ПГИ консультирован специалистами, рекомендована резекция пораженного участка нижней челюсти с реконструкцией аутокостным трансплантатом малоберцовой кости. После получения данных ПГИ — кератокиста, принято решение о выполнении открытого удаления новообразования нижней челюсти с одномоментной реконструкцией образовавшегося дефекта костной стружкой полученной из губчатой кости, которую отбирали в процессе операции по замене тазобедренного сустава из проксимального тела бедренной кости и предоставленную банком костной ткани ККБ№ 1 (Рис. 2).

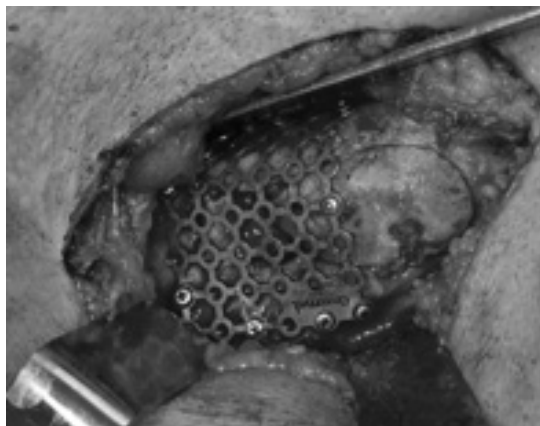


Рис. 9. Часть истонченной наружной кортикальной пластинки нижней челюсти уложена в область дефекта



Рис. 11. Рентгенограмма через 3 месяца после реконструктивного вмешательства

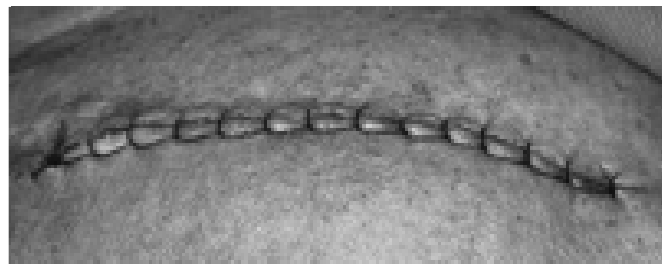


Рис. 10. Вид ушитой раны. Дренажирование раны не выполняли

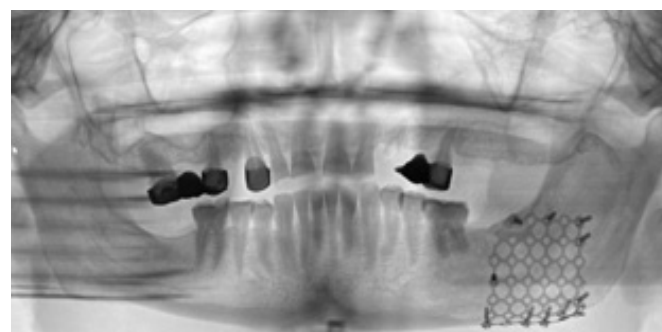


Рис. 12. Рентгенограмма через 6 месяцев после реконструктивного вмешательства

Результаты и обсуждение

Наружным доступом выполнено удаление новообразования. (Рис. 3).

После выделен и мобилизован сосудисто-нервный пучок (Рис. 4).

После ревизии всех карманов костной раны приступили к приготовлению костной алло стружки. (Рис. 5, 6, 7).

Для придания жесткости нижней челюсти в области зоны реконструкции уложена и фиксирована титановыми мини винтами титановая сетка.

Через 3 месяца клинических проявлений со стороны зоны оперативного вмешательства не наблюдалось.

Рентгенологически определялись признаки формирования губчатой костной ткани, края костного дефекта выражены умеренно с положительной тенденцией к формированию костного рисунка. В период наблюдения 6 месяцев, по сравнению с осмотром 3 месяца, было определено достоверное различие в костном рисунке на выполненных рентгенологических исследованиях, границы костной раны не определяются, костная архитектура в области реконструкции восстановлена в полном объеме.

Представленные результаты подтверждают возможность положительного применения для реконструкции образовавшегося дефекта нижней челюсти, костную стружку, полученную из губчатой кости, которую отбирали в процессе операции по замене тазобедренного сустава из проксимального тела бедренной кости обработанные и хранившиеся в условиях костного банка ККБ № 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернадский, Ю. И. Травматология и восстановительная хирургия челюстно-лицевой области. — М., 2003. — 456 с.
2. Клиническая оперативная челюстно-лицевая хирургия / В. Н. Балин [и др.]. — СПб., 1998. — 592 с.
3. Пластическая и реконструктивная хирургия лица / Под ред. А. Д. Пейпла; Пер. с англ. — М., 2007. — 951 с.
4. Соколов В.Н., Аветиков Д. С. Пластическая реконструктивно-восстановительная и косметическая хирургия: Рук-во для интернов и врачей. — М., 2004. — 342 с.
5. Тимофеев, А. А. Основы челюстно-лицевой хирургии: Учебное пособие / А. А. Тимофеев. — М., 2007. — 696 с.
6. Handschel, J. Nonvascularized iliac bone grafts for mandibular reconstruction — requirements and limitations / J. Handschel, H. Hassanyar; R. A. Depprich // In Vivo. — 2011. — Vol. 25 (5). — P. 795–799.
7. Тесевич Л.И., Горбачев Ф. А. Клинический опыт и хирургические аспекты пластического устранения костных дефектов с нарушением непрерывности нижней челюсти с использованием невазуляризованных аутотрансплантатов из гребня подвздошной кости // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2016. № 1. С. 84–102.
8. Иорданишвили А.К., Музыкин М. И., Шенгелия Е. В., Поплавский Д. В. Опыт применения современного отечественного остеорепаративного материала в хирургической стоматологии // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2016. № 1. С. 26–31.

© Дедиков Дмитрий Николаевич (avers_23@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДА РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕФЕКТОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАСКУЛЯРИЗИРОВАННОГО КОСТНОГО АУТОТРАНСПЛАНТАТА В СОЧЕТАНИИ С НЕТКАНЫМ ТИТАНОВЫМ МАТЕРИАЛОМ СО СКВОЗНОЙ ПОРИСТОСТЬЮ¹

CLINICAL EVALUATION OF THE METHOD OF RECONSTRUCTION OF MANDIBULAR DEFECTS USING VASCULARIZED BONE AUTOGRAFT IN COMBINATION WITH NON-WOVEN TITANIUM MATERIAL WITH THROUGH POROSITY

D. Dedikov

Summary. Surgical treatment of post-traumatic and post-operative defects of the lower jaw currently has a number of difficulties associated with either imperfection of artificial materials used for reconstruction, or with additional traumatization of anatomical formations when obtaining biological material for the reconstruction of the defect. However, at the moment there is no method that combines the positive aspects of materials of biological and artificial origin and does not change the physical characteristics of the donor zone.

Keywords: lower jaw, posttraumatic deformity, bioengineered composition, non-woven titanium material with through porosity, vascularized bone autograft.

Дедиков Дмитрий Николаевич

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Самара; главный врач, врач челюстно-лицевой хирург высшей категории, Научно-Практический Центр челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, «АВЕРС»
Краснодар
avers_23@mail.ru

Аннотация. Хирургическое лечение посттравматических и постоперационных дефектов нижней челюсти в настоящее время имеет ряд сложностей, связанных либо с несовершенством искусственных материалов, используемых для реконструкции, либо с дополнительной травматизацией анатомических образований при получении биологического материала для реконструкции дефекта. Однако на данный момент не существует метода, совмещающего в себе положительные стороны материалов биологического и искусственного происхождения и при этом не изменяя физические характеристики донорской зоны.

Ключевые слова: нижняя челюсть, посттравматическая деформация, биоинженерная композиция, нетканый титановый материал со сквозной пористостью, васкуляризованный костный ауто трансплантат.

Введение

С оглядкой на значительные успехи современной реконструктивной челюстно-лицевой хирургии, все же остается большая группа пациентов с дефектами верхней и нижней челюсти посттравматического, пострезекционного характера. По ряду причин они не могут получить качественную и своевременную реконструкцию дефектов с окончательной реабилитацией утраченных участков как костных, так и мягкотканых. Изменения в зоне реконструкции, неудачи при ранее выполняемых попытках реконструкции, сопутствующая соматическая патология и недостаточное количество или вообще отсутствие биологического пластического материала необходимого для реконструкции, уродующие

деформации лица негативно влияют и на психо-эмоциональное состояние пациента навели нас на мысль о создании метода реконструкции дефектов костей лицевого скелета при помощи васкуляризованного костного ауто трансплантата в сочетании с нетканым титановым материалом со сквозной пористостью [1–3].

В основе метода лечения лежит возможность совместного использования материалов не биологического (нетканый титановый материал) и биологического происхождения (ткани пациента) [4–6]. Возможность формировать каркас любой формы, протяженности, придать первичную плотность и стабильность формы будущей биоинженерной композиции. Изучение вопроса взаимодействия материалов в процессе подготовки

¹ Исследования на пациентах были одобрены комитетом по этике и проводились в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации. В ходе работы получены информированные согласия лиц, включенных в исследование.

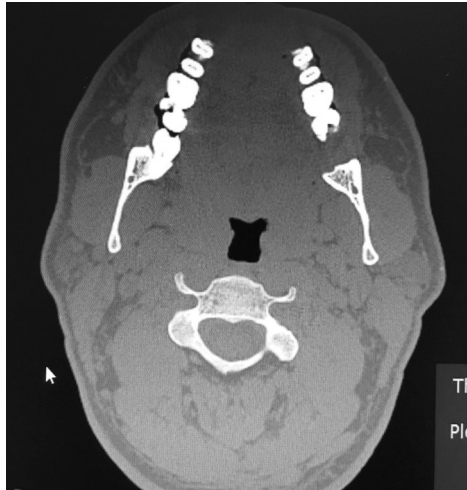


Рис. 1. Дефекты нижней и верхней челюсти перед началом лечения

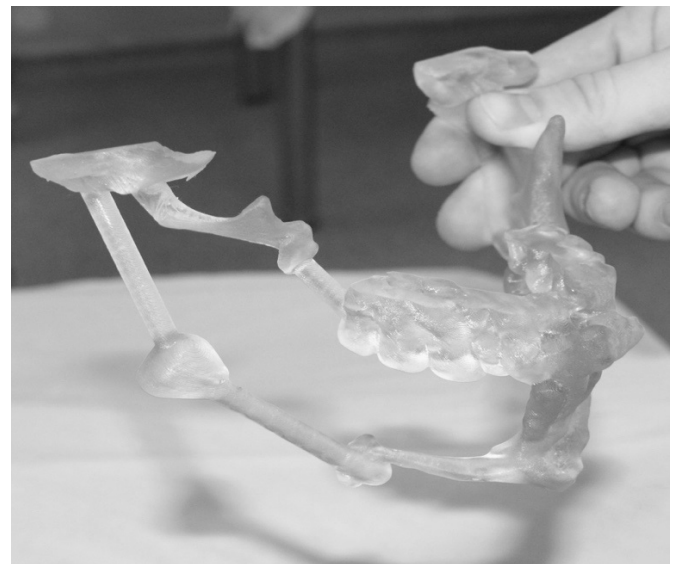


Рис. 2. 3-D модели дефектов челюсти

к исследованию показывала возможность успешного использования их, что в последствии и подтвердили результаты клинических исследований [7, 8].

Цель исследования

Предложить и обосновать метод реконструкции дефектов нижней челюсти с использованием васкуляризованного аутотрансплантата в сочетании с нетканым титановым материалом со сквозной пористостью.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ лечения посттравматических деформаций нижней челюсти у 100 пациентов за период

с 2010 по 2019 гг. 30 человек составляли основную группу и 70 контрольную. Среди них 76 мужчин и 24 женщины в возрасте от 18 до 72 лет. Оперативные вмешательства по реконструкции дефектов нижней челюсти выполнены непосредственно сразу после травмы и 5 лет после. Размеры замещенных дефектов нижней челюсти варьировали от 1–10 см.

Исследование проводилось на базе отделения челюстно-лицевой хирургии Научно-исследовательского института Краевой Клинической больницы № 1, г. Краснодар и отделения челюстно-лицевой хирургии кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Самарского Государственного Медицинского Университета г. Самара.



Рис. 3. Фреза для забора костной стружки оригинальной модели)



Рис. 4. Техника забора костной стружки



Рис. 5. Rg-контроль положения заготовки БИК

Работа одобрена этическим комитетом Самарского Государственного Медицинского Университета. Перед началом лечения по нашему методу, всеми пациентами подписано собственноручно согласие на лечение по новому методу. Сравнительная оценка инновационного метода выполнялась на группах пациентов, лечение которых выполнялось известными до последнего времени стандартными методами (реконструкция дефектов челюстей титановыми, реконструктивными пластинами, свободными костными ауто трансплантатами и костными ауто трансплантатами на сосудистой ножке). Для анализа приняты в работу 100 человек, из них 30 человек пролечены при помощи титановых реконструктивных пластин, 20 пациентам реконструкция выполнялась свободным костным ауто трансплантатом и у 20 пациентов костным ауто трансплантатом на сосудистой ножке. Эти пациенты составляли группу контроля. В основной группе реконструкция дефектов челюстей выполнялась 30 пациентам с применением биоинженерных композиций.

Модель рассматриваемой методики реконструкции дефектов челюстей следующая.

Перед началом лечения выполнялась оценка соматического здоровья, оценка дефекта челюстей. Выполняли КТ костей лицевого скелета. (Рис. 1)

По результатам сканирования получали цифровую модель недостающего участка челюсти. При помощи 3-Д принтера делали модель утраченного участка. (Рис. 2)

Далее методом холодного прессования изготавливали 3-х мерный каркас будущей биоинженерной композиции.

Каркас стерилизовали общепринятыми методами доступными в стационарных условиях.

Областью, для подсадки каркаса будущей биоинженерной композиции выбрали ткани передней брюшной

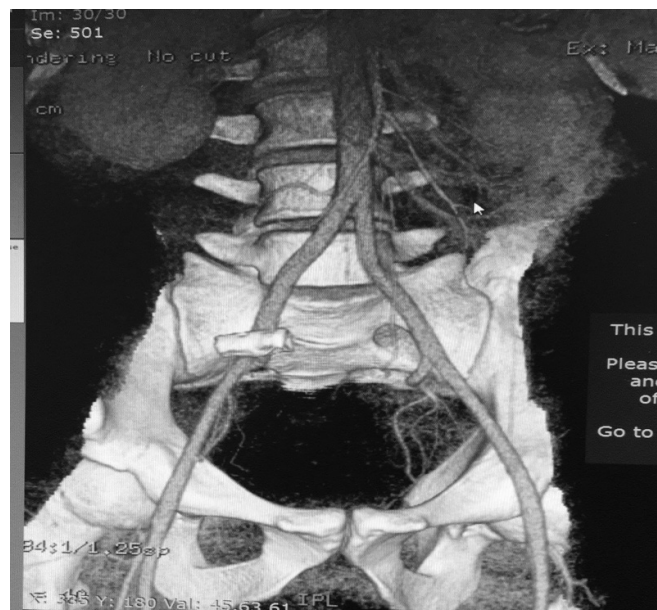


Рис. 6. КТ картина положения БИК перед вторым этапом лечения

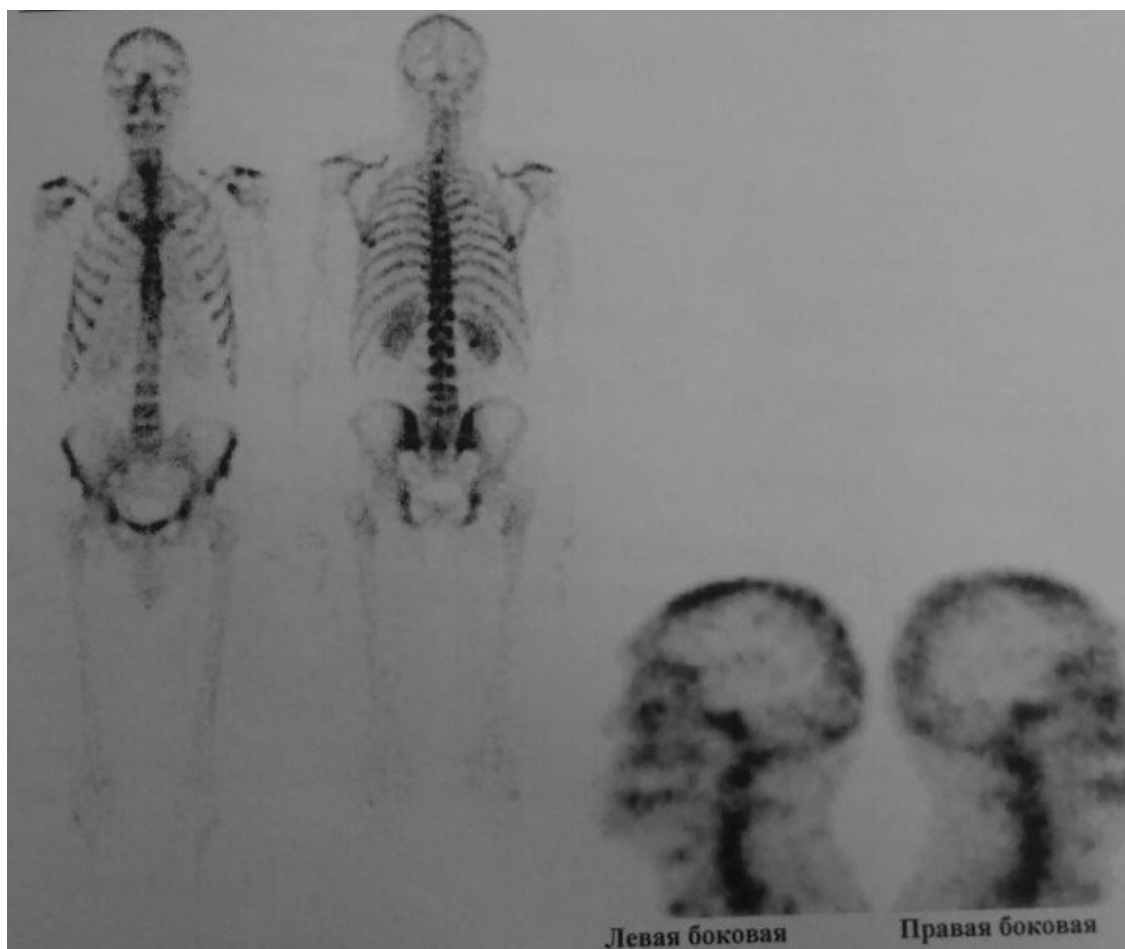


Рис. 7. Сцинтиграфия две недели после оперативного лечения (подсадки БИК)



Рис. 8. Предоперационная разметка осевых сосудов перед забором БИК)

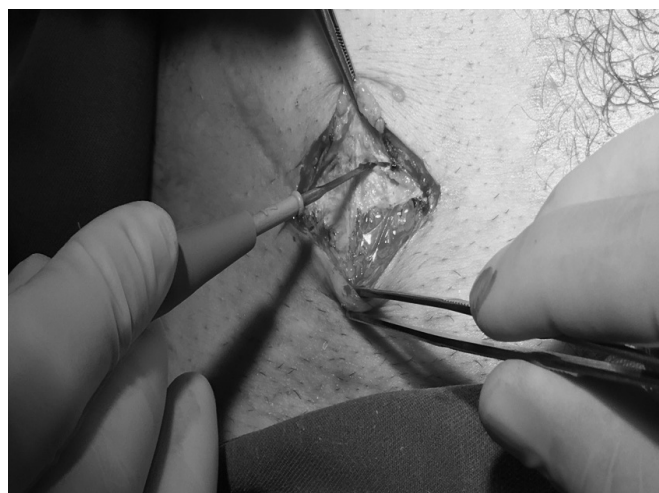


Рис. 9. Этапы формирования надчревного лоскута в составе БИК

стенки, так как они полностью отвечали поставленным задачам — большой массив мягких тканей, хорошее кровоснабжение, простота забора биоинженерной композиции после ее созревания, малотравматичность операционных мероприятий, доступность для межоперационных диагностических мероприятий наблюдения и минимальные ограничения пациента в межоперационном периоде. Немаловажным аспектом в выборе материнского ложа послужила зона забора костной стружки фрезой собственной конструкции. (Рис. 3)

Костную стружку мы забирали из гребня и крыла подвздошной кости со стороны подсадки. Использовали

один доступ для получения костной стружки и подсадки заготовки биоинженерной композиции. (Рис. 4)

Сосудистой ножкой для питания и возможного забора при пересадке в перспективе выбраны надчревные сосуды. Зрелая биоинженерная композиция предусматривает ее аутотрансплантацию как на сосудистой ножке, так и без нее, о чем свидетельствуют полученные клинические результаты реконструкций.

Заготовку композиции подсаживали в толщу прямой мышцы живота, предварительно сформировав тоннель, подходящий по размеру. Рану ушивали стан-



Рис. 10. БИК без мягкотканого компонента, ткани по плотности и структуре повторяют свойства кости

дартно, в соответствии общепринятым хирургическим правилам.

Пациент на этапе постоперационного наблюдения получал противовоспалительную терапию, проводились мероприятия по профилактике болевого синдрома, ежедневные перевязки. Rg- контроль положения композиции выполняли два раза в 4 месяца. (Рис. 5)

КТ-сканирование выполняли в период подготовки к заключительному этапу аутотрансплантации. (Рис. 6)

Для контроля процессов созревания, прорастания сосудистой сетью и для понимания готовности биоинженерной композиции к аутотрансплантации мы выполняли с периодичностью один раз в 30 дней радиоизотопный контроль (сцинтиграфию), при получении кровотока не менее 50% считали возможным выполнение аутотрансплантации (Рис. 7).

После предоперационной подготовки по общепринятым стандартам приступали ко второму хирургическому этапу реконструкции дефекта челюсти.

Доступ выполняли по стандарту забора надчревной лоскута передней брюшной стенки, который используется широко в пластической хирургии для реконструкции тканей после резекции груди у женщин, предварительно получив данные УЗИ с расположением осевых сосудов, использование которых планировалось при трансплантации (Рис. 8)

Лоскут забирали полнотканым, в состав включали-кожу, ПЖК, поверхностную фасцию, участок прямой мышцы живота окружающий биоинженерную композицию и участок надчревной вены и артерии для обеспечения питания массива тканей в реципиентной зоне. (Рис. 9)

Трансплантация биоинженерной композиции, созревшей по нашему методу, предусматривает и возможность забора и пересадки без массива тканей и сосудистой ножки. Но использование трансплантата без сосудистой ножки возможно только для реконструкции не больших дефектов не более 3 см, при реконструкции более протяженных дефектов мы получали резорбцию до 0,5 см. в местах костного контакта БИК-кость (Рис. 10).

Работа выполнялась двумя бригадами, параллельно выполнялся забор биоинженерной композиции в донорской зоне и готовили принимающее ложе в зоне реконструкции. (Рис. 11).

Сложная биоинженерная композиция переносилась в зону реконструкции накладывали сосудистый шов конец в конец между надчревыми и лицевыми артерией и веной. Проверялся кровоток.

Фиксировали БИК к краям костной раны при помощи титановых мини пластин и мини винтов, стандартно, в соответствии с принципами МОС. Ран ушивали стандартно, послойно. Дренировали активным выпускником по Редону. Асептическая повязка менялась каждый день,



Рис. 11. Подготовка принимающего ложа в области дефекта нижней челюсти



Рис. 12. Окончательный вид хирургической и ортопедической реабилитации

швы снимали на 10–12 сутки. Из общей терапии антибиотикопрофилактика в условиях операционной, десенсибилизирующая терапия, антикоагулянты в профилактических дозах, профилактика болевых синдромов.

Результаты и обсуждение

Обобщая полученный опыт в результате использования нашего метода в клинической практике, мы получили положительные, полностью соответствующие предоперационному плану результаты в 29 случаях из 30 проведенных. 2 пациентам из контрольной группы вы-

полнена ортопедическая реабилитация с использованием дентальных имплантатов и протезирование утраченных зубов циркониевыми коронками. (Рис. 12)

В 17 случаях ортопедической реабилитации проводились полными съёмными и бюгельными протезами. В 10 случаях протезирование утраченных зубов в результате поражения челюстей не производилось.

Имеющийся, один случай, неудовлетворительной реконструкции связан с тромбированием приводящих сосудов многослойного аутоотрансплантата, несвоевре-

менным обнаружением тромбоза отводящих вен, что, по нашему мнению, и привело к некрозу и повторному оперативному пособию по удалению омертвевших тканей.

Проводя сравнительный анализ с общепринятыми методами реконструкций дефектов нижней челюсти (титановые реконструктивные пластины, свободные костные аутоотрансплантаты, аутоотрансплантаты на сосудистой ножке) и нашим методом, очевидно появляются множество положительных аспектов метода реконструкции дефектов нижней челюсти костным аутоотрансплантатом в сочетании с нетканым титановым материалом со сквозной пористостью:

- ◆ полностью сходный костный материал с организмом пациента;
- ◆ возможность задать трансплантату любую форму и размер;
- ◆ возможность использования как с питающей ножкой, так и без нее;
- ◆ возможность использования со значительным объемом мягких тканей;
- ◆ возможность дентальной имплантации;
- ◆ исключение инвалидизации пациента;
- ◆ возможность многократного использования зоны созревания трансплантата.

Метод реконструкции дефектов нижней челюсти с использованием костного аутоотрансплантата в сочетании с нетканым титановым материалом со сквозной

пористостью внедрен в клиническую практику в ряде крупных ЛПУ, зарекомендовал себя как универсальный и достаточно в использовании. Клинические наблюдения имеют уже более чем 4-х летний опыт.

Сравнительный анализ выполненных реконструктивных вмешательств по поводу дефектов нижней челюсти при помощи реконструктивных титановых пластин, свободных костных аутоотрансплантатов, васкуляризованных костных аутоотрансплантатов и предложенного метода реконструкции при помощи васкуляризованного костного аутоотрансплантата в сочетании с нетканым титановым материалом показал преимущества нашего способа. При использовании нашего метода удалось достичь полного анатомического сходства с утраченным участком нижней челюсти, технология позволяет получить биоинженерную композицию по структуре, полностью повторяющей костную ткань человека, возможность дентальной реабилитации в поликлинических условиях, полная консолидация краев костных ран, не требует забора костных аутоотрансплантатов из других областей и как следствие травмирования или снижения физических характеристик используемых для этих целей костей.

Предложенная нами методика замещения дефектов челюстей с использованием васкуляризованного костного аутоотрансплантата в сочетании с нетканым титановым материалом может использоваться в клинической практике как альтернатива при выборе метода реконструкции как более простая и менее травматичная.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хирургическая стоматология и челюстно-лицевая хирургия. Национальное руководство / под ред. А. А. Кулакова, Т. Г. Робустовой, А. И. Неробеева. — М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 928 с.
2. Калакуцкий Н. В. Костная пластика нижней челюсти васкуляризованными аутоотрансплантатами: автореф. дисс. . . д-ра мед. наук. — СПб., 2004. — 31 с.
3. Байриков И. М., Дедиков Д. Н., Рябов К. Н., Ким Ю. Д. Новый метод замещения дефектов нижней челюсти // Национальный конгресс с международным участием «Паринские чтения 2018», 3–4 мая 2018 г. Республика Беларусь. — Минск: Изд-во БГУ. — С. 201–204.
4. Неробеев А. И. Челюстно-лицевая хирургия: Национальное руководство; Глава 17. Принципы восстановления тканей лица. — М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2019. — С. 542–565.
5. Тесевиц Л. И., Горбачев Ф. А. Клинический опыт и хирургические аспекты пластического устранения костных дефектов с нарушением непрерывности нижней челюсти с использованием не васкуляризованных аутоотрансплантатов из гребня подвздошной кости // Современная стоматология. 2018. № 1 (70). С. 25–33.
6. Байриков И. М. Особенности остеоинтеграции нетканого титанового материала со сквозной пористостью (экспериментальное обоснование) // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6 [Электронный ресурс]: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25971> (дата обращения: 04.18.2020).
7. Байриков И. М., Дедиков Д. Н. Обоснование выбора надчревного лоскута в создании биоинженерной композиции для реконструкции сложных дефектов нижней челюсти // Институт стоматологии. — 2016. — № 1–2. — С. 144–149.

© Дедиков Дмитрий Николаевич (avers_23@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОГО ИММУНОДЕФИЦИТА У ДЕТЕЙ¹

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN RUSSIAN HEALTHCARE INSTITUTIONS TO DETECT PRIMARY IMMUNODEFICIENCY IN CHILDREN

**E. Zaitseva
L. Voronina
S. Deryabina**

Summary. The article examines the general state of the use of digital technologies in Russian healthcare institutions, the use of digital technologies in molecular genetic research, including for the detection of primary immunodeficiency in children. The authors prove that the use of digital technologies for diagnostics and timely molecular genetic verification of the diagnosis is of applied practical importance, since allows to accelerate the planning and implementation of radical therapy methods for the complete cure of patients with primary immunodeficiency. Also, carrying out molecular genetic studies using digital technologies in patients with primary immunodeficiency allows discovering new variants of nucleotide changes in DNA, accumulating data on the genetic heterogeneity of primary forms of immunodeficiency, and expanding general knowledge in the field of immunogenetics.

Keywords: digital technologies, primary immunodeficiency, molecular genetic research, patients.

Зайцева Екатерина Васильевна

*К.с.н., доцент, Уральский федеральный университет
(Екатеринбург)
e.v.zaitceva@urfu.ru*

Воронина Людмила Ивановна

*К.с.н., доцент, Уральский федеральный университет
(Екатеринбург)
voronina_612@outlook.com*

Дерябина Светлана Степановна

*К.б.н., Клинико-диагностический центр «Охрана
здоровья матери и ребенка» (Екатеринбург); н.с.,
Институт иммунологии и физиологии УрО РАН; н.с.,
Уральский федеральный университет (Екатеринбург)
ssderyabina@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматривается общее состояние применения цифровых технологий в российских учреждениях здравоохранения, в молекулярно-генетических исследованиях, и в том числе для выявления первичного иммунодефицита у детей. Авторы доказывают, что подобный подход имеет прикладное практическое значение для диагностики и своевременной молекулярно-генетической верификации диагноза, т.к. позволяет ускорить планирование и реализацию радикальных методов терапии для полного излечения пациентов с первичными иммунодефицитами. Проведение молекулярно-генетических исследований с применением цифровых технологий у пациентов с первичным иммунодефицитом позволяет также открывать новые варианты нуклеотидных изменений ДНК, накапливать данные о генетической гетерогенности первичных форм иммунодефицитов, расширять общие знания в области иммуногенетики.

Ключевые слова: цифровые технологии, первичный иммунодефицит, молекулярно-генетические исследования, пациенты.

Тема применения цифровых технологий (искусственного интеллекта, Big Data и др.) в здравоохранении активно обсуждается как теоретиками, так и практиками. Все сходятся во мнении, что благодаря этим технологиям повышается качество медицинского обслуживания, повышается точность диагностики. Дискуссии развиваются по нескольким направлениям: применение искусственного интеллекта как инструмента поддержки в принятии решений по диагности-

ке различных заболеваний (Ш.Х. Ганцев, М.В. Франц); эффективность использования такой разновидности технологий искусственного интеллекта, как консультативные интеллектуальные медицинские системы (Б.А. Кобринский); развитие технологий искусственного интеллекта будущими врачами (К. Paranjare, M. Schinkel, R. Nannan, P. Nanayakkara); совершенствование технологий «BIG DATA» в медицине (Н.С. Карнаухова, Р.Г. Ильюхин), в том числе технологий секвенирования нового

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18–29–14059 «Правовые и этические аспекты технологий геномных исследований при врожденных ошибках иммунитета».

поколения (A. Tarasov, A. J. Vilella, E. Cuppen, I. J. Nijman, P. Prins). В то же время весьма мало исследований, посвященных использованию цифровых технологий в молекулярно-генетических исследованиях, проводимых при диагностике первичных иммунодефицитов у детей (И. А. Тузанкина, С. С. Дерябина, М. А. Болков). Данное обстоятельство подтверждает актуальность темы, заявленной в настоящей статье. Цель исследования, результаты которого представлены в статье,— изучение применения цифровых технологий в отечественных учреждениях здравоохранения.

Россия активно осваивает цифровые технологии и внедряет их в различные сферы деятельности, включая здравоохранение. В публичной декларации приоритетных направлений, заявленных на 2020 г. Министерством здравоохранения РФ, предполагается применять их для совершенствования управленческой деятельности путем обмена электронными документами на базе Единой государственной информационной системы, подключить медицинские организации к подсистемам централизованных государственных информационных систем (см. Публичная декларация приоритетных направлений деятельности министерства здравоохранения Российской Федерации на 2020 год). Ожидается, что применение этих новейших технологий позволит сделать более совершенным статистический учет заболеваемости и смертности, повысить оперативность в принятии управленческих решений на основе достоверных клинических и лабораторных данных, улучшить качество и доступность медицинской помощи, прежде всего высокотехнологичной.

Понятие «цифровые технологии в здравоохранении», безусловно, собирательное. В данном случае предполагается, что используются технологии, основанные на искусственном интеллекте, к возможностям которого относятся распознавание изображений, речи, перевод с одного языка на другой, выбор диагностического направления по имеющимся алгоритмам или решение задач, для которых не существует алгоритмов, но есть гарантия получения достоверных результатов. Безусловно, что возможности применения этих технологий активно изучаются не только для управления в здравоохранении, но и для диагностики некоторых заболеваний [2], для определения тактики лечения, например, в инвазивной хирургии [11].

Искусственный интеллект применяется в консультативных интеллектуальных системах, что позволяет диагностировать множество нозологических единиц. Так, база знаний ЭС INTERNIST-I/CADUCEUS (научно-медицинская экспертная система) [8] содержит информацию о более чем 500 терапевтических заболеваниях [4]. В интернете появляются публикации о том, что между-

народные компании активно продвигают свои проекты по использованию искусственного интеллекта в диагностике. Так, Google планирует собирать сотни различных образцов генетического материала добровольцев, проанализировать информацию с помощью вычислительных мощностей своих компьютерных систем для выявления биомаркеров и индикаторов определенного заболевания (Baseline — новый проект Google по созданию генетически-молекулярной карты полностью здорового человека).

Версия Deep Variant, предназначенная для анализа генетических данных, пока считается самой точной, позволяющей назначать наиболее эффективное лечение [11]. В профессиональном сообществе клинических генетиков большую популярность имеет приложение Face2Gene — сертифицированная программа, основанная на «глубинном обучении» и «искусственном интеллекте», при помощи которой загруженные фото пациентов сравниваются с собранными в единую базу данных сотен лиц пациентов с редкими генетическими болезнями для обнаружения ключевых дисморфологических особенностей, поиска ассоциаций «фенотип-генотип» и помощи в постановке диагноза. Приложение позволяет осуществлять совместное рассмотрение кейсов медицинскими специалистами и выработки оптимальных алгоритмов для решения возникающих диагностических дилемм. Разработчики, однако, подчеркивают, что данное ПО является только инструментом для поиска нужной информации и выбора направления исследования, и не предназначено для замены очного медико-генетического консультирования, и тем более, выполнения самодиагностики и назначения самолечения.

Также к цифровым технологиям, используемым в здравоохранении, относятся технологии Big Data. Впрочем, это понятие тоже собирательное и охватывает множество подходов и технологий. Особые надежды практики возлагают на применение технологий Big Data для анализа молекулярных данных, получаемых путем изучения структуры молекул ДНК, молекул РНК, белковых молекул, взаимодействия клеточных метаболитов. Ожидаемый результат — это скорость генерации информации, ее обработки, эффективного анализа полученных данных. Возможность обработки больших данных позволила разработать технологии секвенирования нового поколения [13], которые называют революционными из-за высокой скорости секвенирования генома и транскриптома, а также получения высокой экономической эффективности и производительности труда специалистов клинической и лабораторной генетики [12].

Современные подходы в анализе и интерпретации данных молекулярно-генетических исследований в диагностике врожденных ошибок иммунитета также пред-

полагают использование технологии искусственного интеллекта. В частности, появившаяся несколько лет назад и уверенно занявшая передовые позиции в данной области технология NGS (next generation sequences) столкнулась не только с техническими проблемами, но и с проблемой хранения огромных объемов получаемых сырых данных и файлов FASTQ (кодированная текстовая информация, описывающая биологическую последовательность) и нехваткой вычислительных мощностей для их корректного и быстрого анализа, а также со сложностью в интерпретации полученных данных для принятия врачебного решения [1]. Патогенные и вероятно патогенные варианты в основном уже отражены в существующих международных базах данных: Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM), The Human Gene Mutation Database (HGMD), ClinVar, The Genome Aggregation Database (gnomAD). Однако необходимо понимать, что генетика и молекулярная биология являются сегодня едва ли не самыми быстроразвивающимися областями науки, и обновление их научных данных происходит практически ежедневно, чего нельзя сказать о бесплатных электронных ресурсах, связанных с ними, которые добавляют или изменяют свои данные не чаще одного раза в два–три года. Доступ же к платным базам этих зарубежных компаний (обновляемым на постоянной основе), как правило, отсутствует в большинстве российских клиник и институтов.

Проблема усугубляется тем, что имеющиеся международные базы данных слабо применимы к некоторым российским популяциям, а собственная БД по генетическим вариантам существует в виде фрагментарных и разрозненных результатов исследований отдельных научных институтов. Кроме того, зачастую сырые данные демонстрируют генетические варианты, которые ранее не были описаны в мире и выявлены у пациента впервые. Как определить, патогенны они для организма или безвредны? Ключевым критерием для клинической интерпретации патогенности-доброкачественности рассматривают частоту варианта в общей популяции: при частоте аллели выше ожидаемой для заболевания аргумент считается в пользу не патогенности варианта [5]. В таких случаях возможно проведение экспериментов по функциональному анализу, и существуют специальные лаборатории функциональной геномики, использующие современные подходы для исследования белок-белковых взаимодействий, изучения локализации белка и анализа сплайсинга на модельных животных или культурах клеток. Для каждого такого варианта разрабатывается свой уникальный дизайн эксперимента, помогающий определить патогенность исследуемого изменения ДНК. Однако такие лаборатории, как правило, единичные, и не в состоянии справиться с всевозрастающим потоком «генетического бума». И тогда на помощь специалистам приходят биоинформатические инстру-

менты: Alamut, Mutation Taster, Polyphen2, SIFT и др. [7, 10]. Это своего рода программы-предикторы, на основании математических расчетов предсказывающие эффект, который может оказать исследуемый генетический вариант на организм человека.

Подобного рода находки могут встречаться даже при использовании традиционных методов молекулярно-генетической диагностики. Так, в лаборатории молекулярной диагностики КДЦ «Охрана здоровья матери и ребенка» (г. Екатеринбург) отсутствует технология NGS, и поиск генетических причин развития иммунозависимой патологии проводится традиционными доступными методами: мультиплексная лигазозависимая амплификация проб (MLPA), технология VACs-on-Beads, ПЦР (полимеразная цепная реакция) в режиме реального времени, таргетное секвенирование генов-кандидатов, однако обнаружение новых, неописанных ранее вариантов, за последние три года перестало быть редкостью. Особенно богатым на подобный «улов» можно назвать заболевание из группы ПИД-Х-сцепленную агаммаглобулинемию. Всего в гене брутонтирозинкиназы (ВТК), ассоциированном с расстройством гуморального иммунитета вследствие полного или частичного отсутствия В-клеток, известно более 500 различных вариантов, включающих единичные замены нуклеотидов, дефекты сайтов сплайсинга, а также короткие делеции и инсерции.

В зарубежных исследованиях нередко рассматриваются вопросы прогнозирования клинических проявлений в отношении корреляции генотип-фенотип с указанием того, что некоторые из мутаций могут вызывать более высокую степень нарушения гуморального иммунитета и раннюю манифестацию заболевания, однако интерпретация ранее неописанных вариантов и прогноз их влияния на здоровье пациента все еще вызывают затруднения. За годы работы 11 пациентов с дефицитом В-клеточного звена были направлены иммунологами Екатеринбурга и Челябинска на исследование по поводу Х-сцепленной агаммаглобулинемии. Молекулярно-генетическое подтверждение диагноза получили семь детей. Выявленные в лаборатории методом таргетного секвенирования кодирующей части гена варианты, приведшие к развитию патологии, включали в себя как делеции (от участков в несколько нуклеотидов до протяженных, включающих целые экзоны), так и миссенс-нонсенс мутации. При этом почти половина находок — 3 варианта из детектированных 7 (делеция 13-ти нуклеотидов во втором экзоне [9] и две инсерции аденина в 929 и 1052 положении комплементарной ДНК — кДНК) — совершенно новые, не описанные ранее изменения нуклеотидной последовательности гена ВТК. Характер наследования и алгоритмы предсказания патогенности данных вариантов (Mutation Taster,

PolyPhen2.0., SIFT) позволяют сделать выводы об их каузативном значении.

Несомненно, в отсутствие экспериментальных данных по изучению трансгенных организмов с изучаемой мутацией существующие базы данных и программные продукты полезны для более полного анализа данных, уточнения свойств транскрипта, местоположения гена и предсказания патогенности, однако автоматическое использование только предикторов генетического эффекта может приводить как к ложноположительным, так и к ложноотрицательным результатам. Важно помнить, что только тщательно собранный семейный анамнез, строгие критерии отбора вариантов, сопоставление каждого из них с описанием фенотипа пациента, использование достаточно крупной выборки позволят сделать обоснованные выводы о патогенности неизвестных мутаций.

И все же применение цифровых технологий позволяет значительно обогащать собственные базы данных и самостоятельно проводить анализ корреляции «генотип-фенотип» при выявлении новых локусов ген-

ных ошибок. Это также способствует более глубокому пониманию патофизиологии болезни и индивидуальному подходу к выбору методов паллиативной или радикальной терапии, и в конечном итоге увеличивает вероятность благоприятного прогноза для каждого конкретного пациента [6]. Таким образом, интегральный показатель результативности применения различных технологий искусственного интеллекта — это, конечно, улучшение качества медицинских услуг. И все же, при всей значимости применения технологий искусственного интеллекта, ведущими остаются такие компетенции специалистов-медиков, как умение анализировать информацию, интерпретировать результаты, взаимодействовать с пациентами. Практика деятельности научной группы под руководством И. А. Тузанкиной еще раз подтверждает вывод о том, что использование «цифрового разума» для ускорения аннотирования генетических данных и анализа генного полиморфизма в диагностике наследственных заболеваний при всей его потенциальной мощности все же отдает главенствующую роль в этой области науки естественному человеческому интеллекту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бархатов И.М., Предеус А. В., Чухловин А. Б. Секвенирование нового поколения и области его применения в онкогематологии // Онкогематология. 2016. № 4. С. 56–63.
2. Ганцев Ш.Х., Франц М. В. Искусственный интеллект как инструмент поддержки в принятии решений по диагностике онкологических заболеваний // Медицинский вестник Башкортостана. 2018. Т. 13. № 4 (76). С. 67–71.
3. Карнаузов Н.С., Ильяхин Р.Г. Возможности технологий «BIG DATA» в медицине // Врач и информационные технологии. 2019. № 1. С. 59–63.
4. Кобринский Б. А. Консультативные интеллектуальные медицинские системы: классификации, принципы построения, эффективность // Врач и информационные технологии. 2008. № 2. С. 38–47.
5. Рыжкова О.П., Кардымон О. Л., Прохорчук Е. Б., Коновалов Ф. А., Масленников А. Б., Степанов В. А., Афанасьев А. А., Захлязьминская Е. В., Костарева А. А., Павлов А. Е., Голубенко М. В., Поляков А. В., Куцев С. И. Руководство по интерпретации данных, полученных методами массового параллельного секвенирования (MPS) // Медицинская генетика. 2017. № 16 (7). С. 4–17.
6. Тузанкина И. А. Дерябина С. С., Болков М. А. Первичные иммунодефициты в раннем возрасте. Москва: РАН, 2018. 176 с.
7. Adzhubei I., Jordan D. M., Sunyaev S. R. Predicting functional effect of human missense mutations using PolyPhen-2 // Current protocols in human genetics. 2013. Т. 76. № 1. P. 7.20.1–7.20.41.
8. Banks G. Artificial intelligence in medical diagnosis: the INTERNIST/CADUCEUS approach // Critical reviews in medical informatics. 1986. Т. 1. № 1. С. 23–54.
9. Deryabina S., Tuzankina, I., Vlasova E., Pavlova A., Bolkov M. A. Novel Bruton's Tyro-sine Kinase Mutation in Russian Patient with X-Linked Agammaglobulinemia // Case Reports in Clinical Medicine. 2017. № 6. P. 241–249.
10. Kumar P., Henikoff S., Ng P. C. Predicting the effects of coding non-synonymous variants on protein function using the SIFT algorithm // Nature protocols. 2009. Т. 4. № 7. С. 1073–1081.
11. Paranjape K., Schinkel M., Nannan R., Nanayakkara P. Introducing Artificial Intelligence Training in Medical Education // JMIR Medical Education. 2019. Vol. 5. Issue 2. P. e16048.
12. Tarasov A., Vilella A. J., Cuppen E., Nijman I. J., Prins P. Sambamba: fast processing of NGS alignment formats // Bioinformatics. 2015. Vol. 31. Issue 12. P. 2032–2034.
13. Zaitseva E., Bolkov M., Tuzankina I. Application of genomic research technologies for innate immunity errors // 6th International Multidisciplinary Scientific Conference SOCIAL SCIENCES & ARTS SGEM 2019. Conference Proceeding. Volume 6. Science and Society. Issue 3. Education and Educational research. Albena: STEF92 Technology Ltd., 2019. P. 393–400.

© Зайцева Екатерина Васильевна (e.v.zaitceva@urfu.ru),

Воронина Людмила Ивановна (voronina_612@outlook.com), Дерябина Светлана Степановна (ssderyabina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАННИЙ ПОСТГАСТРОРЕЗЕКЦИОННЫЙ СИНДРОМ

EARLY POSTGASTRECTOMY SYNDROME

A. Zorkin

Summary. The article considers the course of the early postoperative period after performing distal gastrectomy in complicated chronic gastroduodenal ulcers in 84 patients. The frequency and duration of maintaining the symptom complex of organ lesion of the operated stomach, designated as early postgastrectomy syndrome (EPGES), are considered. It is noted that at an incidence rate of about 70%, these clinical manifestations are non-specific and statistically significantly more common after gastrectomy performed by one of the modifications of Billroth-2 than Billroth-1. The duration of EPGES is more than 5 days, and the severe course requires the exclusion of postoperative complications in order to perform a timely repeated surgical intervention.

Keywords: gastroduodenal peptic ulcer, surgical treatment, gastrectomy, postgastrectomy diseases.

Зорькин Алексей Александрович

К.м.н., доцент, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский
государственный университет»
az_99@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы течения раннего послеоперационного периода после выполнения дистальной резекции желудка по поводу осложнений хронических гастродуоденальных язв у 84 пациентов. Рассмотрена частота и длительность сохранения симптомокомплекса органного поражения оперированного желудка, обозначенного, как ранний постгастрорезекционный синдром (РПГРС). Отмечено, что при частоте возникновения около 70%, данные клинические проявления неспецифичны и статистически значимо чаще встречаются после резекции желудка, выполненной по одной из модификаций Бильрот-2, чем по Бильрот-1. Длительность РПГРС более 5 суток, и тяжелое течение требует исключения послеоперационных осложнений для выполнения своевременного повторного оперативного вмешательства.

Ключевые слова: язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, хирургическое лечение, резекция желудка, болезни оперированного желудка.

Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки является одной из доминирующих патологий желудочно-кишечного тракта с распространенностью до 15% среди взрослой популяции [5, 9, 16]. Несмотря на успехи современной терапевтической гастроэнтерологии, частота рецидивов сохраняется на высоком уровне, при этом более, чем у половины пациентов развиваются осложнения, требующие хирургической коррекции [1, 2, 3, 12, 16]. Среди различных методов оперативного лечения осложненных гастродуоденальных язв многие хирурги считают операцией выбора резекцию желудка [2, 3, 4, 6, 8, 12, 18, 19], хотя она сопровождается более высокими частотой осложнений и летальностью [1, 2, 6, 8, 12, 18, 20] в сравнении с органосохраняющими вмешательствами.

Постгастрорезекционные нарушения как группа синдромов (ПГРС) хорошо знакомы большинству практикующих врачей, работающих в области хирургической и терапевтической гастроэнтерологии. Этой проблеме посвящено множество работ, подробно раскрывающих причины, патогенетические механизмы, клинические проявления различных видов ПГРС, описаны разнообразные методики его коррекции [5, 7, 8, 16, 19, 20]. ПГРС, включенные в общепринятую классификацию, как правило характерны для позднего послеоперационного периода и диагностируются в различные сроки после выписки больного из стационара [7]. Из ранних осложне-

ний наибольшее внимание уделяется несостоятельности швов и кровотечению в просвет желудочно-кишечного тракта в области анастомоза, а другие менее грозные симптомы чаще относят за счет послеоперационного пареза кишечника [3, 7, 8, 10, 12, 18].

Цель исследования

Изучить ряд болезненных проявлений в раннем послеоперационном периоде, связанных с радикальными операциями по поводу перфоративных и кровоточащих хронических язв желудка и двенадцатиперстной кишки.

Материалы и методы

В проспективное исследование включены 84 выздоровевших пациента, которые перенесли дистальные резекции желудка в различных модификациях, в связи с остро возникшими осложнениями язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки (ЯБЖ и ЯБДПК). Отбор пациентов проводился в течение периода 2000–2020 г.г. в хирургических отделениях МУЗ «Городская больница № 1» г. Барнаула и БУ «Сургутская городская клиническая больница». Подход к критериям включения, исключения и невключения был единым. Критериями включения было наличие у пациента перфорации хронической язвы желудка или ДПК, потребовавшего экстренной операции продолжающегося гастродуоде-

Таблица 1. Частота регистрации РПГРС

Степень	Резекция по Бильрот-1			Резекция по Бильрот-2 (модификации)		
	Легкая	Средняя	Тяжелая	Легкая	Средняя	Тяжелая
ЯБДПК	6 (15,8%)	3 (7,9%)	0	20 (43,4%)	7 (15,2%)	3 (6,5%)
ЯБЖ	7 (18,4%)	3 (7,9%)	2 (5,3%)	2 (4,3%)	3 (6,5%)	1 (2,2%)
Всего	13 (34,2%)	6 (15,8%)	2 (5,3%)	22 (47,7%)	10 (21,7%)	4 (8,7%)

Примечание. Указано количество больных и доля среди оперированных по методике.

нального кровотечения язвенной этиологии, а также сочетания этих осложнений, в т.ч. с пенетрацией и стенозом выходного отдела желудка или ДПК, по поводу которых была выполнена экстренная или срочная дистальная резекция желудка. Критериями невключения были терминальное состояние больного, наличие признаков рефрактерного к терапии геморрагического или септического шока, полиорганной недостаточности, распространенного перитонита, возраст более 80 лет, наличие декомпенсированной сопутствующей патологии, проводимая терапия кортикостероидами и НПВС, выполнение органосохраняющего вмешательства. Критериями исключения были неблагоприятный исход заболевания, потребность в назначении кортикостероидной терапии и НПВС в первые 7 суток послеоперационного периода. В качестве двух контрольных групп отобрано по 30 оперированных по поводу:

1. остро аппендицита без перитонита (операция — аппендэктомия, видеолапароскопическая аппендэктомия),
2. перфораций острых и хронических язв желудка и ДПК (операция — открытое или видеолапароскопическое ушивание перфоративного отверстия, санация, дренирование брюшной полости).

Группы были сопоставимы по основным эпидемиологическим и клиническим параметрам: полу, возрасту, проявлениям сопутствующей патологии. Изучали частоту и длительность органных проявлений поражения культи желудка по общеклиническим данным, при необходимости проводили эндоскопическую и рентгенологическую диагностику нарушений эвакуаторной функции культи желудка. Оценка проводилась методами вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.1 с учетом характера распределения показателей. Различия показателей считали статистически значимыми при критическом уровне значимости (p) менее 0,05.

Результаты и их обсуждение

У 27 больных (32,1%) тяжесть состояния определялась объемом вмешательства, выраженностью осложнений основного заболевания: перитонит, анемия, водно-электролитные нарушения, абдоминальный

сепсис, почечная недостаточность, сопутствующей сердечно-легочной патологией. Симптомов, напрямую связанных с операцией на желудке и ДПК, не было выявлено. В 57 случаях (67,9%) дополнительно имелись признаки органного поражения оперированного желудка: тошнота, икота, рецидивирующая рвота в сочетании с чувством тяжести в эпигастрии, объективно отмечалась выполненность в подложечной области. Пальпация ее усиливала тошноту, иногда провоцировала рвоту. Из культи желудка удалялось значительное количество застойного содержимого. Данный симптомокомплекс, обозначенный как ранний постгастрорезекционный синдром (РПГРС) наблюдался у пациентов любого пола и возраста, локализации язвы (желудок, ДПК), при любой распространенности процесса на окружающие ткани, любой методике резекции желудка (по Бильрот-1, по Бильрот-2 в модификациях Гофмейстера-Финстерера, Витебского, Бальфура и др.), при всех видах осложнений основного заболевания. Различной была только степень выраженности вышеуказанных признаков:

1. Легкая — не причиняющая значительных страданий тошнота, одно-двухкратная необильная рвота. Пальпация области эпигастрия рвоту не провоцирует. При постановке зонда в культи желудка количество застойного отделяемого не превышает 500 мл.
2. Средняя — тошнота, срыгивание застойного желудочного содержимого либо многократная необильная рвота. При пальпации эпигастрия усиливается тошнота. Из культи желудка эвакуируется не менее 1 литра застойного отделяемого.
3. Тяжелая — сильная тошнота, икота, многократная обильная рвота «полным ртом». В эпигастрии отмечается выбухание, иногда ассиметрично, как правило на фоне мышечной защиты. Пальпация этой области в большинстве случаев провоцирует рвоту. Из культи желудка по зонду одновременно удаляется не менее 1,5 литров, а суточные потери составляют не менее 3 литров застойного содержимого.

Распределение симптомокомплекса по степени тяжести в зависимости от локализации язвы и методики операции представлено в таблице 1.

Таблица 2. Длительность регистрации РПГРС

Степень	Резекция по Бильрот-1			Резекция по Бильрот-2 (модификации)		
	Легкая	Средняя	Тяжелая	Легкая	Средняя	Тяжелая
1–3 суток	12 (31,6%)	1 (2,6%)	0	21 (45,6%)	2 (4,4%)	0
3–5 суток	1 (2,6%)	2 (5,2%)	0	1 (2,2%)	7 (15,2%)	2 (4,4%)
Более 5 суток	0	3 (7,9%)	2 (5,2%)	0	1 (2,2%)	2 (4,4%)

Примечание. Указано количество больных и доля среди оперированных по методике.

Признаки органного поражения оперированного желудка имелись у 21 пациента из 38 после резекции желудка по Бильрот-1(55,3%), а при резекции по одной из модификаций Бильрот-2 — у 36 больных из 46(78,26%), $p < 0,05$. Среднетяжелая и тяжелая его степень была встречалась чаще после операций по Бильрот — 2 (7 из 38, 21,1% и 14 из 46, 30,4%, $p < 0,05$), хотя в распределении внутри групп, объединенных по способу резекции, отмечены несущественные различия.

В таблице 2 представлены сроки исчезновения симптомокомплекса РПГРС при различной степени его выраженности в зависимости от способа резекции.

Таким образом, при легкой степени проявлений их продолжительность не превышает 5 суток, а в более 90% наблюдений — 3 суток вне зависимости от способа резекции, при средней — в срок до 5 суток клиника исчезает у 75% пациентов (у 7% — до 3 суток), при резекции по Бильрот-2 быстрее, чем после операции по Бильрот-1($p < 0,05$). При тяжелой степени выраженности симптомов только в трети случаев продолжительность их была менее 5 дней. Из 4 больных, у которых свыше 5 дней имелись признаки органного поражения оперированного желудка, 1 был оперирован повторно в связи с перитонитом, развившимся в результате несостоятельности швов анастомоза. У 3 пациентов эндоскопически и рентгенологически диагностирован анастомозит с тотальным или субтотальным блоком пассажа через зону гастроэнтероанастомоза. Таким образом, длительность РПГРС более 5 суток подразумевает абсолютную морфологическую причину нарушений, требующую оперативной или эндоскопической коррекции.

Изучение групп контроля показало отсутствие указанных выше признаков у всех больных, оперированных по поводу острого аппендицита. Двое пациентов с ушитыми перфоративными язвами ДПК в течение 2 суток после операции отмечали тошноту, у одного была однократная необильная рвота, т.е. в 6,7% случаев имелись нарушения легкой степени.

Очевидно, указанный симптомокомплекс, возникающий после радикальных вмешательств на желудке

и ДПК в раннем послеоперационном периоде у больных со сходной патологией, неспецифичен и имеет единый патогенетический механизм. Основой его могут быть функциональные нарушения, приводящие к разобщению секреторно-экскреторной и двигательной активности культи желудка. В условиях острой локальной травмы происходит дискоординация нейрогенных и гуморальных механизмов регуляции желудочных функций с относительным преобладанием секреции и застоем содержимого в культе желудка [5, 11]. Исследованиями А.А. Курыгина показано, что в ранние сроки после резекции желудка происходит выраженное и стойкое угнетение сократительной активности его культи [10]. Адинамия культи выявляется у 75%. гиподинамия — у 25%. Потенцирует эти механизмы посттравматический панкреатит, в ряде случаев возникающий чаще после операций по Бильрот-2 в связи с манипуляциями на поджелудочной железе при выделении пенетрата [6, 12, 18]. Клинические исследования показывают, что в этих условиях более, чем у 80% больных имеется гиперхлоргидрический или гиперреактивный типы секреции соляной кислоты, при которых эффективность резекций желудка ниже, чем при гиперантральном типе [16, 17, 20]. В большинстве случаев сохраняющаяся относительная гиперсекреция после операции в сочетании с денервацией части культи желудка, области анастомоза, его травматическим отеком, рефлюксом желчи ведет к описанным выше клиническим проявлениям. Присутствуют гемодинамические расстройства, в том числе и локальные, нарушения реологических свойств крови, различная степень дегидратации и гипоксии [10, 12].

Таким образом, можно говорить о наличии у больных, перенесших радикальную операцию на желудке и ДПК по поводу осложненной язвенной болезни, раннего постгастрорезекционного синдрома (РПГРС). Опасность его развития и прогрессирования очевидна. Накопление большого количества содержимого в культе желудка создает предпосылки для:

1. Несостоятельности швов анастомоза.
2. Кровотечения из зоны анастомоза.
3. Образования острых язв и эрозий культи желудка.
4. Развития анастомозита.

Имеющиеся водно-электролитные нарушения в ходе развития РПГРС, особенно тяжелой степени, усугубляются и требуют длительной и продуманной программы интенсивной терапии, прежде всего инфузионо-трансфузионной (ИТТ). Первостепенное значение имеет поддержание ОЦК и степени гидратации тканей, электролитных параметров сред организма, формирование положительного энергетического и метаболического баланса. Данные литературы отмечают эффективность мероприятий, обеспечивающих удовлетворительные условия гемодинамики и оксигенации как в целом, так и непосредственно в области операции (вспомогательная вентиляция легких, гипербарическая оксигенация, улучшение реологии крови и борьба с скрытым ДВС-синдромом, гемотрансфузии по показаниям, ранняя и длительная декомпрессия культи резецированного желудка, применение методов экстракорпоральной гемокоррекции и пр.) [1, 12, 15]. Современные комплексные подходы в ведении послеоперационного периода включают раннюю активизацию больного и возможно более ранний перевод его на частичное или полное энтеральное питание [13, 14, 15, 19]. Наличие РПГРС накладывает значительные ограничения на эту тактику, вынуждая проводить длительную и многокомпонентную ИТТ с элементами парентерального питания, что не может не отразиться на эффективности и стоимости лечения.

Прогностическое значение РПГРС не менее важно. Наблюдая картину тяжелого, а особенно тяжелого и длительного его течения, с трудом поддающегося терапии, необходимо предположить наличие осложнения не функциональной, а более материальной природы (несостоятельность швов анастомоза, анастомозит, ранняя спаечная кишечная непроходимость, послеоперационный панкреатит). В этом случае проведение комплекса диагностических мероприятий, включая рентгенологические и эндоскопические, не должно затягивать выставление показаний к релапаротомии. Только своевременность выявления и хирургической коррекции послеоперационных осложнений может быть необхо-

димым условием успешного выздоровления пациента и снижения показателей летальности при осложненном течении язвенной болезни.

ВЫВОДЫ

- У 67,9% больных, перенесших резецирующую операцию по поводу осложнений язвенной болезни желудка и ДПК, в ранние сроки после операции регистрируется симптомокомплекс органного поражения оперированного желудка, обозначенный как ранний постгастрорезекционный синдром (РПГРС).

- Клинические проявления РПГРС неспецифичны и на зависят от выбранных хирургом объема и модификации резекции желудка.

- РПГРС статистически значимо чаще встречается после резекции желудка, выполненной по одной из модификаций Бильрот-2, чем по Бильрот-1, в целом — на 23%, среднетяжелые и тяжелые формы — на 9,3%.

- Длительность РПГРС при легкой степени проявлений не превышает 5 суток, а в более 90% наблюдений — 3 суток и не зависит от способа резекции; при средней степени у 3/4 больных не превышает 5 суток, при резекции по Бильрот-2 проявления купируются быстрее, чем после операции по Бильрот-1; при тяжелой степени у более 2/3 больных длительность превышает 5 суток вне зависимости от способа резекции.

- Длительное, более 5 суток, и тяжелое течение РПГРС требует исключения послеоперационных осложнений, требующих повторного оперативного вмешательства.

Более глубокая и детальная разработка вопросов патогенеза, диагностики и методов комплексного лечения РПГРС позволит улучшить ближайшие и отдаленные результаты радикального оперативного лечения осложненных форм ЯБЖ и ЯБДПК, повысить эффективность интенсивной терапии в раннем послеоперационном периоде у этой группы больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афендулов, С. А. Стратегия хирургического лечения язвенной болезни. / С. А. Афендулов, Г. Ю. Журавлев, А. Д. Смирнов. // Хирургия. — 2006. — № 5. — С. 26–30.
2. Белоногов, Н. И. Осложнения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки и их хирургическое лечение. / Н. И. Белоногов, Е. Н. Валька, В. В. Янголенко. // Мед. альманах. — 2011. — № 2 (15). — С. 68–71.
3. Борисов, А. Е. Неотложная хирургия язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. / А. Е. Борисов, В. П. Земляной, В. П. Акимов, А. К. Рыбкин. — СПб.: Человек, 2002. — 48 с.
4. Гришаева, А. С. Хирургическое лечение сочетанных осложнений язв желудка и двенадцатиперстной кишки. / А. С. Гришаева, А. А. Полежаев, В. И. Макаров и др. // Материалы XI съезда хирургов Российской Федерации. — Волгоград. — 2011. — С. 660–661.
5. Евсеев, М. А. Антисекреторные препараты в неотложной хирургической гастроэнтерологии. / М. А. Евсеев. — М.: «КВАН». — 2009. — 173 с.

6. Жанталинова, Н. А. Выбор хирургической тактики при гигантских язвах желудка и двенадцатиперстной кишки. / Н. А. Жанталинова // Хирургия. — 2005. — № 12. — С. 30–32.
7. Жигаев, Г. Ф. Постгастрорезекционные осложнения язвенной болезни. / Г. Ф. Жигаев, Е. В. Кривигина. // Сибирский медицинский журнал. — 2010. — № 6. — С. 35–36.
8. Захарова, Г. Н. Хирургия желудка. / Г. Н. Захарова, В. Ф. Чуенков. — Саратов, Изд-во Саратовского университета, 1971. — 185 с.
9. Ивашкин, В. Т. Рекомендации по диагностике и лечению язвенной болезни (пособие для врачей). / В. Т. Ивашкин, А. А. Шептулин, Е. К. Баранская и др. — М., 2005. — 30 с.
10. Курыгин, А. А. Моторная и эвакуаторная функция пищеварительного тракта после операций на желудке (клинико-экспериментальное исследование).: автореферат дис. . . . доктора медицинских наук.: 14.00.27. — Санкт-Петербург, 1997. — 44 с.: ил.
11. Мыш, Г. Д. Секреторная функция оперированного желудка. / Г. Д. Мыш. // Клиническая хирургия. — 1982. — № 6. — С. 24–26.
12. Неймарк, И. И. Прободная язва желудка и двенадцатиперстной кишки. / И. И. Неймарк. — Барнаул, Алт.кн.изд-во, 1988. — 336 с.
13. Никитин, Н. А. Хирургическое лечение сочетанных осложнений язвенной болезни при пилородуоденальной локализации язв. / Н. А. Никитин, Т. П. Коршунова, М. А. Онучин, А. А. Головизнин. // Медицинский альманах. — 2010. — № 1 (10). — С. 121–125.
14. Пасечник, И. Н. Программа ускоренного выздоровления: особенности взаимодействия хирурга и анестезиолога-реаниматолога. / И. Н. Пасечник, Г. Н. Хрыков. // Альманах института хирургии им. А. В. Вишневского. — 2017. — № 1. — С. 377–379.
15. Попова, Т. С. Нутритивная поддержка больных в критических состояниях. / Т. С. Попова, А. Е. Шестопалов, Т. Ш. Тамазошвили, И. Н. Лейдерман. — М.: Вестник. — 2002. — 320 с.
16. Рыбачков, В. В. Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. / В. В. Рыбачков, Р. М. Евтихов, И. Г. Дряженков, М. И. Сим. — Ярославль: ООО «Издательский дом «Верхняя Волга». — 2008. — 272 с.
17. Скляр, Е. Я. Факторы агрессии и защиты при пептической язве желудка и двенадцатиперстной кишки. / Е. Я. Скляр, И. Н. Тумак, Е. Е. Склярова. // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2012. — № 5. — Прил. 40. — С. 40.
18. Тарасенко, С. В. Хирургическое лечение «трудных» язв двенадцатиперстной кишки. / С. В. Тарасенко, О. В. Зайцев, О. Д. Песков, А. А. Копейкин. // Хирургия. — 2005. — № 1. — С. 29–32.
19. Толстокоров, А. С. Особенности хирургического лечения больных с сочетанными осложнениями язвы желудка и двенадцатиперстной кишки. / А. С. Толстокоров, С. А. Дергунова, Р. В. Тимохин, А. Д. Бахаев // В сб.: Новые технологии в хирургии и интенсивной терапии. — Саранск, 2010. — С. 243–244.
20. Хачиев, Л. Г. Результаты хирургического лечения язвенной болезни в зависимости от кислотопродуцирующей функции желудка. / Л. Г. Хачиев, Ю. И. Калиш, И. М. Постолов // Хирургия. — 1985. — № 10. — С. 29–33.

© Зорькин Алексей Александрович (az_99@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ В УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРА

PSYCHOLOGICAL TREATMENT PROBLEMS OF PATIENTS IN THE CONDITIONS OF THE HOSPITAL

G. Katsova

Summary. If inpatient treatment is necessary, there is often a violation of adaptation to changing living conditions and the patient's role status. This makes it necessary to study and minimize the factors that create a stressful situation in hospital treatment. In this study, a survey was conducted to address this problem. The most important reasons reducing the process of adaptation to hospital stay have been identified.

Keywords: inpatient treatment, adaptation, psychology of communication.

Кацова Галина Борисовна

К.м.н., доцент, ГОУ ВПО «Оренбургский
государственный медицинский университет»
kazovagalina@yandex.ru

Аннотация. При необходимости стационарного лечения часто возникает нарушение адаптации к изменению условий жизни и ролевого статуса пациента. Это заставляет изучать и минимизировать факторы, создающие стрессовую ситуацию при лечении в стационаре. В данном исследовании проведено анкетирование для решения этой проблемы. Выявлены наиболее важные причины, снижающие процесс адаптации к пребыванию в стационаре.

Ключевые слова: стационарное лечение, адаптации, психология общения.

В обеспечении благоприятного исхода лечения больных важная роль принадлежит коррекции нарушений процессов адаптации к условиям организации лечебного процесса [4]. Особенно это касается лечения в условиях стационара, так как в этом случае пациент попадает в совершенно новую и непривычную для него ситуацию. Привычный эскиз жизни резко меняется. Человек изолирован от семьи, работы, друзей и знакомых. Он ощущает дефицит общения, уверенности в настоящем и будущем.

Даже в учреждении, где придерживаются самых гуманных принципов и работает самый деликатный персонал, меняется ролевой статус больного. Он утрачивает право определять характер своих повседневных действий, становится, в определенном смысле, зависим от медицинского персонала. Это нередко сопровождается депрессией, страхом, нарушением адаптационных реакций. В зависимости от пола, возраста, особенностей характера, социального положения, образования и профессии возникает широкий диапазон адаптивных психологических реакций. Наибольшие трудности с адаптацией у пациентов возникают в первые часы и дни госпитализации. Этот период психологи называют «активной адаптацией»: больные осваивают распорядок дня в стационаре, ищут информации о болезни, проявляют потребность в эмоциональной поддержке со стороны медицинского персонала и соседей по палате. По данным литературных источников, около 75% всех госпитализированных адаптируются в течение 5 дней. Госпитализированные впервые при-

выкают к стационарным условиям в более длительные сроки.

В нашей работе мы попытались выяснить наиболее важные для пациентов факторы, влияющие на адаптацию к условиям пребывания в стационаре. В ходе исследования было проведено анкетирование 30 больных, находящихся на стационарном лечении в отделении пульмонологии областной клинической больницы г. Оренбурга. Анкета составлена сотрудниками кафедры сестринского дела Оренбургского государственного медицинского университета и содержала вопросы, дающие ответы на поставленные в исследовании вопросы.

Как показало анкетирование, неудобства пациентов возникали уже в приемном покое и были связаны с необходимостью сменить свою более удобную и привычную одежду на больничную. В дальнейшем, пользоваться постельным бельем, которое, как правило, отличается невысоким качеством. При анкетировании 11 пациентов (6,67%) отметили этот фактор, как важный для адаптации к стационарным условиям.

Кроме того, важным для больных оказался дефицит помещений и медицинского персонала, чтобы организовать прием ванны или душа поступающим пациентам, обеспечить возможность индивидуального гигиенического ухода (13,33% опрошенных).

Самым важным фактором 33,33% анкетированных отметили страх неизвестности в первые дни госпитали-

зации, что соответствует результатам похожих исследований.

При проведении анкетирования мы интересовались вопросами общения пациентов и влиянием этого фактора на процесс адаптации к стационарному лечению. При анализе ответов выяснилось, что отсутствие полноценного общения из-за различий характера, интересов или быстрой смены соседей по палате вследствие выписки по окончании лечения отметили, как отрицательный фактор только 3,33% больных. Однако это нужно учитывать, так как это не позволяет освоить правила и нормы нового ролевого статуса на примере окружающих.

Адаптация пациента к больничной обстановке не должна быть для него большой нагрузкой. С первых часов пребывания в стационаре больные ждут от персонала проявлений заботы, стремления сотрудников стационара обеспечить не только полноценное лечение, но и его быт, организовать полноценный и своевременный уход [5].

Получить необходимые сведения, социальную поддержку от персонала, в некоторых случаях также бывает сложно, что объясняется не укомплектованностью персонала в больнице, перегруженность медицинских работников, развитием, в связи с этим «синдрома эмоционального выгорания». Анализ результатов анкетирования показал, что 16,67% больных указали эту причину как важную при решении вопроса смены стационарного лечения на лечение в амбулаторных условиях. Недостаточная осведомленность пациента о своей болезни и методах ее лечения часто приводят их к формированию психогенной ятрогении. Причиной ее может быть неосторожное слово медицинского персонала случайно попавшая на глаза больному или его родственнику история болезни. Чаще психогенная ятрогения развивается у внушаемых людей. К ятрогениям приводит вмешательство добровольных помощников, не имеющих медицинского образования. В этих случаях может помочь чуткое отношение медицинского персонала, знание им психологических особенностей пациента, авторитет врача.

Кроме того, пациент сталкивается с трудностями выполнения задач, предполагающих помощь со стороны окружающих. Чаще всего это вопросы самообслуживания. Однако в нашем исследовании ни один из пациентов отделения не указал на отсутствие полноценного ухода со стороны сотрудников отделения.

Определенные трудности, особенно для возрастных пациентов, возникают при необходимости обучения применению не медикаментозных методов обезболивания, использованию различных аппаратов, обучения приемам ухода, особенностям питания. В проведенном

исследовании 3,33% опрошенных указали это как фактор снижения адаптации к стационарному лечению.

Важно помнить, что пациенты чувствуют отсутствие адекватной обратной связи с медицинским персоналом. Это отрицательно сказывается на процессе выздоровления. Медицинские работники должны владеть навыками общения, знать основные факторы, облегчающие его, такие как расположенность собеседников друг к другу, взаимопонимание между ними, достаточное время для общения, умение говорить с пациентом ясно и лаконично [1].

Не менее важно умение слушать собеседника, проявлять интерес к его жалобам. Во время беседы с врачом или медицинской сестрой больной надеется получить уверенность в оказании квалифицированной помощи, снятии страха, беспокойства [2]. На недостаточность сведений о заболевании, возможностях лечения, которые пациенты получают от медицинских работников, указали 13,4% анкетированных.

Полноценное общение медицинского персонала и пациента часто затрудняется из-за разницы в возрасте, культурном уровне, вероисповедании, нарушении речи у пациента. Значительную роль в системе взаимоотношений медицинских работников и пациента играют личностные характеристики врача, медицинской сестры, пациента, а также особенности его заболевания. При выборе формы общения с пациентом необходимо учитывать его эмоциональное состояние, интеллект, образование, профессию, особенности личности. К сожалению, вопросам психологии общения в образовательных медицинских учреждениях уделяется недостаточно времени. Образование в основном направлено на получение профессиональных знаний и умений. Бесспорно, всегда важны специальные профессиональные знания и навыки, однако их может быть недостаточно при отсутствии чуткости, предупредительности, внимания, доброжелательности. Особенно это важно в условиях оказания стационарной медицинской помощи, ограничивающей общение пациента с родными и близкими [3].

Личностные характеристики медицинских работников, методы их работы, стиль ее, умение обращаться с пациентами. Владение техникой психологической работы с больными само по себе может служить лекарством, оказывающим исцеляющее действие.

Взаимоотношения между медработниками и родственниками пациентов также являются важной проблемой медицинской стационарной деонтологии, которые должны складываться исключительно с учетом интересов пациента. При этом необходимо помнить, что сведения о состоянии больного предоставляются только

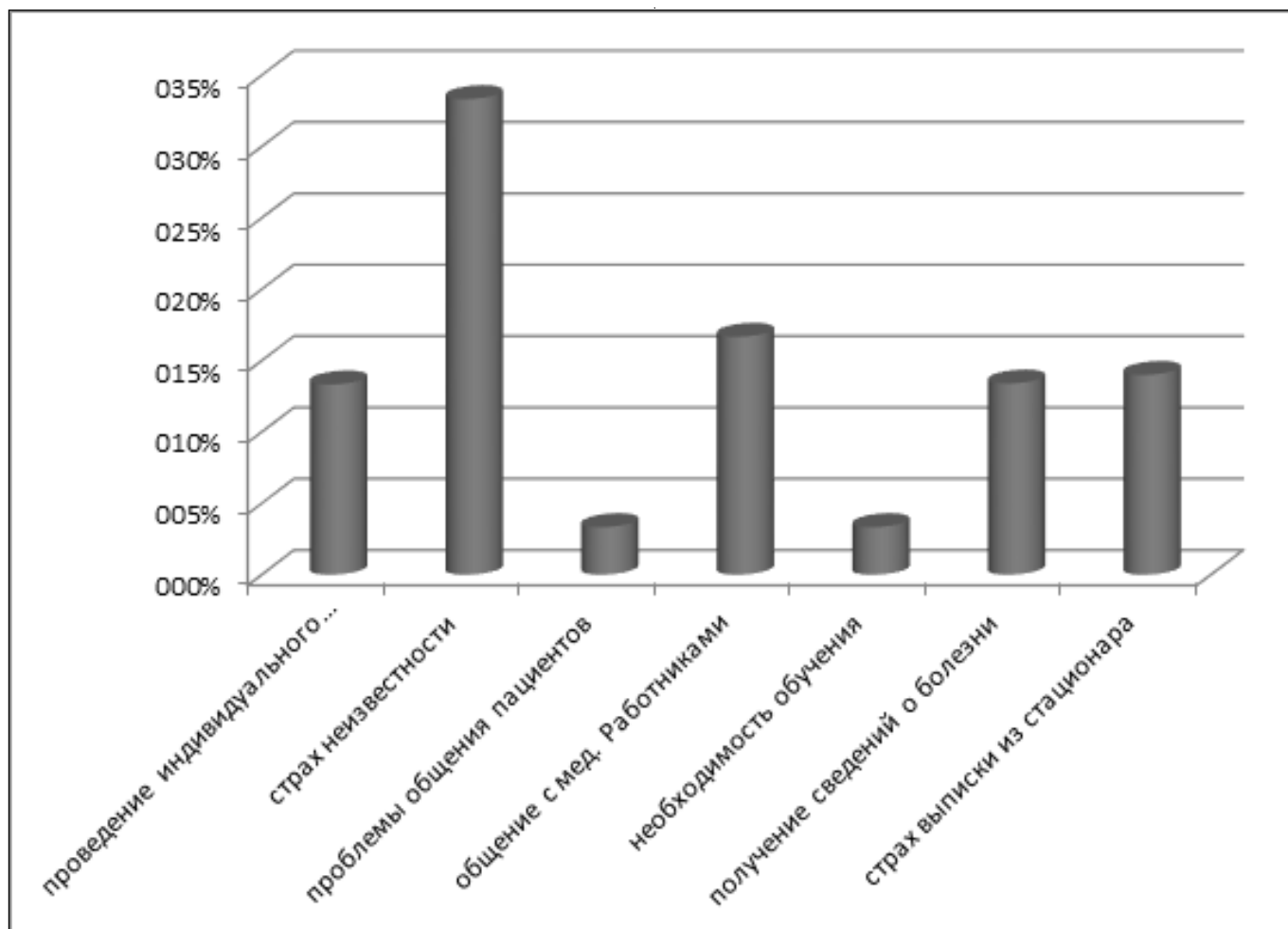


Рис. 1. Факторы, ухудшающие адаптацию пациентов к стационарному лечению

с согласия пациента. До родственников больного, как и до самого пациента, необходимо доводить сведения о новых методах лечения и профилактики заболеваний. Это показывает пациенту, что он непосредственно участвует в лечении заболевания, повышает его самооценку и мотивацию к успешному взаимодействию с медицинским персоналом, соблюдению медицинского режима, необходимого для успешного завершения лечения.

Положительное влияние на адаптацию пациентов к стационарному лечению оказывает подготовка медицинского персонала по обучению и поддержке пациентов и их родственников. В этом положительную роль может сыграть организация Школ здоровья при отделениях стационара. Подобная Школа функционирует и в отделении пульмонологии.

Некоторые аспекты стационарного лечения и занятия в Школах здоровья можно расценивать как первый стационарный этап реабилитации, направленный на восстановление нарушенных функций организма,

обучению самообслуживания, психологической адаптации к своему состоянию. Полнота и своевременность решения задач стационарной реабилитации часто определяют эффективность последующей реабилитации, всех ее аспектов, включая социальный. В этом направлении действует включение в стационарную реабилитацию социальных работников. Особенно это касается больных с хроническими заболеваниями. Важной составляющей стационарной реабилитации является психологическая реабилитация, которая тесно связана не только с соматическим выздоровлением, но и с решением некоторых социальных проблем. Неопределенность социального статуса после болезни, о котором человек не может не думать, подчас является причиной его психологических сдвигов, затрудняющих восстановление не только психологического, но и соматического статуса.

Необходимо учитывать воздействие негативного поведения, как медицинских работников, так и пациентов, на процесс выздоровления и длительность госпитали-

зации. Нельзя игнорировать результаты исследований, подтверждающих, что скорость выздоровления и желание следовать совету врача напрямую определяется тем, как пациент воспринимает врача и медицинскую сестру. На конечном этапе стационарного лечения у пациентов появляются другие проблемы. Больной боится покинуть стационар и остаться без постоянного наблюдения со стороны врачей и медицинских сестер. Пассивные, флегматичные лица испытывают большие психологические трудности на этапе завершения лечения. Часть больных, опасаясь после выписки из стационара остаться без привычной медицинской помощи. Иногда они стремятся продлить пребывание в стационаре, а вместе с этим и состояние психологической защищенно-

сти. В наших исследованиях на этот фактор указали 14% опрошенных пациентов. Решить проблему могут помочь беседы и занятия с пациентом в период пребывания его в стационаре, разъяснение всего того, что может случиться после выписки и как это предотвратить или нивелировать (рис. 1).

Таким образом, проблемы адаптации пациентов к пребыванию в стационаре касаются изменения бытовых условий, личностного статуса, а не только состояния здоровья. В нормализации адаптационного процесса большая роль принадлежит установлению полноценного доброжелательного общения медицинского персонала больницы, пациента и его родственников.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.О. Гоглова, С.В. Ерофеев, Ю.О. Гоглова. Биомедицинская этика. // СПб: Питер, 2013.
2. Е.С. Журавлева, И.В. Островская Особенности общения медицинской сестры с пациентами с различной внутренней картиной болезни // Международный студенческий научный вестник. —2015. -№ 2, -с 32–35
3. Е.В. Орлова Культура профессионального общения врача: коммуникативно-компетентностный подход // -Инфра- М., 2014
4. Основы медицинской и клинической психологии: учебное пособие / Под редакцией д.м.н. С. Б. Селезнёва // –Астрахань, —2009, —272 с.
5. О.В. Сайно, О. Е. Морунов Психология общения врача и пациента // Лечебное дело, -№ 3, —2019, -с.54–56

© Кацова Галина Борисовна (kazovagalina@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Оренбург

ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В РАЗВИТИИ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХЕ

ENDOTHELIAL DYSFUNCTION AND ITS ROLE IN THE DEVELOPMENT OF HEPATIC INSUFFICIENCY WITH MECHANICAL JAUNDI

K. Magomedov

Summary. The review discusses in detail current issues on the issue of liver failure in obstructive jaundice, especially topical issues on the pathogenesis and role of endothelial dysfunction. Domestic and foreign authors in their studies confirm the key role of endothelium in the regulation of vascular hemostasis. The role of endothelium is the development of factors of inflammation and proliferation of vessels, participation in thrombosis and the balance between vasoconstriction and vasodilation. Endothelial dysfunction and damage in obstructive jaundice is manifested by a decrease in the concentration of nitric oxide in the blood, a sharp increase in the content of endothelin-1, the activity of the Wilibrand factor and a decrease in the number of desquamated endotheliocytes. The presence of hemolympathic changes in endothelial dysfunction is one of the reasons for the development of liver failure, which is necessary for the early diagnosis of obstructive jaundice.

In studies of domestic and foreign authors, there is no data on the role of endothelial dysfunction in the development of liver failure in obstructive jaundice. The identification of markers of endothelial dysfunction and their complications in obstructive jaundice is of great practical importance, as it allows an early diagnosis of liver failure.

The purpose of this review is to present a generalized picture of recent advances devoted to the study of endothelial dysfunction, oxidative stress and the study of their role in endothelial dysfunction, oxidative stress in the pathogenesis of liver failure in obstructive jaundice.

Keywords: endothelial dysfunction, oxidative stress, nitric oxide, obstructive jaundice, liver failure.

Магомедов Хасая Магомедалиевич
 Ассистент, Дагестанский государственный
 медицинский университет
 hasai2014@mail.ru

Аннотация. В обзоре подробно рассмотрены современные проблемы по вопросу печеночной недостаточности при механической желтухе, особо актуальные вопросы по патогенезу и роли эндотелиальной дисфункции. Отечественные и зарубежные авторы в своих исследованиях подтверждают ключевую роль эндотелия в регуляции сосудистого гемостаза. Роль эндотелия заключается в выработке факторов воспаления и пролиферации сосудов, участии в тромбообразовании и балансе между вазоконстрикцией и вазодилатацией. Дисфункция и повреждение эндотелия при механической желтухе, проявляется снижением концентрации в крови оксида азота, резким повышением содержания эндотелина-1, активностью фактора Вилибранда и снижением количества десквамированных эндотелиоцитов. Наличие гемолимфатических изменений при эндотелиальной дисфункции является одной из причин развития печеночной недостаточности, что и необходимо для ранней диагностики механической желтухи.

В исследованиях отечественных и зарубежных авторов нет данных о роли дисфункции эндотелия в развитии печеночной недостаточности при механической желтухе. Определение маркеров эндотелиальной дисфункции и их осложнения при механической желтухе имеет большое практическое значение, так как позволяет провести раннюю диагностику печеночной недостаточности.

Цель настоящего обзора заключается в представлении обобщенной картины последних достижений, посвященных изучению эндотелиальной дисфункции, оксидантного стресса и изучению их роли в эндотелиальной дисфункции, оксидантного стресса в патогенезе печеночной недостаточности при механической желтухе.

Ключевые слова: эндотелиальная дисфункция, оксидантный стресс, оксид азота, механическая желтуха, печеночная недостаточность.

Введение

Большинство исследователей признается, что одним из ключевых звеньев развития печеночной недостаточности при механической желтухе, является билиарная гипертензия, оксидантные нарушения гемолимфоциркуляции и на этом фоне эндотелиальная дисфункция [5,6,31]. Основная функция эндотелия — это поддержка гомеостаза в регуляции устойчивого состояния процессов вазодилатации и вазоконстрикции, что

чаще нарушается при механической желтухе. К синусоидальным клеткам печени относят эндотелиальные клетки синусоидов, звездчатые клетки печени, клетки Купфера, Pit-клетки, дендритные клетки. Синусоидальные клетки печени составляют около 33% от клеточного состава печени, при этом доля эндотелиальных клеток синусоидов достигает 70% [6,29].

При механической желтухе тяжелой формы отмечается нарушение перфузии печени. Внутривеночный

проток находится в сложном взаимодействии между эндотелиальными клетками синусоидов, макрофагами печени, что ведет к снижению скорости кровотока в синусоидах печени. Оксидантный стресс и реперфузионные повреждения микрососудистого русла печени, приводит к дисфункции эндотелиально-клеточного барьера с развитием печеночной недостаточности. При механической желтухе прогрессивное ухудшение печеночной недостаточности происходит за счет развития тромбогенности сосудистой стенки при эндотелиальной дисфункции с проявлением оксидантного стресса [3,7,21]. При механической желтухе появление в больших количествах фактора Виллибранда и эндотелина приводит к сосудосуживающему эффекту с нарушением микроциркуляции. Эндотелин в отдельности обладает мощным фактором вазоконстрикции [9,10,14,33].

Развитие эндотелиальной дисфункции имеет прогностическое значение и считается одним из основных маркеров при печеночной недостаточности [1,3,15]. В данном исследовании оценены основные показатели взаимосвязи эндотелиальной дисфункции и оксидативного стресса и их влияние на развитии печеночной недостаточности при механической желтухе.

Эндотелий сосудов печени регулирует тонус путем высвобождения ряда вазоконстрикторов и вазодилаторов, обладает антикоагулянтным, противоагрегантным и фибринолитическим фактором в норме [7,9]. Оксид азота (NO) является фактором релаксации и основным вазодилатором сосудов печени. Роль эндотелия заключается в синтезе оксида азота, простаглицина и брадикинина, как факторов вазодилатации [3,12,16,29]. Оксид азота и простаглицин взаимодействуя между собой ингибирует агрегацию тромбоцитов. Роль брадикинина сводится к стимуляции и высвобождению оксида азота, простаглицина и эндотелиального фактора, что способствует подавлению агрегационной способности тромбоцитов [4]. Эндотелин который продуцируется эндотелием сосудов печени является самым мощным фактором вазоконстрикции с ангиотензином II [4,5,19]. Роль ангиотензина II сводится в качестве прооксиданта может выступать в роли и в качестве прооксиданта [3,4,7], потенцирующих экспрессию молекул адгезии и синтез провоспалительных цитокинов [9,10]. Внутривеночная желчная гипертензия является фактором повреждения эндотелия сосудов печени, что приводит к агрегации тромбоцитов, лейкоцитарной инфильтрации и высвобождению цитокинов с развитием печеночной недостаточности. Важным функциональным показателем является состояние эндотелия и эндотелий зависящая вазодилатация, которая регулируется NO. Снижение синтеза оксида азота эндотелием сосудов печени может проявляться с нарушением вазодилатации, которое приводит к механизму эндотелиальной дисфункции и служит одним

из маркеров развития печеночной недостаточности при механической желтухе [3,7]. Итак, изменения кровотока печени зависят от продолжительности механической желтухи, а расширение внутривеночных желчных протоков, рост градиента давления, приводит к компрессии гепатоцитов и сосудов портальных трактов, содействуя нарастанию ишемии [2,12]. В ответ на ишемию развивается спазм пре- и посткапилляров. Следствием этого являются снижения объемной скорости кровотока, повышение локального периферического сопротивления и замедление непрерывного тока крови, которая является основным патологическим звеном нарушения регионарной гемодинамики, начиная из первых дней механической желтухи. Нарастание ишемии втягивает в процесс эндотелий сосудов. Научные исследования показали, что эндотелий не пассивный барьер между кровью и тканями, а активный орган, дисфункция которого является обязательным компонентом практически многих заболеваний [11,15].

Эндотелиальная выстилка регулирует сосудистый тонус, тромбообразование, фибринолиз, адгезию и агрегацию тромбоцитов, пролиферацию и миграцию гладкомышечных клеток сосудистой стенки, адгезию и хемотаксис моноцитов и много других процессов [4,33]. Печень содержит большое количество сосудов, стенки которых выстилает эндотелиальный покров. Проводя электронно-микроскопическое обследование, установили, что в зоне паренхимы, которая прилегает к приносящим микрососудам, синусоидная стенка образована непрерывным не фенестрированным эндотелием с наличием сплошной базальной мембраны.

Вызванная ишемией дисфункция эндотелия приводит к высвобождению ими полипептида — эндотелина-1 [13,29]. Сам он является мощным вазоконстриктором [1,21], а точкой прикладывания его есть два типа рецепторов. Считается, что активация эндотелина-а (Эт-а) рецептора приводит вазоконстрикторному действию [33], в то же время, активация Эт-в рецептора оказывает содействие высвобождению оксида азота [34]. Ишемия печени побуждает к рефлекторному выбросу в кровь ацетилхолина, гистамина, норадреналина, брадикинина и других соединений, действие которых рядом с активированными Эт-в-рецепторами оказывает содействие высвобождению эндотелием NO [4,5]. Впервые было показано, что только при наличии эндотелиальных клеток повышение дозы ацетилхолина вызвало релаксацию сосудов, которые подверглись предыдущей констрикции норадреналином [27–36]. При отсутствии эндотелиальных клеток в ответ на ацетилхолин наблюдалась вазоконстрикция или отсутствие релаксации. Это привело к открытию эндотелий релаксирующего фактора, который был идентифицирован как NO [17–20]. NO представляет собой легко проникающий через клеточные мембраны,

живучий несколько секунд жирорастворимый газ, который образовывается из аминокислоты L-аргинина под действием фермента NO-синтетазы. Именно он имеет регуляторное влияние при дисфункции эндотелия, тормозит регулируемую функцию гладкомышечных клеток, а также предотвращает их пролиферацию и миграцию в субэндотелиальное пространство, замедляет агрегацию тромбоцитов, адгезию тромбоцитов и моноцитов, предотвращает окисление липопротеидов низкой плотности, замедляет синтез провоспалительных цитокинов [2–14].

Ингибирующее влияние NO на функцию лейкоцитов и тромбоцитов имеет большое значение для повреждения, вследствие ишемии — реперфузии, так как агрегация и взаимодействие лейкоцитов с сосудистым эндотелием оказывают содействие развитию данного синдрома [10,13]. В дальнейшем гипоксия тканей печени, вызванная дисциркуляторными сдвигами, действием АФК и процессом адгезии форменных элементов крови, приводит к прогрессивному поражению гепатоцитов. Поражение клеток печени оказывает содействие высвобождению большого количества цитокинов и ФНО- α . Причем, особенно активно цитокины продуцируются в печени после порогового накопления АФК в ядре. За этот процесс отвечает специфический ядерный фактор транскрипции NF- κ . Белок NF- κ связывается с регуляторными генами провоспалительных цитокинов и открывает зоны индукции информативной РНК провоспалительных цитокинов, ФНО- α и пептидов-хемоаттрактантов для нейтрофилов и моноцитов [10, 31]. Высвободившись в большом количестве цитокины запускают программу миграции лейкоцитов. А индуцированная цитокинами экспрессия E-селектина на поверхность эндотелия оказывает содействие адгезии нейтрофильных гранулоцитов [13, 14]. В опытах *in vitro* показано, что стимуляция эндотелиальных клеток цитокинами индуцируют экспрессию E-селектина через 4–12 часов, а через 24 часа она заканчивается [14, 23]. Продукция цитокинов в период реперфузии активируется также в периферической ткани. Излишек свободных радикалов, синтезированных в печени, поступает в периферическое русло, которое стимулирует периферию к синтезу цитокинов, поднимая механизм эндотелий-связующей релаксации периферических сосудов, и еще больше оказывает содействие усилению тканевой гипоксии и сдвигу окислительных процессов. Кроме того, нарушение кровотока по воротной вене приводит к возникновению венозного застоя в кишечнике, а ахолия — к нарушению пищеварения и всасывание.

При продолжительной ишемии способность эндотелиальных клеток высвобождать релаксирующие факторы, в том числе и NO, снижается [21]. Снижение синтеза NO связано с разными причинами: нарушение экспрес-

сии и транскрипции NO-синтетазы, ускорение метаболизма NO, снижение доступности запасов L-аргинина, как предшественника NO, или комбинации этих факторов. Одновременно увеличивается образование сосудосуживающих факторов (эндотелина, ангиотензина-II, тромбоксана, простагландина, H2) [19, 21], поднимая тем самым эндотелиальный баланс сосудистого тонуса резко снижается и приводит к гипоксии тканей печени [16]. Продолжительная ишемия и вызванная им дисфункция эндотелия сосудов печени запускает процессы ремоделирования сосудистой стенки, адгезии и агрегации лейкоцитов, тромбоцитов и моноцитов [10, 22], снижая тем самым микроциркуляцию органа [32].

В состоянии ишемии в гепатоцитах проходит также нарушение водно-электролитного обмена. Перераспределение ионов между клетками и внеклеточным окружением предопределяет рост внутриклеточного осмотического давления и распространение тканевого отека [13]. При нормальных условиях концентрация калия в клетке, в сравнении с экстрацеллюлярной жидкостью, высокая, а натрия — низкая. Этот баланс поддерживается АТФ-энергозамещающей мембраной транспортной системы, так называемым, натриевым насосом. Гипоксия снижает синтез АТФ, которая в конечном результате приводит к нарушению работы натриевого насоса.

В литературе приведенные данные о том, что ксантиноксидаза катализирует окисление около 30 алифатических и ароматических альдегидов, которые оказывают содействие выделению большого количества АФК [13]. В дальнейшем АФК и гидроперокси липидов включаются в передачу сигнала через клеточную мембрану к ядру, выполняя при этом регулируемую роль в процессах пролиферации, апоптоза, клеточной адгезии, свертывания крови. [9–12]. Проникший в ядро клетки АФК приводят к фрагментации ДНК и разрушению жизненно важных белков клетки. Клетка гибнет путем апоптоза, а продолжительность апоптоза завершается через 3–12 часов. Кроме АФК, в период реперфузии резко повышается уровень продуктов гидролиза мембранных липидов — свободных жирных кислот и продуктов перекисного окисления липидов [13]. Таким образом, сразу после ликвидации билиарной гипертензии увеличивается приток крови к печени, которая приводит к повышению уровня АФК. Последние, проникая в ядро клетки, вызывают их апоптоз или интенсифицируют процессы окислительной деструкции липидов, белков, нуклеиновых кислот и др. Именно эти процессы являются основной причиной цитотоксического влияния на гепатоцит в этот период. Образованные в большом количестве токсичные продукты катаболизма белков и недоокисленные продукты вымываются в системный кровоток, что усиливает эндогенную интоксикацию [6,9,26]. Наибольшему разрушительному влиянию свободных ради-

калов кислорода подвергаются эндотелиоциты [9,12]. Деструкция эндотелиальной выстилки создает все условия к стимуляции адгезии лейкоцитов и других форменных элементов крови, а также создает возможность к первичному поражению гепатоцитов [29]. Процесс адгезии и миграции лейкоцитов передает их краевое положение в сосудистом русле. Многие авторы сравнивают этот процесс с прокаткой клеток крови к эндотелию [2,6]. Лейкоциты, осуществляя миграцию к первичным пораженным гепатоцитам, взаимодействуют с клетками эндотелия, активируя их, с последующей экспрессией на их поверхности адгезивных молекул, селективных к соответствующему классу лейкоцитов [26]. Существует три типа адгезивных молекул: P-селектин, L-селектин и E-селектин [27]. P-селектин находится в эритроцитах, а его выход и экспрессия на эндотелиоцитах, как в артериях, так и венах, активируется свободными радикалами кислорода, тромбином, компонентами комплемента, гистамином, перекисями водорода [27]. Взаимодействие P-селектин с сиалорованным олигосахаридом, который находится на поверхности нейтрофильных гранулоцитов и моноцитов, приводит к адгезии последних на поверхности эндотелия [24–27]. Источником L-селектина есть мононуклеары, после активации которых происходит смывание последних с активацией лимфоцитов и моноцитов, а их органом мишенью есть периферические лимфатические узлы [4]. Высвобождение Купферовскими клетками в условиях гипоксии провоспалительных цитокинов IL-1, IL-8, α -фактора некроза опухоли [3,31], вызывает экспрессию на эндотелии E-селектина, который, кроме стимуляции адгезии лейкоцитов к эндотелию, оказывает содействие слипанию тромбоцитов с нейтрофильными гранулоцитами в участках повреждения сосудистой стенки, а также активирует процесс взаимодействия моноцитов с эндотелием [10, 13]. Адгезия тромбоцитов приводит к дисбалансу между протромбогенными и антитромбогенными факторами. При контакте тромбоцита с эндотелиоцитом увеличивается его тромбогенный потенциал, который усиливается также за счет высвобождения тканевого тромбопластина [31].

Таким образом, как уже упоминалось ранее, наличие факторов риска у пациентов механической желтухи, способствует прогрессированию эндотелиальной дисфункции и могут иметь множество нежелательных эффектов, в том числе печеночно-клеточной недостаточности.

При механической желтухе нарастает давление в желчных капиллярах, нарушается микроциркуляция клеток печени, что приводит к оксидантному стрессу. Патогенез поражения печеночных клеток при синдроме механической желтухи с проявлением желчной гипертензии и высоких показателях билирубина приводит к повреждению мембран гепатоцитов, секреции Купферовскими клетками провоспалительных цитокинов,

трансформации и повреждении эндотелиальных клеток. Нарушение выделения основных компонентов желчи в печеночные протоки при механической желтухе оказывает токсическое действие на гепатоциты с нарушением их функции и ведет к изменению свойств и структуры микроциркуляции в печени. Оксидантному стрессу принадлежит также ключевая роль в инициации повреждения эндотелия. Свободному радикальному окислению наиболее подвержены липопротеиды низкой плотности. Окисленные липопротеиды повреждают сосудистую стенку, обуславливают развитие эндотелиальной дисфункции и нарушения микроциркуляции [6, 8, 13].

Заключение

Таким образом, доказано, что в патогенезе синдрома механической желтухи и печеночной недостаточности, в частности, особое место занимает эндотелиальная дисфункция. Основные причины развития эндотелиальной дисфункции при синдроме механической желтухи многообразны и связаны главным образом с длительностью существования билиарной гипертензии с развитием оксидантного стресса, снижением образования оксида азота, повышением синтеза эндотелина, увеличением экспрессии на поверхности эндотелиальных клеток АФК и нарушением целостности эндотелиальной выстилки.

Итак, дисфункция эндотелия при синдроме механической желтухи можно рассмотреть, как дисбаланс между вазодилатирующими и вазоконстрикторными факторами в сторону усиления вазоконстрикции.

Желчная гипертензия оказывает содействие ишемии печени, а это в свою очередь приводит как к эндотелиальным сдвигам, так и к нарушению функции гепатоцитов. Причем при увеличении билиарной гипертензии и продолжительности желтушного периода нарастают и деконструктивные изменения в печени, продолжающаяся ишемия характеризуется ростом билиарной гипертензии, которые приводят к гипоксии ткани печени. Состояние гипоксии вызывает деструктивный сдвиг и дисфункцию эндотелия. Эндотелиальные сдвиги приводят к адгезии тромбоцитов и моноцитов, и миграции их к гепатоцитам. Продолжающаяся гипоксия понижает обменные процессы в гепатоцитах, что приводит к их разрушению. Причем глубина поражений в печени зависит от продолжительности механической желтухи.

Выводы

1. Среди основных факторов развития печеночной недостаточности при механической желтухе является длительность билиарной гипертензии, степень нарушения портального кровотока, эн-

дотелиальная дисфункция с последующим нарушением морфологии печени.

- Поиски и изучение основных механизмов нарушения эндотелиальной дисфункции при меха-

нической желтухе могут быть перспективным направлением современной гепатологии для прогнозирования и профилактики печеночной недостаточности.

ЛИТЕРАТУРА

- Афонасьева Т. Н. Эндотелиальная дисфункция. Возможности ранней диагностики // *Здоровье и образование в XXI веке*. 2016. Т. 18, № 11. С. 101–104.
- Беляева А. Н., Козлов С. А., Беляев С. А. Функциональные и морфологические нарушения печени при остром обтурационном холестазе и их коррекция (экспериментальное исследование) // *Анналы хирургической гепатологии*. 2014. № 4. С. 10–15.
- Васина Л. В., Петрищев Н. Н., Власов Т. Д. Эндотелиальная дисфункция и ее основные маркеры // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2017. Т. 16, № 1. С. 4–15.
- Воробьева Е. Н., Воробьев Р. И., Шарлаева Е. А., Фомичева М. Л., Соколова Г. Г., Казызаева А. С., Батанина И. А. Дисфункция эндотелия при сердечно-сосудистых заболеваниях: факторы риска, методы диагностики и коррекции // *Acta Biologica Sibirica*. 2016. Т. 2, № 1. С. 21–40.
- Гальперин Э. И., Веттев П. С. Руководство по хирургии желчных путей: Видар-М, 2006. 568 с.
- Гальперин Э. Н., Момукова О. Н. Классификация тяжести механической желтухи // *Хирургия*. 2014 № 1. С. 5–9.
- Гаюров У. Х., Курбанов К. М., Махмадов Ф. Н. Патогенез и лечение дисфункции эндотелия при гнойном холангите // *Вестник Авиценны*. 2014. № 4. С. 38–43.
- Герасимов А. А. Последние достижения в коррекции функционального состояния эндотелия // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 3. С. 11–15.
- Рубцов Г. К., Безручко Н. В., Емельянчик С. В., Зиматкин С. М. Нарушение окислительной модификации белков и липидов в мониторинге внутриспеченочного и внепеченочного холестаза: пути изучения и диагностики // *Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология»*. 2015. № 2. С. 36–47.
- Степанова Т. В., Иванов А. Н., Попыхова Э. Б., Лагутина Д. Д. Молекулярные маркеры эндотелиальной дисфункции // *Современные проблемы науки и образования*. 2019. № 1. С. 1–9.
- Тарасенко С. В., Натальский А. А., Луньков И. А. К вопросу о патогенезе и классификации печеночной недостаточности // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2017. № 3. С. 286–292.
- Феокистова В. С., Вавилова Т. В., Сироткина О. В., Болдуева С. А., Гайковая Л. Б., Леоннова И. А., Ласковец А. Б., Ермаков А. И. Новый подход к оценке дисфункции эндотелия: определение количества циркулирующих эндотелиальных клеток методом проточной цитометрии // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2015. № 4. С. 23–39.
- Ходосовский М. Н. Коррекция окислительных повреждений при синдроме ишемии реперфузии печени // *Журнал ГрГМУ*. 2016. № 4. С. 20–25.
- Щекотова А. П. Динамика показателей эндотелиальной дисфункции у больных с заболеванием гепатобилиарной системы в процессе лечения // *Фундаментальное исследование*. 2013. Т. 2, № 5. С. 451–453.
- Щекотова А. П. Дисфункция и повреждение эндотелия при гепатобилиарной патологии // *Уральский медицинский журнал*. 2010. Т. 66, № 1. С. 96–99.
- Щекотова А. П. Состояние эндотелия при желчнокаменной болезни // *Актуальные вопросы хирургии: материалы краевой научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры общей хирургии ПГМА им. Е. А. Вагнера*. Пермь, 2011. С. 292–296.
- Vukov M. L., Basov A. A. Change of parameters in prooxidant-antioxidant bile system in patients with the obstruction of bile-excreting ducts // *Medical news of North Caucasus*. 2015. V. 2, No 10. P. 131–135.
- Daiber A., Steven S., Webe A., Shuraev V. V., Muzykantov V. R., Laher I., Li H., Lamas S., Munzel T. Targeting vascular (endothelial) dysfunction // *British J. Pharm.* 2017. V. 174. P. 1591–1619.
- Dvorak H. V. Vascular permeability factor (vascular endothelial factor a critical cytokine in tumor angiogenesis and a potential target for diagnosis and therapy) // *J. Clin. Med.* 2002. V. 20. P. 4368–4380.
- Eras P., Sherlock P. Hepatic coma secondary to metastatic liver disease // *Ann. Intern. Med.* 1971. V. 74 (4). P. 581–3.
- Giles L. V., Tebbutt S. J., Carlsen C., Koehle M. S., The effect of low and high-intensity cycling in diesel exhaust on flow-mediated dilation, circulating NOx, endothelin-1 and blood pressure. *PLoS ONE*. 2018. V. 13(2). P. 192–419.
- Horvatis T., Trauner M., Fuhrmann V. Hypoxic liver injury and cholestasis // *Curr. Opin. Crit. Care*. 2013. V. 19. P. 128–132.
- Jay Dcwet. Multiple organ dysfunction syndrome. *Scientific American Surgery* 06/2015 *Critical Care* 2015 // *Decker Intellectual Properties* DOI 10.2310/7800.2160. 2003. V. 17. P. 369–381.
- Kobashi-Margain R. A., Gavilanes-Espinar J. G., Gutierrez-Grobe Y. Albumin dialysis with molecular adsorbent recirculating system (MARS) for the treatment of hepatic encephalopathy in liver failure // *Ann. Hepatol.* 2011. No 5. P. 70–76.
- Kora S. A., Doddamani G. B., Doddamani U., Subacute Hepatic Failure // *J. Clin. Diagn. Res.* 2011. V. 5, No 1. P. 134–137.
- Liu H. M., Wang X. B., Zeng H. Survival analysis of short-term prognosis of patients with HBV-related acute-on-chronic liver failure // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2012. V. 92, No 1. P. 21–24.
- Marshall J. C. Measuring organ dysfunction in the intensive care unit. Why and how? // *Can. J. Anesth.* 2005. V. 52, No 3. P. 224–230.
- McCuskey R. S. The Hepatic Microvascular System in Health and Its Response to Toxicants // *The anatomical record*. 2008. No 291. P. 661–671.
- Mochida S., Takikawa Y., Nakayama N. Diagnostic criteria of acute liver failure // *Hepatol. Res.* 2011. V. 41, No 9. P. 805–812.

30. Raurich J.M., Perez O., Llompart-Pou J.A., et al. Incidence and outcome of ischemic hepatitis complicating septic shock // *Hepatol Rea.* 2009. V. 34. P. 700–705.
31. Sass D.A., Shakil A. O. Fulminant hepatic failure // *Liver Transpl.* 2005. V. 11, No 6. P. 594–605.
32. Sundaram V., Shaikh O. S. Acute liver failure: current practice and recent advances // *Gastroenterol. Clin. North Am.* 2011. V. 40, No 3. P. 523–539.
33. Storch A.S., De Mattos J. D., Alves R., Galdino I. Dos S., Rocha N. M. Methods of Endothelial Function Assessment: Description and Applications // *Int. J. Cardiovasc Sci.* 2017. V. 30, No 3. P. 262–273.
34. Teixeira B.C., Lopes A. L., Macedo R. C., Correa C. S., Ramis T. R., Ribeiro J. L., Reischak — Oliveira A. Inflammatory markers, endothelial function and cardiovascular risk // *J. Vasc. Bras.* 2014. V. 13, No 2. P. 108–115.
35. Zafrmi E.S., Lederq B., Vemant J. R., Pinaudeau Y., Chomette G., Dhumeaux D. Massive blastic infiltration of the liver a cause of fulminant hepatic failure // *Hepatology.* 1983. 3(3). P. 428–32.

© Магомедов Хасея Магомедалиевич (hasai2014@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ВОЗМОЖНОСТИ РЕБИОПСИИ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ С EGFR+ РАСПРОСТРАНЕННЫМ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНЫМ РАКОМ ЛЕГКОГО (НМРЛ) ПРИ ПРОГРЕССИРОВАНИИ НА ФОНЕ ПРИЕМА ИНГИБИТОРОВ ТИРОЗИНКИНАЗЫ (ИТК) С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ РЕЗИСТЕНТНОСТИ

**POSSIBILITIES OF REBIOPSY FOR
MOLECULAR GENETIC TESTING IN
PATIENTS WITH EGFR+ ADVANCED NON-
SMALL CELL LUNG CANCER (NSCLC) WITH
PROGRESSION WHILE TAKING TYROSINE
KINASE INHIBITORS (TKI) TO DETERMINE
THE MECHANISMS OF RESISTANCE**

**D. Marinov
L. Laktionova
E. Reutova
D. Yudin**

Summary. Lung cancer is still one of the most serious human diseases. In latest years, the spread of this form of cancer has become epidemic, and WHO's worst predictions for rising morbidity and mortality have been justified. At present, in most patients (60–80%) suffering from recently found non-small cell cancer (NSCLC) in Russia, it is diagnosed with stage III–IV, which requires drug treatment. Currently, this type of malignant disease is leading in mortality among other oncological pathologies in developed countries and continues to be an urgent oncology problem. The identification of the disease for the most part in developed stages, when surgical treatment is not indicated, determines the place of radiation and chemotherapy in the provision of palliative care in this category of patients. The modern tactics of medicamental treatment is based on an agreement on the need for individualized treatment. The detection of point genetic mutations and the selection of targeted medicine that affect precisely this link in the chain of pathological processes that ensure vital activity and expansive growing of the tumor allow us to achieve the desired antitumor effect and quite often significantly improve long-term treatment results. The regularities of the resistance's formation to tyrosine kinase inhibitors (TKIs) of the erydermal growth factor (EGFR) are characterized by significant genetic and histological heterogeneity, including factors such as the amplification of MET and HER2, transformation into SCLC, the acquisition by tumor cells of signs of an epithelial-mesenchymal transfer, similarly to the appearance of secondary mutational changes. The EGFR T790M mutation is recognized in about 50% of patients who have received immunity to 1st and 2nd generation TKIs. Thus, it becomes necessary to

Маринов Димитр Тодорович

*К.м.н., в.н.с., НИИ Клинической Онкологии им. ак.
РАН и РАМН Н. Н. Трапезникова ФГБУ «НМИЦ онкологии
им. Н. Н. Блохина» Минздрава России, Москва
marinov@bk.ru*

Лактионова Людмила Валентиновна

*Д.м.н., профессор, ЗАО «МЦК»; ФГОУ ДПО Институт
повышения квалификации ФМБА России, Москва
laktionova@list.ru*

Реутова Елена Валерьевна

*К.м.н., с.н.с., НИИ Клинической Онкологии им. ак.
РАН и РАМН Н. Н. Трапезникова ФГБУ «НМИЦ онкологии
им. Н. Н. Блохина» Минздрава России, Москва
evreutova@rambler.ru*

Юдин Денис Иванович

*К.м.н., с.н.с., НИИ Клинической Онкологии им. ак.
РАН и РАМН Н. Н. Трапезникова ФГБУ «НМИЦ онкологии
им. Н. Н. Блохина» Минздрава России, Москва
yudinden@mail.ru*

Аннотация. Рак легкого (РЛ) остается одним из самых серьезных заболеваний человека. В последние годы распространение этой формы рака приобрело эпидемический характер, оправдываются наихудшие прогнозы ВОЗ по росту заболеваемости и смертности. Сегодня у большей доли больных (60–80%) с вновь выявленным немелкоклеточным раком легкого (НМРЛ) в России заболевание диагностируется на III–IV стадии, что требует лекарственного лечения. РЛ лидирует по показателю смертности среди других злокачественных заболеваний в развитых странах и до сих пор является актуальной проблемой онкологии. Выявление РЛ большей частью на запущенных стадиях, когда хирургическое лечение не показано, определяет место лучевой и химиотерапии (ХТ) в оказании паллиативной медицинской помощи у данной категории больных. Современная тактика лекарственного противоопухолевого лечения основывается на понимании необходимости индивидуализации лечения. Обнаружение точечных генетических мутаций и подбор таргетных препаратов, воздействующих именно на это звено цепочки патологических процессов, обеспечивающих жизнедеятельность и экспансивный рост опухоли, позволяет добиваться желаемого противоопухолевого эффекта и довольно часто существенно улучшает отдаленные результаты лечения. Механизмы формирования резистентности к ингибиторам тирозинкиназы (ИТК) эридермального фактора роста (EGFR) характеризуются значительной генетической и гистологической гетерогенностью,

re-obtain a sample of tumor tissue from the site of progression. The study of certain characteristics of the primary tumor, performed at the stage of early diagnosis, may not be fully informative for planning the treatment of relapse of the disease or when it progresses during therapy. The selection of methods for repeated analysis of the tumor's characteristics during treatment is an urgent problem in the daily activities of a doctor.

Keywords: rebiopsy, resistance to TKI, common non-small cell lung cancer, NSCLC, EGFR, T790M.

Последние достижения в лечении НМРЛ в большой степени связаны с пониманием молекулярно-генетических свойств злокачественного образования. Показательным является исследование Kris et al. по сравнению результатов лекарственного лечения НМРЛ на основе выявления генетического статуса опухоли: медиана выживаемости больных в группе, которой была назначена таргетная терапия при выявлении активирующей мутации, составила 3,5 года, а в группе без активирующих мутаций — 2,1 года. Спектр выявленных мутационных изменений был следующим: KRAS (25%), EGFR (15%), транслокации ALK (8%), редкие мутации EGFR (6%), 2 одновременные мутации (4%), BRAF (2%), HER2 (2%), PIK3CA (1%), MET амплификация (1%), NRAS (1%), MEK1 (<1%). Следует сказать, что лечение пациенты получали как в рамках клинической практики, так и в клинических исследованиях [2,8,9,11,12,14].

Необходимо уточнить, что ген EGFR кодирует трансмембранный белок — рецептор эпидермального фактора роста, который при связывании с соответствующими лигандами инициирует передачу сигнала по нескольким внутриклеточным каскадам, активность которых регулирует ряд процессов, прежде всего — выживаемость клеток и их пролиферацию. Наличие точечных мутационных изменений в 18-м экзоне, делеции в 19-м экзоне и точечных мутаций в 21-м экзоне данного гена ассоциируются с потенциальной гиперчувствительностью опухолевых клеток к gefитинибу, афатинибу, эрлотинибу или осимертинибу [17]. Ранний опыт таргетного лечения в общей (неизбирательной) популяции НМРЛ препаратами ИТК EGFR был разочаровывающим. Но неудача только подхлестнула поиск возможных причин того, почему у некоторых больных наблюдались выраженные

включая такие факторы, как амплификация MET и HER2, трансформация в мелкоклеточный рак легкого, приобретение клетками опухоли признаков эпителиально-мезенхимального перехода, а также появление вторичных мутационных изменений. Мутация EGFR T790M наблюдается примерно у половины пациентов, которые имеют приобретенную резистентностью к ИТК 1-го и 2-го поколения. Таким образом, появляется необходимость повторного получения образца опухолевой ткани из очага прогрессирования. Изучение тех или иных характеристик первичной опухоли, выполненных на этапе ранней диагностики, может оказаться не в полной мере информативным для планирования лечения рецидивов заболевания или при прогрессировании его на фоне терапии. Выбор методов повторного анализа характеристик опухоли в процессе лечения является актуальной проблемой в повседневной деятельности врача. По данным проведенных нами исследований дальнейшая тактика лечения (после 1–3 линии терапии) изменилась у 72% больных, причем у 52 пациентов (72,2%) выявили мутацию вторичной резистентности типа T790M+.

Ключевые слова: ребиопсия, резистентность к ИТК, распространенный немелкоклеточный рак легкого, НМРЛ, EGFR, T790M.

эффекты от применения этих препаратов. Оказалось, что препараты этого класса были эффективны при терапии опухолей, в которых имелись некоторые виды мутаций гена EGFR. Целый ряд клинических испытаний продемонстрировал преимущество ИТК перед ХТ в 1-й линии лечения [16,19,20,21]. Сравнение четырех исследований 3-й фазы по факторам режима, медианы БРВ, ОВ и ЧОО приведены в Таблице 1.

Следует отметить особенность реальной врачебной практики. Нередко приходится долго ждать результатов молекулярно-генетического исследования злокачественного образования, отчасти и из-за небольшого количества опухолевого материала, и больные начинают терапию с ХТ. Однако для когорты пациентов с наличием мутации в обсуждаемом гене доказана эффективность данного класса препаратов и во 2-й линии. Исследование Fiala et al [13], сравнивающее результаты лечения эрлотинибом и доцетакселом во 2-й линии терапии распространенного НМРЛ, продемонстрировало, что безрецидивная выживаемость достигла 2,1 месяца в группе доцетаксела по сравнению 1,9 месяца в группе эрлотиниба у пациентов без мутаций ($p=0.879$) и 8,4 месяцев у пациентов с данной мутацией ($p=0.017$). Назначение эрлотиниба или афатиниба у «EGFR положительных» больных во 2-й линии терапии вошло в клинические рекомендации с 2014 года [18].

Нужно сказать, что наиболее рациональной стратегией медикаментозного лечения НМРЛ с наличием активирующих мутаций EGFR является применение ИТК, начиная с 1-й линии терапии. Именно этот подход позволяет двукратно увеличить продолжительность жизни пациентов с метастатической или местно-распространенной

Таблица 1. Исследования 3-й фазы, сравнивающие эффективность ИТК и ХТ в 1-й линии лечения.

Исследование	Режим	Медиана безрецидивной выживаемости (БРВ), месяцы	Медиана общей выживаемости (ОВ), месяцы	Частота объективных ответов (ЧОО)%
IPASS(21)	Гефитиниб-карбоплатин/паклитаксел	9,5–6,3	21,6–21,9	71,2–47,3
NEJ002 (22)	Гефитиниб-карбоплатин/паклитаксел	10,8–5,4	27,7–26,6	73,7–30,7
OPTIMAL (23)	Эрлотиниб-гемицитабин/карбоплатин	13,1–4,6	22,7–28,9	83–36
EURTAC (24)	Эрлотиниб-цисплатин/доцетаксел/гемицитабин	9,7–5,2	19,3–19,5	58–15

формой заболевания. Несколько рандомизированных клинических испытаний определили и доказали эффективность препарата афатиниб (ИТК 2-го поколения), заключающуюся в следующем: во-первых, в достоверном увеличении времени без прогрессирования (ВБП) при использовании в 1-й линии терапии метастатического EGFR-мутированного НМРЛ по сравнению с ХТ, вне зависимости от характера мутации гена; во-вторых, в преимуществе в отношении ОВ в качестве 1-й линии терапии при частых мутационных изменениях в гене EGFR, например, при Del19 (ОВ увеличивается более чем на один год по сравнению с использованием ХТ); в-третьих, в положительном эффекте для ВБП, времени продолжительности лечения (ВПЛ) и ЧОО по сравнению с гефитинибом; в-четвертых, в терапевтической эффективности при метастазах в головной мозг и множестве прочих редко встречающихся мутационных изменений; в-пятых, в изменении дозировки препарата для лучшей переносимости терапии, которая выступает действенным способом снизить частоту медикаментозной токсичности при отсутствии ухудшения терапевтической эффективности. Также доказана эффективность применения данного таргетного препарата в терапии с РЛ при наличии мутационных изменений в гене HER2 [6].

Приобретение устойчивости изначально чувствительных к ИТК 1-го или 2-го поколения злокачественных клеток обычно связано с возникновением в гене EGFR вторичных мутационных изменений (T790M ~56%), а также с активацией других протоонкогенов (чаще всего — MET, KRAS, BRAF, Her-2) и с изменением клеток аденокарциномы в мелкоклеточный тип рака (до ~11% случаев). Нужно понимать, что если приспособление новообразования к терапии действительно протекает с помощью механизма возникновения мутации вторичной резистентности, то достаточно перспективным является применение во второй линии терапии EGFR T790M-специфического ингибитора — осимертиниба. С другой стороны, если устойчивость возникла с помощью другого механизма, то не следует назначать осимертиниб [15,17].

Необходимо обратить внимание, что полученные данные в первую учитывают биологические характе-

ристики злокачественного образования и степень его распространенности. Для объективной оценки этих особенностей используется анализ биопсийного материала, который можно получить различными способами: с использованием малоинвазивных эндоскопических или транскутанных пункционных методов или при малотравматичном хирургическом вмешательстве [1, 7].

И даже несмотря на то, что для получения образцов опухолевой ткани используется большое количество методов, уровень морфологически верифицированных случаев является достаточно низким и не превосходит 74% [5], что препятствует оказанию значительной части больных индивидуализированной медицинской помощи.

Необходимо констатировать, что ведущей проблемой до сих пор остается выбор метода получения материала, так как основными критериями являются травматичность и инвазивность метода, а также получение адекватного количества ткани злокачественного образования. В образцах, которые предназначены для анализа ДНК, РНК и белковых лизатов, содержание злокачественных клеток должно быть минимум 60% [8]. Возвращаясь к вопросу о морфологической структуре опухоли, следует также подчеркнуть, что и злокачественные клетки из-за генетической нестабильности являются достаточно гетерогенными [4].

Следует остановиться на проблеме надежности разных методов диагностики опухолевого материала. При центральной клиничко-анатомической форме заболевания или подкожном расположении метастатического очага не возникает значительных трудностей для получения материала, вполне достаточно выполнение бронхоскопии, либо тотальной биопсии подкожного образования (причем зачастую под местной анестезией). Основные трудности возникают при расположении целевых опухолевых очагов в плевральной полости либо в легочной паренхиме. При торакоскопических вмешательствах диагностический материал в адекватном количестве и качестве удается получить практически в 100% случаев [1]. Однако у ранее леченных больных условия

оперирования зачастую хуже за счет изменения структуры тканей, развития спаек в плевральной полости и т.д. При проведении эндосонографии из просвета верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) или трахео-бронхиального дерева в сочетании с тонкоигольной пункцией (ТИП) можно получить образец опухолевой ткани как из первичной опухоли легкого, так и/или из пораженных лимфоузлов корней легких, средостения. При применении этих методик показатель чувствительности достиг 91%, а и специфичности — 100% [3]. Ценность для диагностических целей чрескожной трансторакальной пункции новообразования или метастазов в легком при рентгенологическом контроле достигает 80–95%. Чувствительность, точность и специфичность этой методики равны 82–99%, 64–97% и 86–100% [7].

Необходимо сказать, что количественные и качественные характеристики биопсийного материала оказывают влияние на морфологическую оценку, а также определяют возможность провести генетическое исследование для персонализации лечения. Однако во время проведения этой процедуры при развитии заболевания возможно столкновение с проблемами технического плана из-за трудности в доступе к злокачественному образованию, а также общего тяжелого состояния пациента. Помимо этого, вследствие нарушения правил закрепления ткани качество биопсии может снизиться. Также не исключается и то, что из-за гетерогенности злокачественного образования полученный материал может не быть репрезентативным.

С другой стороны, жидкостная биопсия как альтернативный диагностический подход на сегодняшний день обладает низкой чувствительностью при сравнении с тестированием мутации в ткани, а на ранних стадиях развития опухоли или при ограниченном метастатическом процессе количества опухолевой ДНК (ц-ДНК), которая находится в состоянии циркуляции, может быть недостаточно для постановки диагноза. Однако исследование с ц-ДНК плазмы крови обладает также и рядом преимуществ перед биопсией: минимальной инвазивностью, возможностью получения материала в любой период лечения, а также отсутствием гетерогенности получения образца [12].

Теперь перейдем к описанию проведенного нами исследования.

Цель исследования

Изучение возможности и обоснование выполнения ребиопсии НМРЛ после проведенной таргетной терапии с целью возможного получения образца опухолевой ткани из очага прогрессирования, достаточного для морфологической верификации опухоли и проведения ее повторного генетического анализа, что тем самым

обеспечивает условия, необходимые для рационального планирования тактики лекарственного противоопухолевого лечения.

Дизайн исследования

Ретроспективный анализ эффективности различных видов малоинвазивной пункционной диагностики для получения достаточного цитологического и/или гистологического материала, оценка достаточности полученной информации для формирования уточненного диагноза (уточнения морфологической структуры злокачественного образования); ретроспективный анализ результатов генетического исследования образцов.

Критерии включения были следующими: в исследование входили больные с диссеминированным РЛ, которым была проведена пункционная биопсия при прогрессировании на фоне лечения препаратами ИТК для уточнения механизмов резистентности к этой группе медикаментов 1-го и 2-го поколений.

Материалы и методы

С ноября 2015 по ноябрь 2019 года повторные диагностические вмешательства были выполнены у 72 больных с диссеминированным НМРЛ, ранее получавших ИТК 1-го или 2-го поколения: 36 пациентов принимали гефитиниб, 4 — эрлотиниб, 32 — афатиниб. При этом из них мужчин было 18 (25%), а женщин — 54 (75%). Возраст больных варьировал от 27 до 81 лет. Обязательным условием была возможность получения образца опухолевой ткани из очага прогрессирования (гистологического или цитологического) и/или жидкостная биопсия для повторного молекулярно-генетического исследования с целью определения механизмов резистентности. В спектр исследуемых изменений включались: определение гистогенеза опухоли (возможная трансформация в мелкоклеточный рак), исследование на исходную мутацию в гене EGFR, мутация типа T790M. У 43 (59,7%) пациентов, у которых удалось получить «свежий» образец опухолевой ткани, выполнены следующие диагностические вмешательства: 4 (9,4%) диагностических пункции плевральной полости (цитологическое исследование плевральной жидкости); 2 (4,6%) биопсии метастазов в подкожно-жировой клетчатке; 36 (83,7%) трансторакальных пункционных биопсий опухолевых узлов в легких или по плевре; 1 (2,3%) — удаление мтс-очага в головном мозге. У всех этих пациентов также проводился анализ плазмы крови на мутацию вторичной устойчивости к терапии типа T790M, а у 29 (40,3%) — только жидкостная биопсия, так как получить образец опухолевой ткани из очага прогрессирования не представлялось возможным. Достаточное количество опухолевого мате-

риала было получено у всех 43 пациентов. После проведенных процедур осложнений отмечено не было.

Результаты

По данным проведенных исследований полученного материала у 32 (44,4%) больных была выявлена мутация вторичной резистентности типа T790M (12 принимали гефитиниб и 20 — афатиниб): 23 (72%) пациента после малоинвазивной диагностики и 9 (28%) пациентов по результатам только жидкостной биопсии. У 2 (2,8%) пациентов выявлена трансформация в мелкоклочный рак, у оставшихся 38 пациентов (52,8%) — причины резистентности не установлены. Из 23 пациентов, у которых была выявлена мутация типа T790M на основе образца опухолевой ткани, по результатам анализа плазмы крови только у 2 (8,6%) пациентов выявлено совпадение результатов. У остальных — ложноотрицательный результат. Пациенты, у которых была выявлена мутация вторичной резистентности, получили терапию осимертинибом, больные с мелкоклочным раком легкого получили ХТ в режиме эпозид + цис/карбоплатин. Остальные пациенты получили стандартную химиотерапию +/- иммунотерапия +/- моноклональные антитела.

Выводы

Таким образом, выбор дальнейшего лечения у больных диссеминированным НМРЛ после прогрессирования на фоне приема ИТК 1-го или 2-го поколения в рамках повседневной клинической работы не представляет большого количества альтернатив. Наиболее часто назначается ХТ, если общее состояние пациента позволяет проводить подобный вид лечения. Однако возможность выполнения ребиопсии из очага прогрессирования, несмотря на значительные трудности в ряде случаев, позволяет изменить тактику лечения, а также значительно улучшить качество и увеличить срок жизни пациентов, страдающих данной патологией.

При этом необходимо учитывать, что мутации T790M не являются универсальным механизмом резистентности, следовательно, нет никакой гарантии, что пациенты с рефрактерными EGFR-положительными опухолями будут подвергаться воздействию осимертиниба. Таким образом, основываясь на молекулярной эволюции этих опухолей, можно предположить, что последовательное назначение ИТК EGFR и резервирование осимертиниба для использования во время документированной резистентности может иметь больше смысла, если мы хотим получить наилучшие долгосрочные результаты. Когда мы лечим пациента с мутациями EGFR и прогрессирующим заболеванием, мы надеемся стимулировать длительную реакцию на ИТК, поэтому терапия в этом сценарии больше напоминает марафон, чем спринт. Разумеется, следует

понимать, что множественные факторы, индивидуальные в каждом случае, помогают определить решения по лечению в 1-й и 2-й линии терапии, включая доступные варианты медикаментозного лечения, которые сильно различаются в разных частях света, государствах и даже городах одной страны. Также следует внимательно проанализировать и учитывать такие факторы, как эффективность препарата, профиль медикаментозной токсичности и возможные нежелательные явления, ухудшающие качество жизни пациента и часто ведущие к отмене терапии, существующие сопутствующие заболевания в анамнезе больного, наличие метастазов в головной мозг и немаловажный экономический фактор — стоимость лечения. От учета всех этих характеристик в конечном итоге будет зависеть выбор препарата для лечения в рамках персонализированного подхода к терапии, который сегодня является золотым стандартом в лечении больных, в том числе и при наличии злокачественных образований.

В заключение следует отметить, что дальнейший анализ и подробное исследование механизмов резистентности к лекарственной терапии РЛ по-прежнему остается важнейшей проблемой для современной онкологии и медицины в целом. Это связано с тем, что РЛ лидирует по показателю смертности среди других онкологических заболеваний в развитых странах и часто диагностируется на поздних стадиях, из-за чего проведение хирургического лечения становится невозможным. Несмотря на неудачи в раннем опыте лечения таргетными препаратами, сегодня они кажутся наиболее эффективной и рациональной опцией в лечении пациентов с обсуждаемой онкологической патологией с наличием определенных мутаций на поздних стадиях, когда операционное вмешательство не показано, поскольку таргетные препараты воздействуют на конкретное звено патологических процессов, производя активный противоопухолевый эффект.

Кроме того, выбор методов повторного анализа характеристик опухоли в процессе лечения также остается важной проблемой в рутинной деятельности онколога, поскольку зачастую приводит к смене терапии на более эффективную. Этот вопрос в свою очередь также нуждается в дальнейшем изучении, что представляется актуальным направлением исследований. Также необходимо учитывать, что исследованные до сих пор мутации, выявление которых используется для назначения терапии при онкологических заболеваниях, в том числе и T790M, не выступают в качестве универсального механизма резистентности, поэтому их наличие не ведет к полной уверенности в том, что конкретные таргетные препараты обязательно приведут к успешному лечению опухоли. Обнаружение других мутаций, являющихся более точными предикторами ответа на терапию, способствовало бы лучшему пониманию механизмов резистентности и более явным успехам в лечении пациентов с РЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллахвердиев А.К., Лактионов К.К., Полоцкий Б.Е., Давыдов М.И. Современные возможности видеоторакоскопии в практике торакальной онкологии. Вестник Московского онкологического общества. 2009. № 5.
2. Безрукова О.В., Волкова И.В. Экогенные риски дискогенной дегенерации и современные пути физиотерапевтической коррекции // International Journal of Medicine and Psychology. 2019. Том 2 № 4. С. 153–157.
3. Бурдюков М.С., Юричев И.Н., Нечипай А.М., Чистякова О.В., Лактионов К.К., Долгушин Б.И., Унгиадзе Г.В., Маринов Д.Т., Назлиев П.Б. Роль тонкоигольной пункции под контролем эндоскопической ультрасонографии в морфологической верификации рака легкого. Клиническая и экспериментальная хирургия. 2015. № 4. стр. 63–72.
4. Зборовская И.Б. Современные стратегии исследования маркеров опухолевого роста в клинической практике. Успехи молекулярной онкологии. 2, 2014, 4–15.
5. Каприн А.Д., Старицкий В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2015 г. (заболеваемость и смертность) М., 2017., МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России.
6. Карабина Е.В., Любченко Л.Н., Давыдов М.М. Афатиниб в лечении метастатической и местно-распространенной аденокарциномы легкого с наличием мутаций EGFR: новые грани изученных возможностей // Медицинский совет. 2017. № 14 стр. 46–55.
7. Маринов Д.Т., Маргарян А.Г., Назлиев П.Б. Роль тонкоигольных пункций в морфологической верификации и молекулярно-генетическом тестировании рака легкого // Инновации и инвестиции. 2016. № 11 стр. 168–172.
8. Наронова Н.А., Кокарева О.В., Лаптева И.О., Спицына Т.П. Критерии эффективности средств для реминерализующей терапии // International Journal of Medicine and Psychology. 2019. Том 2 № 3. С. 81–84.
9. Поляков И.С., Имянитов Е.Н. Молекулярная патология рака легкого: клинические аспекты // Сибирский онкологический журнал. 2013. № 6 (60). С. 48–55.
10. Юдин Д.И., Антеев А.А., Маринов Д.Т., Ардзинба М.С., Лактионов К.К. Повторная биопсия у больных немелкоклеточным раком легкого IV стадии после лекарственного лечения // Российский онкологический журнал, М., 2016. № 4 стр. 179–185.
11. Cross DA, Ashton SE, Ghiorghiu S, et al. AZD9291, an irreversible EGFR TKI, overcomes T790M-mediated resistance to EGFR inhibitors in lung cancer. Cancer Discov. 2014;4:1046–1061.
12. Hanna N, Johnson D, Temin S, et al. Systemic Therapy for stage IV non–small-cell lung cancer: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline update. J Clin Oncol. 2017;35:3484–3515.
13. Fiala O, Pesek M, Finek J, Krejci J, Bortlicek Z, Benesova L, Minarik M. Second line treatment in advanced non-small cell lung cancer (NSCLC): comparison of efficacy of erlotinib and chemotherapy. Neoplasma. 2013;60(2):129–34.
14. Kris MG et al. A multicenter effort to identify driver mutations and employ targeted therapy in patients with lung adenocarcinomas: The Lung Cancer Mutation Consortium (LCMC). J Clin Oncol 31, 2013 (suppl; abstr 8019).
15. Lisberg A, Cummings A, Goldman JW, et al. A phase II study of pembrolizumab in EGFR-mutant, PD-L1, tyrosine kinase inhibitor naive patients with advanced NSCLC. J Thorac Oncol. 2018;13:1138–1145.
16. Maemondo M, Inoue A, Kobayashi K, et al. North-East Japan Study Group. Gefitinib or chemotherapy for non–small-cell lung cancer with mutated EGFR. N Engl J Med. 2010;362:2380–2388.
17. Mok TS, Wu Y-L, Ahn M-J, et al. Osimertinib or platinum–pemetrexed in EGFR T790M–positive lung cancer. N Engl J Med. 2017;376:629–640.
18. NCCN guidelines, ver. 1.2014. www.nccn.org
19. Ohashi K, Sequist LV, Arcila ME, et al. Lung cancers with acquired resistance to EGFR inhibitors occasionally harbor BRAF gene mutations but lack mutations in KRAS, NRAS, or MEK1. Proc Natl Acad Sci U S A. 2012;109: E2127–E2133.
20. Rosell R, Carcereny E, Gervais R, et al. Spanish Lung Cancer Group in collaboration with Groupe Français de Pneumo-Cancérologie and Associazione Italiana Oncologia Toracica. Erlotinib versus standard chemotherapy as first-line treatment for European patients with advanced EGFR mutation–positive non–small-cell lung cancer (EURTAC): a multicentre, open-label, randomised phase 3 trial. Lancet Oncol. 2012;13:239–246.
21. Zhou C, Wu YL, Chen G, et al. Erlotinib versus chemotherapy as first-line treatment for patients with advanced EGFR mutation–positive non–small-cell lung cancer (OPTIMAL, CTONG-0802): a multicentre, openlabel, randomised, phase 3 study. Lancet Oncol. 2011;12:735–742.

© Маринов Димитр Тодорович (marinov@bk.ru), Лактионова Людмила Валентиновна (laktionova@list.ru),

Реутова Елена Валерьевна (evreutova@rambler.ru), Юдин Денис Иванович (yudinden@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЕ АОРТО-БИФЕМОРАЛЬНОЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЕ У ПАЦИЕНТА С ТРОМБОЗОМ ЭНДОПРОТЕЗА АОРТЫ

LAPAROSCOPIC AORTO-BIFEMORAL PROSTHETICS IN A PATIENT WITH THROMBOSIS OF THE AORTIC ENDOPROSTHESIS

**P. Mozgovi
E. Spiridonov
V. Mandrikov
V. Ufimtsev
A. Lukovskova**

Summary. The article presents a clinical case of laparoscopic surgical treatment of thrombotic occlusion of the aortic endoprosthesis. Within 6 months after endoprosthetic repair of infrarenal aneurysm, the patient first suffered a thrombosis of the left branch of the endoprosthesis, in connection with which a cross-femoral bypass of the PTFE prosthesis was performed, and then a thrombosis of the aortic endoprosthesis. The patient was hospitalized urgently with the clinic of acute ischemia of both lower limbs. After appropriate preoperative preparation, the patient underwent laparoscopic aorto-bifemoral prosthetics with the removal of the proximal part of the stent graft and the formation of a proximal anastomosis completely laparoscopically. The postoperative period was uneventful. The patient was rehabilitated as soon as possible. Follow-up for 45 months, the aorto-bifemoral prosthesis is functioning, blood circulation of the patient's lower extremities is compensated.

On the basis of our experience we can conclude that laparoscopic surgery techniques can be successfully used for the correction of complications after operations for the abdominal aortic aneurysms.

Keywords: abdominal aortic aneurysm, aorto-femoral bifurcation prosthetics, laparoscopy.

Мозговой Павел Вячеславович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет»; ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России Клиника № 1, г. Волгоград
mozgovoypv@mail.ru*

Спиридонов Евгений Геннадьевич

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет»; ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России Клиника № 1, г. Волгоград
seg-s@mail.ru*

Мандриков Виктор Викторович

*Д.м.н., ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет»; ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России Клиника № 1, г. Волгоград
zetavic@mail.ru*

Уфимцев Владимир Сергеевич

*Сердечно-сосудистый хирург, ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России Клиника № 1, г. Волгоград
vovanuf87@list.ru*

Луковскова Анастасия Андреевна

*Сердечно-сосудистый хирург, ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России Клиника № 1, г. Волгоград
luckovskova@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлен клинический случай лапароскопического хирургического лечения тромботической окклюзии эндопротеза аорты. В течение 6 месяцев после эндоваскулярного протезирования инфраренального отдела аорты по поводу аневризмы пациент перенес вначале тромбоз левой бранши эндопротеза, в связи с чем было выполнено перекрестное бедренно-бедренное шунтирование ПТФЭ протезом, а затем тромбоз эндопротеза аорты. Пациент госпитализирован в срочном порядке с клиникой острой ишемии обеих нижних конечностей I ст. После соответствующей предоперационной подготовки пациенту выполнено лапароскопическое аорто-бифemorальное протезирование с удалением проксимальной части стент-графта и формированием проксимального анастомоза полностью лапароскопически. Послеоперационный период протекал без осложнений. Реабилитация пациента прошла в кратчайшие сроки. Наблюдение в течение 45 месяцев, аорто-бифemorальный протез функционирует, кровообращение нижних конечностей пациента компенсировано.



Введение

По сравнению с открытыми операциями эндоваскулярное протезирование аорты значительно снижает уровень периоперационной летальности и осложнений, что доказано рандомизированными исследованиями [2, 4, 6]. Но процент отдаленных осложнений после эндопротезирования выше: в сроки до 8 лет после первичной операции могут возникнуть как эндолики с ростом аневризмы, так и тромботические осложнения [1, 3, 4, 5]. Причем риск тромбоза стент-графта выше чем обычного протеза [3]. Лапароскопические технологии все чаще применяются для коррекции осложнений EVAR, в частности эндоликов [7, 8, 9, 10].

В данной статье представлен случай успешного лечения с помощью эндовидеохирургических методик тромботической окклюзии стент-графта.

Клиническое наблюдение

Пациент мужского пола, 69 лет, поступил в клинику в срочном порядке с диагнозом: Облитерирующий атеросклероз аорты, артерий нижних конечностей, II А ст. Аневризма инфраренального отдела аорты II типа. Окклюзия левой подколенной артерии. Состояние после эндоваскулярного протезирования аорты от 08.08.14. Тромбоз левой бранши протеза, перекрестное бедренно-бедренное шунтирование протезом ПТФЭ от 18.09.14. Тромбоз эндопротеза аорты, бедренно-бедренного шунта от 01.02.15. Острая ишемия обеих нижних конечностей I ст (по классификации И. И. Затевахина, 2002 г).

В 2014 году пациент перенес эндоваскулярное протезирование инфраренального отдела аорты по поводу аневризмы. Выписан в удовлетворительном состоянии. Через месяц после выписки госпитализирован с тромбозом левой бранши эндопротеза, пациенту выполнена тромбэктомия, и ввиду её неэффективности, перекрестное бедренно-бедренное шунтирование ПТФЭ протезом. Неосложненное течение послеоперационного периода с компенсацией кровообращения нижних конечностей. Через 5 месяцев резкое ухудшение состояния с развитием выраженного болевого синдрома в обеих нижних конечностях. Диагностирована, в том числе по данным компьютерной томографии (рис. 1 и 2), окклюзия эндопротеза аорты, перекрестного бедренно-бедренного шунта.

На основании нашего небольшого опыта можно заключить, что эндовидеохирургические методики могут успешно использоваться для коррекции осложнений после операций по поводу аневризмы абдоминальной аорты.

Ключевые слова: аневризма брюшного отдела аорты, аорто-бедренное бифуркационное протезирование, лапароскопия.

После соответствующей подготовки пациента принято решение о выполнении лапароскопического аорто-бифеморального протезирования.

Под комбинированной анестезией (эндотрахеальный наркоз и перидуральная анестезия) по линии Боброва-Пирогова-Кена осуществлен доступ к бедренным артериям, которые при ревизии проходимы с обеих сторон. После формирования карбоксиперитонеума в брюшную полость в типичных точках введены троакары с инструментами под контролем оптики. По левому боковому каналу, по линии Тольда, отступая от границы с кишечником на 1,5 см, вскрыта париетальная брюшина от уровня селезеночного угла до сигмовидной кишки. Нисходящая ободочная кишка отведена медиально. Мобилизованы левый мочеточник, аорта от уровня почечных артерий до проксимальных отделов общих подвздошных артерий. Определяется спавшаяся аневризма инфраренальной аорты диаметром около 4 см, в просвете стент-графт с тромботической окклюзией аорты на 1 см дистальнее проходимых почечных артерий и на всем протяжении. Аорта тотчас дистальнее почечных артерий пережата эндоскопическим сосудистым зажимом, пересечена поперечно, в просвете расположено основное тело эндопротеза — пересечено, проксимальная часть удалена (рис. 3–6).

Выполнена тромбэндартерэктомия из проксимальной части аорты. Произведено тотальное лапароскопическое наложение проксимального анастомоза между аортой и синтетическим протезом по типу «конец-в-конец» нитью Surgipro3-0 (рис. 7). Запуск кровотока после формирования дистальных анастомозов (рис. 8).

Общая продолжительность операции 280 мин. Время пережата аорты 100 минут. Время формирования проксимального анастомоза 40 минут. Объем кровопотери 800 мл, реинфузия аутоэритроцитов 530 мл.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Пациент был экстубирован через 4 часа после операции. Инотропной поддержки гемодинамики в послеоперационном периоде не требовалось. Кровопотеря по дренажам за сутки составила 80 мл. Через 30 часов после операции пациент был переведен из реанимационного в кардиохирургическое отделение. Переход к жидкой пище на 2-е сутки, к твердой на 4-е сутки после-



Рис. 1. КТ-аортография пациента при поступлении (окклюзия эндопротеза аорты).

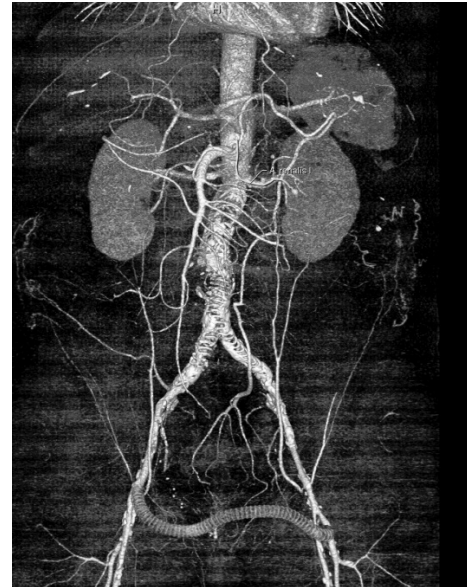


Рис. 2. КТ-аортография пациента при поступлении (окклюзия эндопротеза аорты и перекрестного бедренно-бедренного шунта, 3D реконструкция).

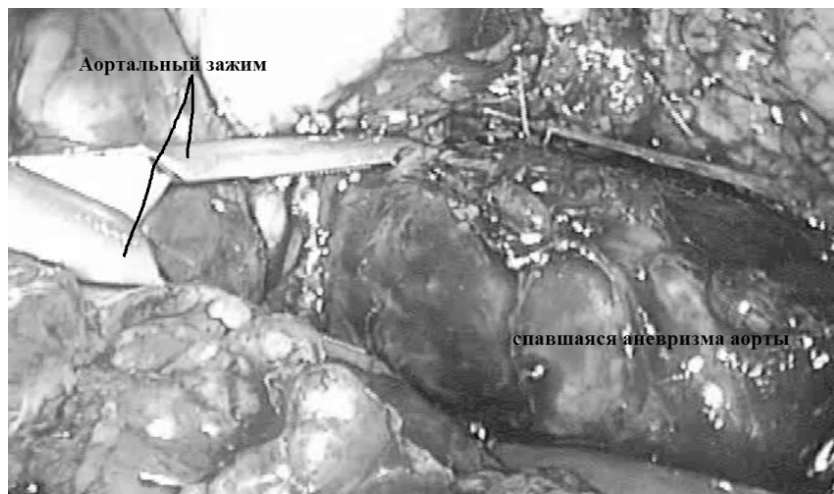


Рис. 3. Выделенная аневризма аорты.

операционного периода. Швы сняты на 7-е сутки послеоперационного периода, заживление послеоперационных ран первичным натяжением. Динамика показателей красной крови на 1-е, 3-и и 7-е сутки послеоперационного периода: Er — $4,15 \times 10^{12}$; Hb — 122 г/л; Er — $3,72 \times 10^{12}$; Hb — 110 г/л; Er — $3,64 \times 10^{12}$; Hb — 110 г/л. На 8-е сутки послеоперационного периода пациент выписан на амбулаторное лечение. Наблюдение в течение 45 месяцев, протез функционирует (рис. 10). Кровообращение нижних конечностей компенсировано. На рис. 9 представлена проксимальная часть эндопротеза аорты.

Обсуждение

Проблема повторных вмешательств после хирургического лечения по поводу аневризмы инфраренальной аорты остается актуальной. В течение 2–4 лет уровень выживаемости после эндоваскулярного протезирования аорты и открытых реконструкций выравнивается (89,6% и 89,7% соответственно), а уровень отдаленных осложнений, в основном за счет эндоликов и тромботических осложнений, увеличивается [2, 6, 9]. Это обуславливает необходимость постоянного наблюдения

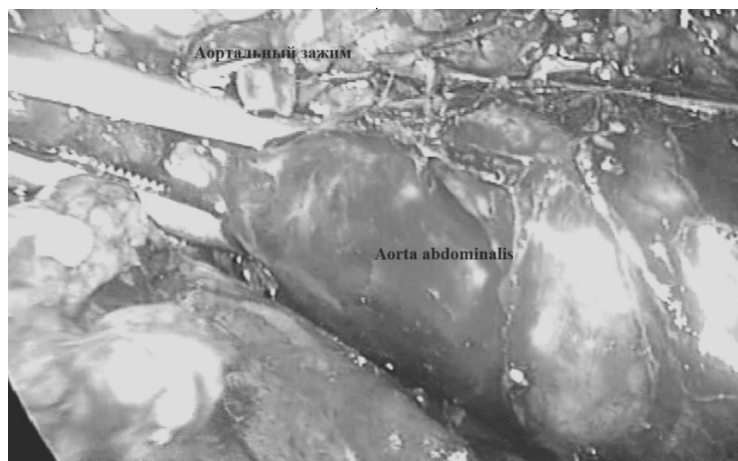


Рис. 4. Пережатие аорты.



Рис. 5. Аортомия, в просвете аорты основное тело эндопротеза.



Рис. 6. Удаление основного тела эндопротеза.

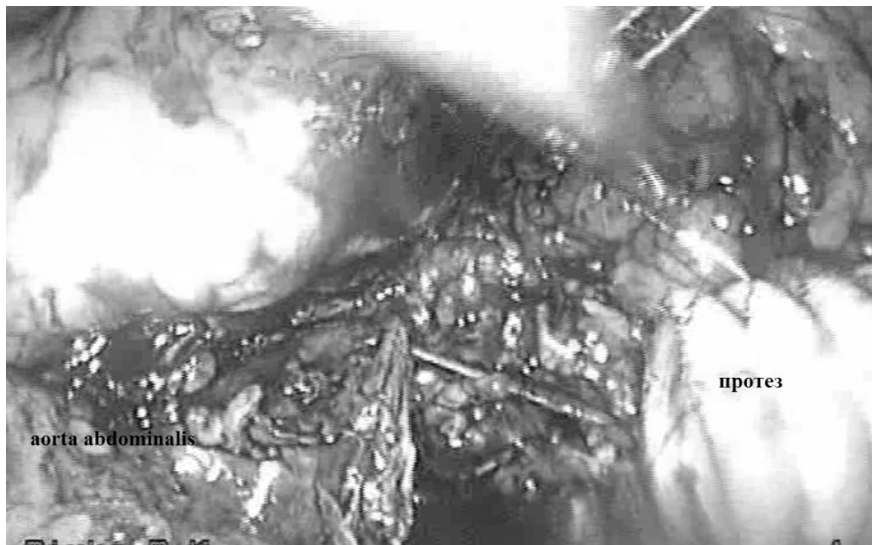


Рис. 7. Формирование проксимального анастомоза.



Рис. 8. Запуск кровотока.

пациентов после эндоваскулярного протезирования аорты, и зачастую приводит к выполнению повторных хирургических вмешательств [1, 6, 9]. Таким образом, рентгеноэндоваскулярные методы во многом облегчили проблему лечения аневризм инfracрентальной аорты, но не смогли полностью ее решить.

Эндовидеохирургические методики направлены на уменьшение хирургической травмы, оптимизацию течения послеоперационного периода и могут с успехом использоваться не только в качестве первичных хирургических

вмешательств при патологии абдоминальной аорты и ее ветвей, но и в ходе коррекции отдаленных осложнений после эндоваскулярного протезирования аорты [7, 8, 10].

Данный клинический пример демонстрирует, что лапароскопические методики могут успешно использоваться для лечения окклюзионных осложнений после ранее выполненных вмешательств по поводу аневризмы брюшной аорты. Накопление в дальнейшем опыта подобных вмешательств позволит подтвердить данное заключение статистически.

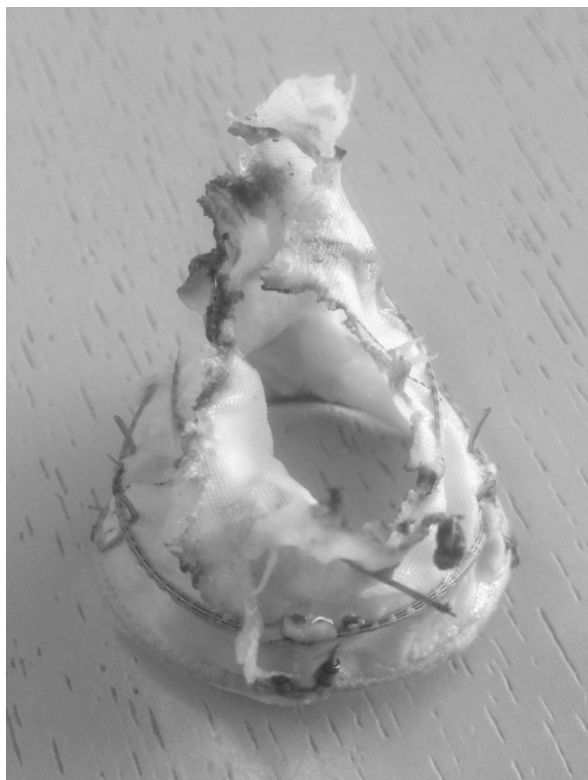


Рис. 9. Фрагмент основного тела стент-графта.



Рис. 10. КТ-аортография через 6 мес после аортобифemorального протезирования (3D реконструкция).

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты (Российский согласительный документ). — М.: Ангиология ИНФО, 2012. — 68 с.
2. Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 2): randomised controlled trial. *Lancet*. 2005 Jun 25;365(9478):2187–2192.
3. EVAR Trial Participants Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysms (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet* 2005;365:2179–2184
4. Greenhalgh RM, Brown LC, Kwong GP, Powell JT, Thompson SG. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. *Lancet*. 2004 Sep 4;364(9437):843–848.
5. Kansal V, Nagpal S, Jetty P. Late Open Surgical Conversion after Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* (2018) 55, 163–169.
6. Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, Matsumura JS, Padberg FT Jr, et al. For the Open Versus Endovascular Repair (OVER) Veterans Affairs Cooperative Study Group. Long-term comparison of endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med* 2012;367: 1988–97.
7. Lin JC, Kolvenbach R. Totally laparoscopic explantation of migrated stent graft after endovascular aneurysm repair: a report of two cases *J Vasc Surg* 2005;41:885–8.
8. Touma J, Coscas R, Javerliat I, Colacchio G, Goëau-Brissonnière O, Coggia M. A technical tip for total laparoscopic type II endoleak repair. *J Vasc Surg*. 2015 Mar;61(3):817–20.
9. Ultee K.H.J., Büttner S., Huurman R., Gonçalves F. B., Hoeks S. E., Bramer W. M., Schermerhorn M. L., Verhagen Hence J. M. Systematic Review and Meta-Analysis of the Outcome of Treatment for Type II Endoleak Following Endovascular Aneurysm Repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* (2018) 56, 794–807.
10. Wee I, Marjot T, Patel K, Bhugubanda V, Choong AMTL Laparoscopic ligation of Type II endoleaks following endovascular aneurysm repair: A systematic review. *Vascular*. 2018 Dec;26(6):657–669.

© Мозговой Павел Вячеславович (mozgovoyp@mail.ru), Спиридонов Евгений Геннадьевич (seg-s@mail.ru),
Мандриков Виктор Викторович (zemavic@mail.ru), Уфимцев Владимир Сергеевич (vovanuf87@list.ru),
Луковскова Анастасия Андреевна (luckovskova@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Мамаев курган, г. Волгоград

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЭРОЗИВНЫМ И ЭРОЗИВНО-ЯЗВЕННЫМ ЭЗОФАГИТОМ

Морошек Антон Александрович

К.м.н., с.н.с., Приволжский филиал ФГБУ
«Национальный медицинский исследовательский
центр онкологии имени Н. Н. Блохина» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
anton.moroshek@mail.ru

DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS AND COMPARATIVE RESULTS OF COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH EROSIIVE AND EROSIIVE-ULCER ESOPHAGITIS

A. Moroshek

Summary. Objective. To assess the possibility of using a histological study for the differential diagnosis of erosive-ulcerative esophagitis and erosive esophagitis by assessing the operational characteristics of the method in identifying erosive-ulcerative esophagitis in patients with erosive esophagitis. To substantiate the feasibility of using the comprehensive treatment algorithm (CTA), which is based on the performance of antireflux surgery, in patients with erosive-ulcerative esophagitis by comparing the safety and effectiveness of using the CTA in patients with erosive-ulcerative and erosive esophagitis. Materials and methods. The study was carried out on samples of 19 patients with erosive-ulcerative esophagitis (main group) and 282 patients with erosive esophagitis (control group). At the diagnostic stage, endoscopy, histological examination of mucosal samples and X-ray contrast study were used. At the stage of treatment — therapy with proton pump inhibitors and antireflux surgery. Results. Histological examination in patients with erosive esophagitis in order to identify erosive-ulcerative esophagitis, according to our data, has very high operational characteristics (sensitivity — 89.4% (95% CI 76.9%–96.5%), specificity — 99.5% (95% CI 98.1% — 99.9%)). There were no statistically significant differences between the study and control groups in the incidence of perioperative complications. Excellent and satisfactory long-term results of treatment were achieved in 94.7% (95% CI 74% — 99.9%) of patients with erosive-ulcerative esophagitis. There were no statistically significant differences in the results of treatment between patients in the main and control groups. Conclusion. Histological examination can serve as a valuable method of clarifying and differential diagnosis of erosive-ulcerative esophagitis. Safety and efficacy (including in comparison with those in patients with erosive esophagitis) make it possible to recommend the CTA, including antireflux surgery, for the treatment of patients with erosive-ulcerative esophagitis.

Keywords: treatment of GERD complications; diagnosis of GERD complications; antireflux surgery; erosive reflux esophagitis; erosive-ulcerative esophagitis.

Аннотация. Цель исследования. Оценить возможность применения гистологического исследования для дифференциальной диагностики эрозивно-язвенного эзофагита и эрозивного эзофагита путем оценки операционных характеристик метода при выявлении эрозивно-язвенного эзофагита у пациентов с эрозивным эзофагитом. Обосновать целесообразность применения комплексного лечебного алгоритма, в основе которого лежит выполнение антирефлюксной операции, у пациентов с эрозивно-язвенным эзофагитом посредством сравнения безопасности и эффективности применения комплексного лечебного алгоритма у пациентов с эрозивно-язвенным и эрозивным эзофагитом. Материалы и методы. Исследование проведено на выборках из 19 пациентов с эрозивно-язвенным эзофагитом (основная группа) и 282 пациентов с эрозивным эзофагитом (контрольная группа). На диагностическом этапе применялась эндоскопия, гистологическое исследование образцов слизистой и рентгеноконтрастное исследование. На этапе лечения — терапия ингибиторами протонной помпы и антирефлюксная операция. Результаты. Гистологическое исследование у пациентов с эрозивным эзофагитом с целью выявления эрозивно-язвенного эзофагита, по нашим данным, обладает очень высокими операционными характеристиками (чувствительность — 89,4% (95% ДИ 76,9%–96,5%), специфичность — 99,5% (95% ДИ 98,1%–99,9%)). Статистически значимые различия между основной и контрольной группами в частоте периоперационных осложнений отсутствовали. Отличные и удовлетворительные отдаленные результаты лечения были достигнуты у 94,7% (95% ДИ 74% — 99,9%) пациентов с эрозивно-язвенным эзофагитом. Статистически значимые различия в результатах лечения между пациентами основной и контрольной групп отсутствовали. Заключение. Гистологическое исследование может служить ценным методом уточняющей и дифференциальной диагностики эрозивно-язвенного эзофагита. Безопасность и эффективность (в том числе и в сравнении с таковыми у пациентов с эрозивным эзофагитом), позволяют рекомендовать комплексный лечебный алгоритм, включающий антирефлюксную операцию, для лечения больных с эрозивно-язвенным эзофагитом.

Ключевые слова: лечение осложнений ГЭРБ; диагностика осложнений ГЭРБ; антирефлюксная хирургия; эрозивный рефлюкс-эзофагит; эрозивно-язвенный эзофагит.

Введение

Эрозивный рефлюкс-эзофагит (ЭЭ) осложняет хроническое течение гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) в 7–12% случаев и по разным оценкам может встречаться у 0,8–2% населения развитых стран, нанося значительный социальный и экономический ущерб [1, 9, 12]. Хроническое течение нелеченного эрозивного эзофагита у 6–8% пациентов приводит к поражению базальной мембраны с формированием эрозивно-язвенного эзофагита (ЭЯЭ), в свою очередь приводящему к таким грозным последствиям, как кровотечение (в 38% случаев), формирование пептической стриктуры (в 12,5% случаев) и перфорация пищевода (в 3,4% случаев) [4].

В основе патогенеза ЭЭ и ЭЯЭ, как осложнений ГЭРБ лежит патологический гастроэзофагеальный рефлюкс (ГЭР), ведущий к продолжительному воздействию содержимого желудка на эпителий пищевода и вызывающий повреждающее действие, сходное с химическим ожогом [10, 11]. При этом особую роль в нарушении клапанного механизма кардии и развитии (ГЭР) играет нарушение нормальных анатомо-физиологических взаимоотношений органов пищеводно-желудочного перехода, в особенности грыжа пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД) [1, 8].

Основой патогенетического подхода к ведению пациентов с ЭЭ, таким образом, видится лечение, направленное на восстановление клапанной функции и поддерживающих механизмов пищеводно-желудочного перехода [5, 6, 7]. Лапароскопические фундопликации (ЛФ), которые на сегодняшний день являются «золотым стандартом» антирефлюксной хирургии, применяются в отделении хирургии пищевода ГАУЗ «РКОД» МЗ РТ с 1997 года в составе комплексного лечебного алгоритма (КЛА) у пациентов с осложненными формами ГЭРБ [3]. В то время, как безопасность и эффективность КЛА при ЭЭ показана нами в более ранних исследованиях [2], целесообразность его применения при ЭЯЭ требует подтверждения.

Развитие ЭЯЭ является отправной точкой для формирования всех прочих тяжелых осложнений ЭЭ. Именно выявление и лечение пациентов с ЭЯЭ играет основную роль в активной профилактике пищеводных кровотечений, пептической стриктуры и перфорации пищевода на фоне ГЭРБ. При этом дифференциальная диагностика между ЭЭ и ЭЯЭ может быть существенно затруднена при небольшой площади язв или выраженных отложениях фибрина [10].

Данное исследование посвящено изучению возможности применения гистологического исследования, как

метода дифференциальной диагностики ЭЭ и ЭЯЭ, а также оценке результатов комплексного лечения группы пациентов с ЭЯЭ, в том числе, и в сравнении с таковыми у пациентов с ЭЭ.

Цель исследования

Оценить возможность применения гистологического исследования для дифференциальной диагностики ЭЯЭ и ЭЭ путем оценки операционных характеристик метода при выявлении ЭЯЭ у пациентов с ЭЭ. Обосновать целесообразность применения комплексного лечебного алгоритма (КЛА), в основе которого лежит выполнение антирефлюксной операции, у пациентов с ЭЯЭ посредством сравнения безопасности и эффективности применения КЛА у пациентов с ЭЯЭ и с ЭЭ.

Материалы и методы

Объектами изучения являлись пациенты с эрозивным эзофагитом, госпитализированные для обследования и лечения в отделение хирургии пищевода Государственного Автономного Учреждения здравоохранения «Республиканский клинический онкологический диспансер» Министерства здравоохранения Республики Татарстан (ГАУЗ «РКОД» МЗ РТ) с 01.01.1997 по 31.12.2013 г. (дата выбрана для обеспечения срока наблюдения не менее 72 месяцев у всех пациентов), которым в ходе лечения была выполнена антирефлюксная операция. Все участники исследования были жителями Российской Федерации. Исследование было одобрено Этическим комитетом ГАУЗ «РКОД» МЗ РТ.

По типу структуры и организации исследование аналитическое ретроспективное. Для исключения влияния других осложненных форм ГЭРБ при сравнительной оценке результатов лечения и безопасности лечебного алгоритма рассматривались только случаи ЭЭ и ЭЯЭ без сочетания с другими осложненными формами ГЭРБ.

Критерии включения в исследование: диагноз при поступлении — ЭЭ или ЭЯЭ, не сочетающийся с другими осложненными формами ГЭРБ; наличие показаний к выполнению хирургической антирефлюксной операции. Критерии исключения из исследования: наличие противопоказаний к выполнению хирургической антирефлюксной операции; отказ от хирургической антирефлюксной операции по любым другим причинам; злокачественные новообразования в анамнезе. Конечные точки: окончание срока наблюдения после хирургической антирефлюксной операции, показания к повторной антирефлюксной операции.

Всего в исследование был включен 301 пациент, вышедших из исследования в течение срока наблюдения

Таблица 1. Перечень и веса интраоперационных осложнений

Интраоперационное осложнение	Вес интраоперационного осложнения
Ранение внутрибрюшных органов	1
Перфорация пищевода	5
Кровотечение	1
Пневмоторакс	1
Повреждение вагуса	5
Разрыв селезенки	1

Таблица 2. Перечень и веса ранних послеоперационных осложнений

Раннее послеоперационное осложнение	Вес раннего послеоперационного осложнения
Транзиторная дисфагия	1
Gas-bloat-синдром	1
Нагноение ран	1
Плеврит	1
Пневмония	7
Кровотечение	1
Свищ «манжетки» желудка	7
Пневмоторакс	1
Ишемические повреждения пищевода	7
Тромбоэмболия ЛА	7
Инфаркт миокарда	7
Перитонит	7
Медиастинит	7

не было. Пациентов с ЭЯЭ, составивших основную группу, было 19 (6,3% (95% ДИ 3,8%–9,7%)). Пациентов с ЭЭ без ЭЯЭ, составивших контрольную группу, — 282 (93,7%, 95% ДИ 90,3% — 96,2%). Срок наблюдения после выполнения антирефлюксной операции составил в основной группе от 72 до 274 месяцев, в контрольной группе от 72 до 278 месяцев.

При оценке операционных характеристик гистологического исследования при выявлении ЭЯЭ у пациентов с ЭЭ дополнительно была рассмотрена группа из 117 пациентов с ЭЭ и ЭЯЭ в сочетании с другими осложненными формами ГЭРБ.

Диагноз ставился на основании: общеклинического обследования, эндоскопического исследования пищевода и желудка (ФЭГДС) с двойной хромоскопией растворами Люголя и метиленового синего и биопсией из участков подозрительных на метаплазию и краевых участков эрозий слизистой; полипозиционного рентгеноконтрастного исследования пищевода и пищеводно-желудочного перехода с контрастированием бариевой взвесью.

Основой разработанного и применяемого нами комплексного лечебного алгоритма (КЛА), использованного

у пациентов основной и контрольной групп, были хирургические антирефлюксные вмешательства в различных вариантах. Мы выполняли антирефлюксные операции у всех пациентов с ЭЭ и ЭЯЭ, не имевших противопоказаний к операции.

Непосредственно КЛА состоял из 3 этапов: 1) консервативная антирефлюксная терапия длительностью 4–8 недель, включающая в себя регламентацию образа жизни, диету, медикаментозную антисекреторную терапию (ингибиторы протонной помпы (ИПП) — омепразол или рабепразол по 20 мг 1–2 раза в день), эукинетики (эукинетики — домперидон по 20 мг внутрь 3 раза в сутки или итоприд по 50 мг внутрь 3 раза в сутки за 30 минут до приема пищи), с целью уменьшения выраженности воспалительных изменений слизистой пищевода и перивисцерита; 2) антирефлюксная хирургическая операция; 3) диспансерное наблюдение, включавшее ФЭГДС с двойной хромоскопией и биопсией и рентгеноконтрастное исследование пищевода и пищеводно-желудочного перехода в течение первых 12 месяцев срока наблюдения с частотой 1 раз в 6 месяцев, далее — с частотой 1 раз в год, либо по мере возникновения жалоб. При необходимости выполнялась остановка кровотечения путем в/в введения ИПП и эндоскопического гемостаза.

Таблица 3. Перечень и веса поздних послеоперационных осложнений

Позднее послеоперационное осложнение	Вес позднего послеоперационного осложнения
Gas-bloat-синдром	3
Стойкая дисфагия	3
Диарея	1
Свищ «манжетки» желудка	3
Аэрофагия	1
Феномен «телескопа»	3

Таблица 4. Операционные характеристики гистологического исследования при выявлении ЭЯЭ у пациентов с ГЭРБ

Исследуемый метод (гистологическое исследование)	ЭЯЭ	Референсный метод (эндоскопия)		Всего
		ЭЯЭ	Не ЭЯЭ	
	ЭЯЭ	42	2	44
	Не ЭЯЭ	5	369	374
	Итого	47	371	418
Операционная характеристика		Значение	95% ДИ	
Чувствительность		89,36%	76,9%–96,45%	
Специфичность		99,46%	98,07%–99,93%	
Положительное отношение правдоподобия		165,77	41,47–662,67	
Отрицательное отношение правдоподобия		0,11	0,05–0,24	

Все зарегистрированные в процессе лечения пациентов с ЭЯ и ЭЯЭ осложнения были связаны с хирургическим этапом и его последствиями. Мы использовали информацию об интраоперационных осложнениях, ранних послеоперационных осложнениях (развившихся в срок до 3 месяцев после операции, срок в течение которого развившиеся осложнения ЛФ носили преимущественно транзиторный характер), поздних послеоперационных осложнениях (развившихся в срок от 3 месяцев до 1 года после операции) для разработки системы индексов, позволяющих обеспечить сопоставимость и сравнимость этих признаков у больных из разных групп. Осложнения были разделены на клинически значимые (однозначно ухудшают прогноз и утяжеляют течение заболевания и послеоперационного периода) и клинически мало значимые (имеют исключительно теоретическое и/или условное диагностическое значение). Каждому признаку был присвоен определенный коэффициент (вес). Веса клинически не значимых признаков принимали равными 1. Абсолютный индекс группы признаков для каждого отдельного пациента вычислялся, как сумма весов всех имеющихся у этого пациента признаков из данной группы, и характеризовал количество осложнений у данного пациента с учетом их тяжести. Относительный индекс (принимает значения от 0 до 1 включительно) вычислялся, как частное от деления абсолютного индекса на сумму всех весов из данной группы, то есть на максимально

возможное значение абсолютного индекса, характеризовал выраженность осложнений у данного пациента относительно максимально возможной).

Перечень и веса наблюдавшихся интраоперационных осложнений приведены в таблице 1:

Перечень и веса наблюдавшихся ранних послеоперационных осложнений приведены в таблице 2:

Перечень и веса наблюдавшихся поздних послеоперационных осложнений приведены в таблице 3:

Результаты лечения разделяли на ближайшие (исход, отмеченный в течение первого года наблюдения) и отдаленные (исход, отмеченный в течение всего срока наблюдения после первого года). Для обеспечения сравнимости результатов лечения у пациентов различных групп к отличным результатам относили отсутствие в послеоперационном периоде потребности в дополнительных лечебных манипуляциях и приеме ИПП, удовлетворительными считали результаты лечения пациентов, которым в послеоперационном периоде потребовались эндоскопические лечебные манипуляции и/или длительный прием ИПП. При возникновении необходимости в повторном хирургическом вмешательстве результат лечения считался неудовлетворительным.

В качестве порогового уровня статистической значимости было принято значение 0,05. Сравнение относительных частот признаков в 2 группах, а также в 3 и более группах с проводили применением критерия хи-квадрат Пирсона или приближенных формул. Границы доверительных интервалов (ДИ) для относительных частот (долей) вычислялись по методу Clopper-Pearson, точные значения уровней значимости вычисляли с помощью стандартных инструментов статистических программ. При анализе данных использовался пакет статистических программ STATISTICA 10.0 (StatSoft, США). Расчет характеристик диагностических процедур и их доверительных интервалов проводился в программе MedCalc 14.12.0 (MedCalc Software bvba).

Результаты исследования

Мы считали признаком наличия пептической язвы поражение слоев стенки пищевода глубже собственной пластинки слизистой. Кстати, следует отметить, что именно повреждение подслизистой основы признается спусковым механизмом в патогенезе такого тяжелого осложнения, как пептическая стриктура, что делает особо актуальной задачу своевременного обнаружения ЭЯЭ. Стандартом диагностики (референсным методом) мы считали эндоскопическое исследование. После анализа результатов эндоскопии и гистологии у 418 пациентов с ЭЭ и ЭЯЭ были вычислены параметры, характеризующие диагностическую ценность гистологического исследования в выявлении ЭЯЭ у пациентов с ЭЭ (Таблица 4).

Гистологическое исследование у пациентов с ЭЭ с целью выявления ЭЯЭ, по нашим данным, обладает очень высокими операционными характеристиками (чувствительность — 89,4% (95% ДИ 76,9%–96,5%), специфичность — 99,5% (95% ДИ 98,1%–99,9%). Гистологическое исследование в данном случае оказалось точным и ценным методом: нижняя граница 95% ДИ положительного отношения правдоподобия, 41,47, указывает на то, что в сомнительных случаях гистологическое исследование может быть с успехом использовано для уточняющей и дифференциальной диагностики ЭЯЭ.

Медиана возраста пациентов с ЭЯЭ на момент включения в исследование составила 52 года (95% ДИ 46 лет — 72 года), с ЭЭ — 50 лет (95% ДИ 48 лет — 51 год). Мужчин в основной группе было (63,2%, 95% ДИ 38,4%–83,7%), в контрольной группе — (57,8%, 95% ДИ 51,8%–63,6%). Грыжа пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД) имела у 17 из 19 пациентов с ЭЯЭ (89,5%, 95% ДИ 66,9% — 98,7%) и у 262 из 282 пациентов с ЭЭ (92,9%, 95% ДИ 89,3% — 95,6%), медиана длительности анамнеза ГЭРБ на момент поступления составляла в основной группе 20 месяцев (95% ДИ 4–38 месяцев), в контрольной группе — 24 месяца (95% ДИ 24–36 месяцев).

Статистически значимые различия в возрастном-половом составе, распространенности ГПОД и длительности анамнеза ГЭРБ между основной и контрольной группами отсутствовали.

Большинству пациентов (92,5% пациентов с ЭЯЭ и 95,7% пациентов с ЭЭ) была выполнена антирефлюксная операция в виде лапароскопической фундопликации (ЛФ) по Ниссену-Розетти или Ниссену. Фундопликации в вариантах по Дору и Тупе, а также операции из лапаротомного доступа выполнялись при наличии показаний или технических сложностей (выраженный спаечный процесс, невозможность полной фундопликации, необходимость в конверсии в лапаротомию и т.д.). Статистически значимых различий в частоте применения различных видов хирургического доступа между пациентами с ЭЯЭ и ЭЭ не отмечалось. Подавляющее большинство вмешательств (89,5% (95% ДИ 66,9% — 98,7%) у пациентов основной группы и 95,7% (95% ДИ 92,7% — 97,8%) у пациентов контрольной группы) было выполнено с применением малоинвазивных подходов. В 2 случаях (10,5%, 95% ДИ 1,3% — 33,1%) в группе ЭЯЭ и в 11 случаях (3,9%, 95% ДИ 2% — 6,9%) в группе ЭЭ потребовалась конверсия в лапаротомию (в 7 случаях у пациентов с ЭЭ для коррекции интраоперационных осложнений, в 2 и 4 случаях у пациентов с ЭЯЭ и ЭЭ, соответственно, — вследствие выраженного спаечного процесса в брюшной полости). Статистически значимых различий в частоте конверсий в лапаротомию при выполнении лапароскопических антирефлюксных операций между пациентами основной и контрольной группы не отмечалось. У 1 (0,4%) и пациента с ЭЭ операция была выполнена из лапаротомного доступа, причиной отказа от лапароскопии послужил выраженный спаечный процесс по данным анамнеза.

Средние значения относительных индексов интраоперационных (0,004 (95% ДИ 0–0,008) для ЭЯЭ и 0,11 (95% ДИ 0,004–0,017) для ЭЭ, $p > 0,05$), ранних послеоперационных (0,008 (95% ДИ 0,002–0,014) для ЭЯЭ и 0,012 (95% ДИ 0,009–0,014) для ЭЭ), $p > 0,05$) и поздних послеоперационных (0,011 (95% ДИ 0–0,022) для ЭЯЭ и 0,006 (95% ДИ 0,002–0,01) для ЭЭ), $p > 0,05$) осложнений имели очень низкие значения, что указывает на то, что большинство пациентов вообще не имели осложнений, а в случае наличия осложнений их выраженность была чрезвычайно далека от максимально возможной. И, в целом, комплексный лечебный алгоритм характеризовался высоким уровнем безопасности у пациентов с ЭЭ независимо от наличия ЭЯЭ. 95% ДИ для всех индексов пересекаются, таким образом, при уровне значимости 0,05 статистически значимые различия в количестве и выраженности интраоперационных, а также ранних и поздних послеоперационных осложнений между пациентами с ЭЭ и ЭЯЭ отсутствовали. То есть комплексный

Таблица 5. Сравнение ближайших результатов лечения пациентов с ЭЯЭ и ЭЭ.

Ближайший результат лечения	ЭЯЭ		ЭЭ		Значение p
	Относительная частота результата, %	95% ДИ	Относительная частота результата, %	95% ДИ	
Отличный	89,5%	66,9%–98,7%	94,3%	90,9%–96,7%	0,3939
Удовлетворительный	0,0%	0%–17,6%	0,7%	0,1%–2,5%	0,7144
Неудовлетворительный	10,5%	1,3%–33,1%	5,0%	2,7%–8,2%	0,3023

Таблица 6. Сравнение отдаленных результатов лечения пациентов с ЭЯЭ и ЭЭ.

Ближайший результат лечения	ЭЯЭ		ЭЭ		Значение p
	Относительная частота результата, %	95% ДИ	Относительная частота результата, %	95% ДИ	
Отличный	94,7%	74%–99,9%	94,7%	91,4%–97%	1
Удовлетворительный	0,0%	0%–17,6%	0,0%	0%–1,3%	1
Неудовлетворительный	5,3%	0,1%–26%	5,3%	3%–8,6%	1

лечебный алгоритм был одинаково безопасен у пациентов с ЭЭ независимо от наличия ЭЯЭ.

Сравнение ближайших результатов применения КЛА при лечении пациентов с ЭЯЭ и ЭЭ представлено в таблице 5.

При уровне значимости 0,05 статистически значимой разницы в ближайших результатах лечения между пациентами с ЭЭ и ЭЯЭ не отмечалось.

Сравнение отдаленных результатов применения КЛА при лечении пациентов с ЭЯЭ и ЭЭ представлено в таблице 6.

При уровне значимости 0,05 статистически значимой разницы в отдаленных результатах лечения между пациентами с ЭЯЭ и ЭЯЭ также отмечено не было.

Заключение

Нами на большом клиническом материале показано, что ЭЯЭ характеризуется специфическими изменениями (такими, как повреждение слоев стенки глубже собственной пластинки слизистой), выявляемыми при гистологическом исследовании. А само гистологическое исследование обладает высокими операционными характеристиками и может быть ценным методом уточняющей и дифференциальной диагностики ЭЯЭ и ЭЭ. С практической точки зрения это означает, что ЭЯЭ на фоне ЭЭ может быть выявлен при минимальной площади поражения слизистой, а значит, появляется

возможность скорректировать лечебную тактику, чтобы максимально снизить риск развития тяжелых осложнений, таких как пептическая стриктура, кровотечение и перфорация пищевода.

Наши данные указывают на то, что ГПОД, ЭЭ и ЭЯЭ можно рассматривать в качестве сопутствующих друг другу заболеваний: у 92,9% пациентов с ЭЭ и 89,5% пациентов с ЭЯЭ имела ГПОД. Эффективная коррекция ГПОД возможна только оперативным путем, таким образом, крайне высокая распространенность ГПОД у пациентов с ЭЭ и ЭЯЭ указывает на целесообразность обязательного включения антирефлюксной операции в алгоритм лечения данной патологии.

Крайне низкие значения относительных индексов интраоперационных, ранних и поздних послеоперационных осложнений (верхняя граница 95% ДИ менее 0,023) указывают на то, что выраженность периоперационных осложнений у пациентов с ЭЯЭ составляет не более 2,3% от максимально возможной, а применение КЛА можно охарактеризовать, как безопасное при лечении пациентов с ЭЯЭ. Отсутствие статистически значимой разницы в значениях относительных индексов периоперационных осложнений у пациентов с ЭЯЭ и ЭЭ указывает на то, что наличие ЭЯЭ не приводит к повышению частоты осложнений при использовании КЛА в лечении пациентов с ЭЭ.

КЛА показал высокую эффективность в лечении пациентов с ЭЯЭ: отличных и удовлетворительных результатов удалось достичь в 94,7% случаев (95% ДИ

74% — 99,9%). При этом присутствие ЭЯЭ у пациентов с ЭЭ не приводило к ухудшению результатов лечения.

Таким образом, безопасность и эффективность КЛА (в том числе и в сравнении с таковыми у паци-

ентов с ЭЭ), а также целесообразность выполнения хирургических антирефлюксных операций у всех пациентов с ЭЯЭ позволяют рекомендовать КЛА, включающий антирефлюксную операцию, для лечения больных с ЭЯЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бордин, Д. С. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь: от патогенеза к лечению / Д. С. Бордин, С. В. Колбасников // Лечащий Врач. — 2018. — № 7. — С. 34.
2. Морошек, А. А. Комплексный подход в лечении пациентов с осложнёнными формами гастроэзофагеальной рефлюксной болезни / А. А. Морошек, М. В. Бурмистров // Казанский медицинский журнал. — 2020. — Т. 101. — № 4. — С. 595–602.
3. Профилактика осложнений при лапароскопических антирефлюксных операциях / Т. Л. Шарапов, Е. И. Сигал, А. А. Морошек [и др.] // Эндоскопическая хирургия. — 2012. — № 3. — С. 9–14.
4. Распространенность эрозивного эзофагита и пептических стриктур пищевода по данным эндоскопических исследований / О. Ж. Пензина, С. С. Потхоева, В. В. Суворова [и др.] // Медицина завтрашнего дня: материалы XVII межрегион. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых: сб. науч. тр. — Чита, 2018. — С. 93–94.
5. Тарбаев, И. С. Нерешенные вопросы хирургического лечения гастроэзофагеальной рефлюксной болезни / И. С. Тарбаев, Д. И. Василевский, А. М. Ахматов // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. — 2018. — Т. 177, № 4. — С. 98–100.
6. Юрасов, А. В. Показания к оперативному лечению рефлюкс-эзофагита / А. В. Юрасов, А. Л. Шестаков, Т. Т. Битаров // Доказательная гастроэнтерология. — 2018. — Т. 7, № 2. — С. 30–34.
7. Bansal, A. Treatment of GERD complications (Barrett's, peptic stricture) and extra-oesophageal syndromes / A. Bansal, P. J. Kahrilas // Best practice & research. Clinical gastroenterology. — 2010. — Vol. 24. — P. 961–968.
8. Evidence-based practice guideline for surgical treatment of gastroesophageal reflux disease 2018 / H. S. Seo, M. Choi, S.-Y. Son [et al.] // Journal of gastric cancer. — 2018. — Vol. 18, № 4. — P. 313–327.
9. Guidelines for the Diagnosis and Management of Gastroesophageal Reflux Disease / M. E. Karim, S. Rahim, M. Mahmuduzzaman [et al.] // Journal of Shaheed Suhrawardy Medical College. — 2017. — Vol. 8, № 1. — P. 30–33.
10. Review article: oesophageal complications and consequences of persistent gastro-oesophageal reflux disease / J. Pisegna, G. Holtmann, C. W. Howden [et al.] // Alimentary pharmacology & therapeutics. — 2004. — Vol. 20, Suppl 9. — P. 47–56.
11. Role of the lower esophageal sphincter and hiatal hernia in the pathogenesis of gastroesophageal reflux disease / M. Fein, M. P. Ritter, T. R. DeMeester [et al.] // Journal of gastrointestinal surgery: official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract. — 2005. — Vol. 3. — P. 405–410.
12. Sonnenberg, A. Clinical epidemiology and natural history of gastroesophageal reflux disease / A. Sonnenberg, H. B. El-Serag // The Yale journal of biology and medicine. — 2005. — Vol. 72. — P. 81–92.

© Морошек Антон Александрович (anton.moroshek@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПЛАСТИКА БОЛЬШИХ И ГИГАНТСКИХ ГРЫЖ ПИЩЕВОДНОГО ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМЫ БИОКАРБОНОВЫМ СЕТЧАТЫМ ИМПЛАНТАТОМ

PLASTY OF LARGE AND GIANT ESOPHAGEAL HERNIA OF THE DIAPHRAGM WITH BIOCARBON MESH IMPLANT

I. Rosenfeld

Summary. The article presents the immediate and long-term results of using a biocarbon double-layer mesh implant in the repair of large and giant hiatal hernia. The study involved 310 patients. Significant deviations were obtained from the operation of giant hernias and the basic problems were identified for further improvement of the surgical technique.

Keywords: large hiatal hernia, giant hiatal hernia, alloplasty, biocarbon two-layer mesh implant.

Розенфельд Игорь Игоревич

*К.м.н., врач-хирург, ФГБОУ ВО Тверской ГМУ МЗ РФ
iiggo@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены непосредственные и отдалённые результаты использования биоуглеродного двухслойного сетчатого имплантата при пластике больших и гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы. В исследование было вовлечено 310 пациентов. Достоверные отклонения были получены по оперированию гигантских грыж и определены базовые проблемы для дальнейшего совершенствования хирургической техники.

Ключевые слова: большие грыжи пищеводного отверстия диафрагмы, гигантские грыжи пищеводного отверстия диафрагмы, аллопластика, биоуглеродный двухслойный сетчатый имплантат.

Введение

Данная статья является продолжением цикла исследований по вопросам оптимизации техники и методики проведения хирургических операций при больших (10–20 см²) и гигантских (более 20 см²) грыжах пищеводного отверстия и основывается на применении биоуглеродного двухслойного сетчатого имплантата [1–3].

Целью настоящего исследования является освещение непосредственных и отдалённых результатов пластики больших и гигантских хиатальных грыж при использовании биоуглеродного имплантата.

Материалы и методы исследования

Всего в исследование было вовлечено 310 пациентов: 231 человек (группа I) с большими и 79 человек (группа II) с гигантскими грыжами пищеводного отверстия диафрагмы. При этом осуществлялась аллопластика с использованием биоуглеродного двухслойного сетчатого имплантата, который имеет два ключевых преимущества.

Во-первых, используемый имплантат является не только облегчённым, но и частично состоит из волокон сверхпрочного биоуглерода, что снижает вероятность рецидива. В состав также входит монофиламентная синтетическая нить (монокрил), которая

рассасывается на протяжении нескольких месяцев. При этом вокруг имплантата формируется негрубая рубцовая ткань, и сморщивание сетки происходит в небольшой степени.

Во-вторых, сетчатый имплантат закрывается ножками диафрагмы, которые препятствуют его контакту с пищеводом. Таким образом, имплантат не вызывает «пилящего» эффекта при дыхательных движениях диафрагмы. Эти преимущества резко снижают риск пищеводных осложнений. Традиционная методика «onlay» пластики полипропиленовым имплантатом предусматривает использование стандартной или облегчённой сетки с фиксацией её поверх сшитых ножек диафрагмы. При этом формируется грубая рубцовая ткань, происходит значительное сморщивание сетки, сохраняется контакт имплантата с пищеводом, который приводит к развитию анатомического рецидива [4–9].

Для выполнения двухслойной пластики по разработанной методике сначала выполняется мобилизация ножек диафрагмы и части желудка, которая мигрировала в средостение, затем удаляется грыжевой мешок и создаётся позадипищеводный туннель, происходит мобилизация дна желудка путём частичного рассечения желудочно-селезеночной связки и мобилизация пищевода с устранением его укорочения путём параэзофагеальной медиастинальной диссекции. После этого выполняется собственно пластика. Края биоуглеродного имплантата в форме равнобедренного треугольника

Таблица 1. Сравнение пластики при больших грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с таковой при гигантских грыжах

Показатель	Группа I (n = 231)	Группа II (n = 79)	Значение (p)
Грыжи I тип 2 степени/ I тип 3 степени/II типа/III типа/ IV типа по классификации L. Hill	111/17/97/6	0/17/57/5	< 0,0001
Средний возраст пациента (годы)	48,3 ± 13,0 (18–73)	50 ± 9,6 (22–71)	0,3445
Пол (мужчины/женщины)	78/153	28/51	0,7852
Риск по шкале «ASA» I/II степени	188/43	65/14	0,8598
Средняя площадь грыжевого дефекта диафрагмы (см ²)	12,4 ± 2,2 (10,3–18,8)	27,9 ± 9,5 (20,3–64,7)	< 0,0001
Средний срок оценки отдалённых результатов (месяцы)	28,7 ± 7,3 (10–47)	28,3 ± 9,8 (10–48)	0,7216

с длиной сторон по 4 см и длиной основания 3 см фиксируются к каждой из ножек диафрагмы позади пищевода 2–3 узловыми швами с помощью нерассасывающегося шовного материала. При этом верхний край имплантата (основание треугольника) не доходит до пищевода, полностью поднятого кверху на 1 см, для исключения контакта. Таким образом, создается «первый пласт». Потом 2–3 узловыми швами ножки диафрагмы сшиваются между собой, что приводит к полному закрытию имплантата. При этом верхний шов не доходит до пищевода, полностью поднятого кверху на 0,5–1,0 см. Таким образом, создается «второй пласт». Пластика выполняется при введённом в желудок калибровочном зонде диаметром 30 Fr. Затем выполняется фундопликация по Ниссену с длиной манжетки 3 см с использованием нерассасывающегося шовного материала [1, 2].

Результаты и обсуждение

При сравнении пластики при больших грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с таковой при гигантских грыжах различие в распределении пациентов по типам и степеням грыж пищеводного отверстия диафрагмы оказалось статистически достоверным (111/17/97/6 против 0/17/57/5; $p < 0,0001$; критерий χ^2). Различие в среднем возрасте пациентов оказалось статистически недостоверным (48,3 ± 13,0 против 50,0 ± 9,6; $p = 0,3445$; критерий Манна — Уитни) ($M \pm m$, где M — выборочное среднее, m — ошибка среднего). Различие в распределении пациентов по полу оказалось статистически недостоверным (78/153 против 28/51; $p = 0,7852$; критерий χ^2). Различие в распределении пациентов по операционному риску «ASA» оказалось статистически недостоверным (188/43 против 65/14; $p = 0,8598$; критерий χ^2). Различие в средней площади грыжевого дефекта оказалось статистически достоверным (12,4 ± 2,2 против 27,9 ± 9,5; $p < 0,0001$; критерий Ман-

на — Уитни). Различие в среднем сроке оценки отдалённых результатов оказалось статистически недостоверным (28,7 ± 7,3 против 28,3 ± 9,8; $p = 0,7216$; критерий Манна — Уитни).

Пластика при больших грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с таковой при гигантских грыжах достоверно отличались только по типам и степени грыжи, а также по средней площади грыжевого дефекта, что отвечает поставленной задаче и позволяет сделать корректное сравнение результатов операций в данных группах (таблица 1).

Непосредственные результаты операций

Интраоперационных осложнений в I группе не было. В II группе имело место 2 случая (2,5%) пневмоторакса, который требовал дренирования плевральной полости. Достоверных отличий по частоте интраоперационных осложнений между группами не было (0,0% против 2,5%; $p = 0,0643$; точный критерий Фишера). Послеоперационные осложнения в I группе имели место у 5 пациентов (2,2%). При этом отмечалось 3 случая ателектазов с лихорадкой, 1 случай инфицирования троакарной раны, которые относились ко II степени по классификации «Clavien — Dindo». Кроме того, имелся 1 случай поддиафрагмальной гематомы, которая требовала функционального дренирования и относилась к III-A степени по классификации «Clavien — Dindo». Послеоперационные осложнения во II группе имели место у 2 пациентов (2,5%): ателектазы с лихорадкой, которые относятся ко II степени по классификации «Clavien — Dindo». Достоверных отличий по частоте послеоперационных осложнений между группами не было (2,2% против 2,5%; $p = 0,5692$; точный критерий Фишера). Средний послеоперационный койко-день составил 5,7 ± 1,7 (2–13) дней

Таблица 2. Сравнение непосредственных результатов между группами

Показатель	Группа I (n = 231)	Группа II (n = 79)	Значение (p)
Интраоперационные осложнения	2 (2,5%)	0	0,0643
Послеоперационные осложнения	5 (2,2%)	2 (2,5%)	0,5692
Послеоперационный койко-день	5,7 ± 1,7 (2–13)	5,9 ± 1,3 (3–9)	0,4113

Таблица 3. Сравнение отдалённых результатов между I и II группой

Показатель	Группа I (n = 231)	Группа II (n = 79)	Значение (p)
Анатомические рецидивы всех видов	13 (5,6%)	18 (22,8%)	< 0,0001
Симптомный анатомический рецидив и функциональный рецидив	7 (3,0%)	6 (7,6%)	0,0806
Симптомный анатомический рецидив	5 (2,2%)	9 (11,4%)	0,0007
Бессимптомный анатомический рецидив и функциональный рецидив	0 (0,0%)	1 (1,3%)	0,2548
Бессимптомный анатомический рецидив	1 (0,4%)	2 (2,5%)	0,1608
Функциональные рецидивы всех видов	6 (2,6%)	4 (5,0%)	0,2328
Симптомный функциональный рецидив	5 (2,2%)	3 (3,8%)	0,3327
Бессимптомный функциональный рецидив	1 (0,4%)	1 (1,3%)	0,4455
Рефлюкс — эзофагит	10 (4,3%)	9 (11,4%)	0,0239
Индекс «De Meester»	15,7 ± 25,8 (3,3–145,4)	31,3 ± 51,8 (4,1–188,5)	0,0664
Длительная функциональная дисфагия	19 (8,2%)	7 (8,8%)	0,8603
Стриктуры пищевода	3 (1,3%)	1 (1,3%)	0,7307
Повторные операции	2 (0,9%)	4 (5,0%)	0,0387

в I группы и 5,9 ± 1,3 (3–9) дней в II группе. По послеоперационным койко-дням достоверных отличий между группами выявлено не было (5,7 ± 1,7 против 5,9 ± 1,3, p = 0,4113, критерий Манна — Уитни) (таблица 2).

Отдалённые результаты

В I группе из 231 пациента анатомические рецидивы всех видов были выявлены у 13 человек (5,6%): симптомный анатомический рецидив с функциональным рецидивом у 7 пациентов (3%), симптомный анатомический рецидив у 5 пациентов (2,2%), бессимптомный анатомический рецидив с функциональным отсутствовали, бессимптомный анатомический рецидив имел место у 1 пациента (0,4%). Функциональные рецидивы всех видов были выявлены у 6 пациентов (2,6%): симптомный функциональный рецидив у 5 человек (2,2%) и бессимптомный функциональный рецидив имел место у 1 пациента (0,4%). Рефлюкс-эзофагит был выявлен у 10 больных (4,3%). Средний индекс «De Meester», измеренный у 162 пациентов, составил 15,7 ± 25,8 (3,3–145,4). Длительная функциональная дисфагия имела место у 19 человек

(8,2%). Стриктуры пищевода имели место в 3-х случаях (1,3%). Повторные операции выполнены 2 пациентам (0,9%) по поводу симптомного анатомического рецидива в сочетании с функциональным.

Во II группе из 79 пациентов анатомические рецидивы всех видов были выявлены у 18 человек (22,8%): симптомный анатомический рецидив с функциональным выявлены у 6 пациентов (7,6%), симптомный анатомический рецидив у 9 пациентов (11,4%), бессимптомный анатомический рецидив с функциональным у 1 пациентки (1,3%), бессимптомный анатомический рецидив у 2 пациентов (2,5%). Функциональные рецидивы всех видов выявлены у 4 пациентов (5%): симптомный функциональный рецидив у 3 человек (3,8%), бессимптомный функциональный рецидив у 1 больного (1,3%). Рефлюкс-эзофагит был выявлен у 9 пациентов (11,4%). Средний индекс «De Meester», измеренный у 60 больных, составил 31,3 ± 51,8 (4,1–188,5). Длительная функциональная дисфагия имела место у 7 пациентов (8,8%). Стриктура пищевода была у 1 человека (1,3%). Повторные операции были выполнены 4 пациентам (5%): 2 больным с симптомным анатомическим рецидивом в сочетании с функциональным, 1

пациентки по поводу стриктуры пищевода, 1 пациентки по поводу симптомного анатомического рецидива.

По частоте анатомических рецидивов всех видов было выявлено достоверное различие в пользу I группы (5,6% против 22,8%; $p < 0,0001$; критерий χ^2). По частоте симптомного анатомического рецидива в сочетании с функциональным достоверное различие выявлено не было (3,0% против 7,6%; $p = 0,0806$; критерий χ^2). По частоте симптомных анатомических рецидивов выявлено достоверное различие в пользу I группы (2,2% против 11,4%; $p = 0,0007$; критерий χ^2). По частоте бессимптомного анатомического рецидива в сочетании с функциональным рецидивом достоверное различие не выявлено (0,0% против 1,3%; $p = 0,2548$; точный критерий Фишера). По частоте бессимптомного анатомического рецидива достоверного различия также выявлено не было (0,4% против 2,5%; $p = 0,1608$; точный критерий Фишера). По частоте функциональных рецидивов всех видов достоверное различие не выявлено (2,6% против 5,0%; $p = 0,2328$; точный критерий Фишера). По частоте симптомного функционального рецидива достоверное различие выявлено не было (2,2% против 3,8%; $p = 0,3327$; точный критерий Фишера). По частоте бессимптомного функционального рецидива достоверное различие также не было выявлено (0,4% против 1,3%; $p = 0,4455$; точный критерий Фишера). По частоте рефлюкс-эзофагита

выявлено достоверное различие в пользу I группы (4,3% против 11,4%; $p = 0,0239$; критерий χ^2). По среднему индексу «De Meester» достоверное различие выявлено не было ($15,7 \pm 25,8$ против $31,3 \pm 51,8$; $p = 0,0664$; критерий Манна — Уитни). По частоте длительной функциональной дисфагии достоверное различие не выявлено (8,2% против 8,8%; $p = 0,8603$; точный критерий Фишера). По частоте стриктур пищевода достоверное различие выявлено также не было (1,3% против 1,3%; $p = 0,7307$; точный критерий Фишера). По частоте повторных операций выявлено достоверное различие в пользу I группы (0,9% против 5,0%; $p = 0,0387$; точный критерий Фишера) (таблица 3).

ВЫВОДЫ

По частоте анатомических рецидивов, в частности симптомных анатомических рецидивов аллопластика дала достоверно худшие результаты в II группе, то есть при гигантских грыжах пищеводного отверстия диафрагмы. Аналогичные результаты получены по частоте рефлюкс-эзофагита и повторным операциям. Достоверных отличий между сравниваемыми группами по частоте анатомических рецидивов выявлено не было. Результаты аллопластики в II группе можно считать близкими к удовлетворительным, но они требуют улучшения за счёт модернизации техники проведения операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенфельд И. И. Способ лапароскопической пластики больших и гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы с использованием биокарбонного имплантата // Патент на изобретение № 2694216.
2. Розенфельд И.И., Чиликина Д. Л. Оценка результатов использования сетчатых имплантатов при аллопластике грыж пищеводного отверстия диафрагмы / Исследования и практика в медицине. — 2018. — Т. 5, № 4. — С. 82–90. doi: 10.17709/2409–2231–2018–5–4–8
3. Розенфельд И.И., Акопян В. А. Классификация негативных результатов лапароскопических операций при грыжах пищеводного отверстия диафрагмы // Материалы XII Международной научно-практической конференции и студентов и молодых учёных-медиков «Молодежь — практическому здравоохранению». — Тверь: ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России. Совет молодых учёных и студентов. — 2018. — С. 856–858.
4. Targarona E.M., Grisales S., Uyanik O. et al. Long-term outcome and quality of life after laparoscopic treatment of large paraesophageal hernia // World journal of surgery. — 2013. — Vol. 37. — № 8. — P. 1878–1882.
5. Granderath F.A., Schweiger U. M., Kamolz T. et al. Laparoscopic antireflux surgery with routine mesh-hioplasty in the treatment of gastroesophageal reflux disease // Journal of gastrointestinal surgery. — 2002. — Vol. 6. — № 3. — P. 347–353.
6. Furnée E. Hazebroek E. Mesh in laparoscopic large hiatal hernia repair: a systematic review of the literature // Surgical endoscopy. — 2013. — Vol. 27. — № 11. — P. 3998–4008.
7. Frantzides C.T., Carlson M. A., Loizides S. et al. Hiatal hernia repair with mesh: a survey of SAGES members // Surgical endoscopy. — 2010. — Vol. 24. — № 5. — P. 1017–24.
8. Грубник В. В. Малиновский А. В. Критические аспекты лапароскопической хирургии гастроэзофагеальной рефлюксной болезни и грыж пищеводного отверстия диафрагмы // Одесса: ВМВ-типография. — 2015. — 106 с.
9. Antoniou S.A., Koch O. O., Antoniou G. A. et al. Mesh-reinforced hiatal hernia repair: a review on the effect on postoperative dysphagia and recurrence // Langenbeck's archives of surgery. — 2012. — Vol. 397. — № 1. — P. 19–27.

© Розенфельд Игорь Игоревич (iiggo@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ЗУБОВ С ПОМОЩЬЮ КЕРАМИЧЕСКИХ ВИНИРОВ

DENTAL PROSTHETICS WITH CERAMIC VENEERS

R. Sobir

Summary. The article describes the technology of microprosthetics of teeth in the provision of dental orthopedic care using ceramic veneers in order to preserve the enamel and aesthetics of teeth; the advantages, disadvantages, indications and contraindications of this technology are considered.

Keywords: prosthetics, microprostheses, veneers, technology of prosthetics with veneers, CEREC, ceramic laminates, lumineers, ultranishes.

Собир Ромиш Комолзод

К.м.н., доцент, АУ Чувашии «Институт
усовершенствования врачей» Минздравсоцразвития
Чувашии
rom-sobir@yandex.ru

Аннотация. Приведено описание технологии микропротезирования зубов при оказании стоматологической ортопедической помощи с применением керамических виниров в целях сохранения эмали и эстетики зубов; рассмотрены преимущества, недостатки, показания и противопоказания данной технологии.

Ключевые слова: протезирование, микропротезы, виниры, технология протезирования винирами, CEREC, керамические ламинаты, люминиры, ультраниры.

Одной из основных задач в ортопедической стоматологии является эстетическая реставрация дефектов зубных рядов. На данный момент эта задача успешно решается с помощью применения цельнокерамических материалов (безметалловой керамики). Данная технология используется в зубном протезировании в виде различных конструкций — зубных виниров, люминиров и других — во всех случаях, когда необходимо заменить старые конструкции или обширные пломбы и продлить жизнеспособность зуба с минимальными потерями твёрдых тканей и максимальным сохранением эстетики зубов.

Общие сведения

Виниры (*veneer, laminate*) — это тонкие фарфоровые (керамические) или композитные пластинки, замещающие вестибулярную (внешнюю) поверхность зуба, другими словами, виниры представляют собой *зубные накладки*. Полное название метода — *veneer porcelain* (фарфоровая облицовка). Винир — микропротез, восстанавливающий анатомическую форму зуба. Виниры позволяют наиболее щадящим способом улучшить эстетику зубов [3, 6].

Толщина виниров составляет в среднем 0,5 мм, благодаря этому они, как и природная эмаль зуба, прозрачны, свет отражается не от них, а от внутренних тканей самого зуба, поэтому зубы, покрытые винирами, ничем не отличаются от «родных» натуральных зубов.

Винирами обычно покрывается передние зубы (резцы и клыки) и боковые (премоляры и моляры — не всегда). Изготавливаются виниры в соответствии с формой, цветом зубов пациента и его пожеланиями.

Виниры позволяют полностью исправлять нарушения формы или цвета зуба, а также защищают зубы от многих отрицательных факторов. В результате восстановленный зуб обретает прочность и не отличается от остальных зубов.

Виниры бывают различных видов — полимерные (композитные, пластмассовые) и неполимерные (фарфоровые, керамические). Полимерные виниры изготавливаются из композитных материалов и обладают рядом существенных недостатков, таких как невысокая прочность, низкая эстетика, возможность возникновения аллергических реакций и пр.

По данной причине в статье рассматриваются именно керамические виниры.

Керамические виниры

Неполимерные виниры изготавливаются из керамики или медицинского фарфора только в условиях зуботехнической лаборатории [1, 2]. Их используют при необходимости реставрации как одиночных, так и значительного количества зубов.

Такие виниры позволяют устранить многие дефекты зубного ряда: неправильную форму, уклон зубов, трещины, сколы и потертость эмали, а также восстановить естественный цвет потемневших зубов, закрыть промежутки между зубами и пр.

Изготовление керамических виниров, как правило, требует несколько визитов пациента и может занять время около одной недели.

В первое посещение врач-стоматолог-ортопед должен осмотреть пациента на предмет отсутствия кариеса, воспаления и кровоточивости дёсен, а также определить цвет естественных зубов, для чего применяется специальная шкала с 15 основными оттенками. Кроме того, чтобы достичь максимально приближенного оттенка, совпадающего с эмалью соседних коронок зубов, используется специальная краска. От правильного выбора цвета будет зависеть естественность будущего результата.

После этого в соответствии с формой будущего винира осуществляется препарирование (обработка) передней поверхности зуба на определенную толщину, в среднем 0,5–0,7 мм, чтобы обеспечить место для будущего винира (толщина, т.е. поперечный размер пластинок виниров составляет от 0,4 до 1,5 мм, а в отдельных случаях до 2 мм). Препарирование зубов проводится под местной анестезией. С обработанной передней части зуба врач с помощью силиконового материала снимает анатомические оттиски (слепки) зубов, которые передаёт в зуботехническую лабораторию.

На время изготовления винира для защиты препарированного зуба от скапливания налёта на его шероховатой поверхности и других внешних раздражающих факторов устанавливаются временные виниры из пластмассы.

В следующее посещение проводится примерка композиции будущего винира из воска для того, чтобы согласовать с пациентом форму будущего винира. Далее зубной техник в зуботехнической лаборатории изготавливает уже постоянный винир одним из методов:

- ◆ наложение керамических порошков (классический метод);
- ◆ литье под давлением (пресс-керамика);
- ◆ фрезерование из цельных блоков, например, литий-дисиликатного блока.

На следующем этапе происходит примерка готового винира, во время которой необходимо убедиться в правильности выбранного цвета и формы. Затем зубной техник при необходимости подкрашивает его специальными красками под цвет рядом стоящих зубов. На этом этапе врач устраняет имеющиеся недостатки винира, подгоняет микропротез, проверяет прикус и только после этого принимает решение об установке винира на зуб, т.к. после окончательной фиксации винира коррекция уже практически невозможна. Далее поверхность отпрепарированного зуба очищают от цемента, примерочного геля и других посторонних включений. Затем поверхность зуба протравливают фосфорной кислотой (37%), что повышает прочность приклепления винира к зубу. Кислоту смывают обильным количеством воды. Перед фиксацией винира поверхность зуба высушивается и наносится специальный гель (праймер) для уменьшения чувствительности и защиты от возможного проникновения микрофлоры в ткани зуба. Через 30 секунд поверхность зуба ещё раз высушивается, после чего дополнительно наносится адгезив (клей), который полимеризуется лампой. Для улучшения ретенции возможна предварительная пескоструйная обработка контактной поверхности винира.

Фиксация готового изделия производится *следующим* образом:

- ◆ проводится протравливание внутренней поверхности винира 10% плавиковой кислотой в течение определённого времени (1–4 мин);
- ◆ винир тщательно промывается струей воды, помещается в ультразвуковую ванну на 2 минуты для удаления остатков геля и просушивается воздухом;
- ◆ на внутреннюю поверхность винира наносится фиксирующий материал и винир накладывается на зуб;
- ◆ до окончания полимеризации (затвердевания) удаляются излишки материала;
- ◆ с помощью специального цемента (жидкотекучего композиционного светоотверждаемого материала) винир приклеивается к зубу, при этом происходит прочная фиксация винира;
- ◆ после полимеризации фиксирующего материала проводятся шлифование и полирование так называемого клеевого шва.

Также непрямой керамический винир может быть изготовлен за одно посещение методом компьютер-

ного моделирования и фрезерования — CEREC (англ. *Chairside Economical Restorations of Esthetic Ceramic*, рус. *аппарат для экономичной и эстетической керамической реставрации*). Это комплекс из технологии, оборудования и материалов для изготовления зубных микропротезов (виниров, вкладок и накладок), вытачиваемых из керамических блоков с применением специализированной CAD/CAM системы [3, 4].

При использовании данной технологии вместо снятия анатомического слепка (оттиска) используют специальную трёхмерную сканирующую камеру, с помощью которой создаётся трёхмерная компьютерная модель (оптический оттиск) с высоким разрешением, что резко повышает её качество. Затем модель передаётся в шлифовальный блок, который под управлением компьютера из заготовки подходящего цвета и размера в течение 10–15 минут вытачивает микропротез. После этого врач приступает к примерке (припасовке) и фиксации готовой конструкции.

Преимущества и недостатки керамических виниров

Основным достоинством керамических (фарфоровых) виниров перед аналогами из других материалов (композитных и т.п.) заключается в том, их воздействие на пародонт практически отсутствует, так как края отреставрированной конструкции нет необходимости располагать под десной. К тому же коэффициент теплового расширения керамики и природных зубов практически совпадает [1].

Помимо этого, керамические обладают следующими **преимуществами**:

- ◆ повышенная эстетика (стабильность цвета, постоянный блеск);
- ◆ стабильность формы (низкая стираемость);
- ◆ биоинертность;
- ◆ устойчивость к пищевым красителям;
- ◆ прочность и долговечность.

Кроме того, уменьшается подверженность зубов кариесу, т.к. при фиксации зуб подвергается фторированию, поскольку в составе цементирующего состава содержится фтор.

Виниры не требуют какого-либо специального ухода, достаточна регулярная чистка их поверхности зубной щеткой и флоссами — так же, как и остальных зубов.

При соблюдении правил гигиены и рекомендаций стоматолога (отказаться от привычек грызть ногти, семечки, орехи и др.) керамические виниры могут служить более двадцати пяти лет.

Из **недостатков** керамических виниров можно отметить:

- ◆ низкий эффект ремонта при сколе (обломе) части винира;
- ◆ длительное время изготовления (по сравнению с композитными);
- ◆ невозможность снятия конструкции после постоянной фиксации;
- ◆ высокая стоимость.

Показания и противопоказания к применению виниров

К применению виниров существует ряд показаний и противопоказаний.

Показания

Использование виниров в стоматологии позволяет добиться высокого эстетического эффекта при различных дефектах поверхности и цвета зубов, таких как:

- ◆ измененный цвет зубов, не поддающийся коррекции методами отбеливания: пигментные пятна эмали, возрастные изменения цвета, пигментированные трещины эмали, флюороз и «тетрациклиновые зубы»;
- ◆ измененная форма зубов вследствие травмы или лечения корневого канала, клиновидные дефекты;
- ◆ зубы с нарушением развития эмали (несовершенный амелогенез, гипоплазия эмали) и зубы с нарушением развития формы (шиповидные зубы);
- ◆ повороты зубов вокруг своей оси и их наклоны;
- ◆ прогрессирующая стираемость зубов по окклюзии;
- ◆ промежутки между зубами (диастема, трема);
- ◆ необходимость коррекции эстетики фронтального участка зубного ряда изменением анатомической формы коронок отдельных зубов (при адентии либо наличии ретинированного зуба);
- ◆ наличие множественных небольших по размеру пломб, старых пломб, отличающихся по цвету от ткани зуба.

Противопоказания

Изготовление виниров противопоказано или нежелательно при функциональной недостаточности зубочелюстной системы пациента. Основное правило: прежде чем заниматься эстетикой, необходимо восстановить функцию. Протезирование при отсутствии зубов в боковых отделах либо восстановление их жевательной эффективности должно быть приоритетной задачей стоматолога.

Керамические виниры нельзя применять при следующих состояниях:

- ◆ прогрессирующие заболевания периодонта и кариозные болезни зубов;
- ◆ значительные дефекты эмали либо значительные её стирания, сошлифовывания;
- ◆ значительные дефекты коронки зуба (разрушение более половины её размера);
- ◆ парафункция жевательной мускулатуры (к примеру, бруксизм).

Современные керамические виниры

Современная стоматология предлагает альтернативные разновидности классических виниров — это керамические ламинаты, люминиры, ультраниры. В настоящей статье также необходимо привести их краткую характеристику.

Керамические ламинаты

Керамические ламинаты изготавливаются из прессованной керамики и фиксируются на адгезивный материал, соединяющий ламинат с естественным зубом в единый монолит. Таким образом, возможность откола винира (ламината) от зуба сводится практически к нулю. При использовании ламинатов нет необходимости в создании выраженного пришеечного уступа зуба и его обработки ниже десневого края [2, 4, 5]. В остальном их характеристики не отличаются от обычных виниров.

Люминиры

Люминиры (Lumineers) представляют собой тончайшие (толщиной не более 0,2–0,3 мм) фарфоровые пластинки, которые замещают внешний слой зубов. Благодаря такой толщине их практически невозможно идентифицировать на зубной поверхности. Данная технология запатентована компанией Cerinate (США, штат Калифорния) и изготовление таких пластинок происходит исключительно в лаборатории данной компании (США) по оптическим оттискам зубов [6]. В связи с этим общий срок восстановления зубов люминирами составляет не менее одного месяца, соответственно повышается их стоимость.

Люминиры максимально приближены по своим характеристикам к эмали живого зуба. Такие конструкции чаще всего не требуют предварительного препарирования зубов (за исключением индивидуальных люминиров, для которых можно провести небольшую коррекцию зубов). Люминиры, в отличие от виниров, можно снимать при необходимости. Конструкция люминиров намного прочнее, чем обычных виниров — это исключает возможность образования на поверхности люминиров микротрещин.

Таким образом, при использовании люминиров достигаются необходимый эстетический результат, наименьшее травмирование зуба при установке, а также износостойкость, надёжность и долговечность. Срок эксплуатации (службы) люминиров так же, как и у керамических виниров, составляет более двадцати пяти лет [3, 6].

Тем не менее, люминиры имеют достаточно высокую стоимость, а из-за отсутствия препарирования зубы с ними немного крупнее естественных. Кроме того, не рекомендуется их применение в случаях «пятнистой» или разноцветной эмали.

Ультраниры

Ультраниры представляют собой керамические изделия, которые крепятся к передним зубам верхнего или нижнего ряда и являются более дешёвыми (доступными) аналогами люминиров и по всем характеристикам очень похожи на них. Разница между ними заключается в том, что они изготавливаются в обычных зуботехнических лабораториях из сверхпрочной прессованной керамики [4, 5]. Поэтому сроки изготовления ультраниров существенно меньше люминиров, что позволяет обеспечить ультратонкими накладками достаточно большое количество пациентов.

Максимальная толщина подобных накладок обычно не превышает 0,5 мм, а в среднем составляет 0,3–0,4 мм, что чуть толще, чем люминиров, но меньше, чем у виниров. При применении ультраниров требуется минимальное препарирование вестибулярной поверхности зуба. Однако ультраниры имеют относительно небольшой срок службы конструкции, зависящий от используемого материала и составляющий в среднем 10–12 лет.

Следует отметить, что при выборе конкретного вида накладок мнение о том, что виниры лучше, чем люминиры и ультраниры, или наоборот, является ошибочным — всё зависит от клинической картины и ожидаемых результатов на ортопедическом приёме.

Заключение

Керамические виниры способны полностью имитировать собственные ткани зуба, а также позволяют полностью исправлять нарушения формы или цвета зуба. К тому же современные технологии позволяют придать виниру любые оттенки, которые будут имитировать цвет и прозрачность соседних здоровых зубов. Кроме того, такие виниры защищают зубы от многих отрицательных факторов. То есть, помимо внешней привлекательности, данные конструкции обладают высокой прочностью и надёжностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение. Учебник / В. Н. Трезубов, Л. М. Мишнев, В. В. Трезубов. — М.: МЕДпресс-информ, 2017.
2. Стоматологическое материаловедение. Наглядное учебное пособие / под ред. Энтони фон Фраунхофера, — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017.
3. Гюрель Г. Керамические виниры. Искусство и наука / Г. Гюрель. — М.: Азбука стоматолога, 2007.
4. Виниры (ламинаты): учеб.-метод. пособие / С. А. Наумович и др. — Минск: БГМУ, 2013.
5. Петрикас О. А. Лечение больных с поражением твердых тканей зубов винирами. — Тверь: ТверьГМУ, 2009.
6. Beier U. S. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years / U. S. Beier, I. Kapferer, D. Burtscher, H. Dumfahrt. — Int J Prosthodont, 2012.

© Собир Ромиш Комолзод (rom-sobir@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Институт усовершенствования врачей» Минздравсоцразвития Чувашии

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abramov S. —Candidate of Sciences in Biology, assistant professor, Bashkirian State Pedagogical University named after M. Akmulla (Ufa)
abramov-67@mail.ru

Afonin A. —Bryansk State Academician I.G. Petrovski University
afonin.salix@gmail.com

Agayeva T. —doctoral student (SD), Institute of Microbiology of ANAS, Baku
article_1@mail.ru

Agnokova T. —candidate of medical sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
agnokova-t@mail.ru

Agranovich N. —doctor of medical Sciences, Professor, Stavropol state medical University Ministry of health of Russia
nagranovich@mail.ru

Albakova H. —Senior Lecturer, Ingush State University, Magas

Albakova M. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Ingush State University, Magas
albakova2017@mail.ru

Albotova L. —Cardiologist, Gbuz "Mostovskaya CRH", Krasnodar territory, village. Mostovskoy
doc.l.90@mail.ru

Aliyeva G. —Employee, Sumgait State University; candidate for a degree at the Institute of Microbiology of ANAS, Baku
azmbi@mail.ru

Baranovich V. —PhD, Assistant Professor, RUDN University (Moscow)
vubara@yandex.ru

Batyrbekova F. —candidate of medical sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Batyrbekovaf@mail.ru

Beretskiy I. —Moscow Aviation Institute (National Research University)
ISberetskij@mai.ru

Bogatyreva L. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Ingush State University, Magas

Bydanov Ye. —Adjunct, Federal State Public Educational Institution of Higher Professional Education Military Telecommunication Academy named after the Soviet Union Marshal S.M. Budienny
egorius.90@mail.ru

Chernyaev M. —PhD, Assistant, RUDN University (Moscow)
mikhailcherniaev@mail.ru

Danishyan K. —MD, National Research Center for Hematology (Moscow)
ntanisian@gmail.com

Datsenko N. —assistant, Novosibirsk State Medical University
Datsenko.natasha@yandex.ru

Dedikov D. —Samara state medical University Ministry of health of the Russian Federation, Samara; chief physician, maxillofacial surgeon of the highest category Scientific and Practical center of maxillofacial surgery and dentistry, "AVERS" Krasnodar
avers_23@mail.ru

Deryabina S. —PhD in Biological Sciences, Clinical and Diagnostic Center «Maternal and Child Health Protection» (Yekaterinburg); Researcher, Institute of Immunology and Physiology Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Researcher, Ural Federal University (Yekaterinburg)
ssderyabina@gmail.com

Egorova E. —Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
egorovaek@mati.ru

Faybushevich A. —PhD, RUDN University (Moscow)
faibushevich.a@gmail.com

Gagieva D. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Ingush State University, Magas

Galikeeva G. —Candidate of Sciences in Biology, assistant professor, Bashkirian State Pedagogical University named after M. Akmulla (Ufa)
galikeevagf@yandex.ru

Gendugova O. —candidate of medical sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
oksistom@mail.ru

Gitelson D. —PhD student, Interventional Cardiologist, RUDN University (Moscow); National Research Center for Hematology (Moscow)
danielgitelson@gmail.com

Gitelson E. —PhD student, Assistant, RUDN University (Moscow)
altnlu88@mail.ru

Gorbunova T. —Researcher, Sochi Branch of the Institute of Natural and Technical Systems
tatianashaw@mail.ru

Gudkova N. —candidate of geological and mineralogical sciences, Senior Researcher, Sochi Branch of the Institute of Natural and Technical Systems
n.k.gud@yandex.ru

Gumerova O. —Candidate of Sciences in Biology, assistant professor, Bashkirian State Pedagogical University named after M. Akmulla (Ufa)
gumerova_80@mail.ru

Irbitskiy I. —Moscow Aviation Institute (National Research University)
ILSirbitskij@mai.ru

Katsman V. —Postgraduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
vikto9494@gmail.com

Katsova G. —Candidate of Medical Sciences, associate professor, FEE HPE "Orenburg State Medical University"
kazovagalina@yandex.ru

Kharitonov Y. — Postgraduate, senior lecturer, Polytechnic Institute (branch) NEFU n.a. M.K. Ammosov in Mirny
kharitonovyakov@gmail.com

Khubieva V. —senior lecturer, Polytechnic Institute (branch) NEFU n.a. M.K. Ammosov in Mirny
lilacrose@mail.ru

Kiselev S. —Postgraduate Student, Southwest State University
kss89066905225@yandex.ru

Kozlov I. —Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
kozlovilya@bk.ru

Kryukov A. —JSC "Concern of aerospace defense "Almaz-Antey"
alexeykryukov@yandex.ru

Kugusheva N. —senior lecturer, Polytechnic Institute (branch) NEFU n.a. M.K. Ammosov in Mirny
natali_k-80@mail.ru

Kuznetsova K. —ITMO University, Saint Petersburg
kseniasova@gmail.com

Laktionova Lyudmila Valentinovna,—doctor of medical Sciences, professor
laktionova@list.ru

Lapshin A. —Assistant, RUDN University (Moscow)
temik74@gmail.com

Likhacheva A. —assistant, Stavropol state medical University Ministry of health of Russia
a.anopchenko@mail.ru

Lisun V. —IKBFU, Kaliningrad
lisun.valer@yandex.ru

Lukovskova A. —cardiovascular surgeon, Volgograd State Medical University of the Ministry of health of Russia Clinic No. 1, Volgograd
luckovskova@yandex.ru

Magomedov K. —Assistant, Dagestan state medical University
hasai2014@mail.ru

Mamresheva S. —Assistant, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Didinag089@mail.ru

Mandrikov V. —MD, Volgograd State Medical University; Volgograd State Medical University of Minzdrav of Russia of Clinic № 1, Volgograd
zemavic@mail.ru

Marinov D. — candidate of medical Sciences, leading researcher
marinov@bk.ru

Matova N. — Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher, Sochi Branch of the Institute of Natural and Technical Systems
lej06@yandex.ru

Maximkin D. — PhD, Assistant Professor, RUDN University (Moscow)
danmed@bk.ru

Mokryakov A. — Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University); Associate Professor, Russian State University named after A.N. Kosygin
MokryakovAlvik@gmail.com

Molodkina N. — Candidate of technical sciences, associate professor, ITMO University, Saint Petersburg

Moroshek A. — Ph.D., Volga branch of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Senior Researcher
anton.moroshek@mail.ru

Mozgovoï P. — doctor of medical Sciences, Professor, Volgograd State Medical University; Volgograd State Medical University of the Ministry of health of Russia Clinic No. 1, Volgograd
mozgovoypv@mail.ru

Muravyeva A. — Moscow regional branch Academy of national economy and public administration under the President of the Russian Federation
89151589804@mail.ru

Novikov F. — PhD in Engineering, professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
fedornovikov51@gmail.com

Pakhomova O. — Independent researcher
oksanagulimova76@mail.ru

Prozorov Ya. — Candidate of Technical Sciences, associate professor, FGBOU VO «Bryansk State Technical University», Bryansk
yprozorov@gmail.com

Pruss B. — Candidate of Technical Sciences, associate professor, FGBOU VO «Bryansk State Technological University of Engineering», Bryansk
prussbor@gmail.com

Reutova E. — candidate of medical Sciences, senior researcher
evreutova@rambler.ru

Romanova E. — candidate of pedagogical sciences, Russian State Social University
klenar2001@mail.ru

Romanov V. — Candidate of Technical Sciences, associate professor, FGBOU VO «Bryansk State Technological University of Engineering», Bryansk
vromanov62@mail.ru

Rosenfeld I. — Ph.D., surgeon, Tver State Medical University
iiggo@mail.ru

Sazonova E. — Southwest State University
catasaz@mail.ru

Sazonov S. — Ph. D., associate Professor, Southwest State University
serg_saz@mail.ru

Semenova M. — senior lecturer, Polytechnic Institute (branch) NEFU n.a. M.K. Ammosov in Mirny
mariya_semyonova86@mail.ru

Sergienko O. — Candidate of technical sciences, associate professor, ITMO University, Saint Petersburg

Seryodkin I. — PhD, Leading Researcher, Pacific Geographical Institute FEB RAS (Vladivostok)
seryodkinivan@inbox.ru

Shamunova V. — graduate student of National research Tomsk state university
evtushenko_nika@mail.ru

Shevchenko M. — PhD student, IKBFU, Kaliningrad
lionsorciere@gmail.com

Shogenov A. — Assistant, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
www.tolik099990@yandex.ru

Shortanova D. —Assistant, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Shortanova.dina@mail.ru

Skripskaya V. —IKBFU, Kaliningrad
visknot@gmail.com

Sobir R. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, AI of Chuvashia "Postgraduate Doctors' Training Institute" HealthCare and Social Development Ministry
rom-sobir@yandex.ru

Spiridonov E. —PhD, associate Professor, Volgograd State Medical University; Volgograd State Medical University, Russian Ministry of health Clinic No. 1, Volgograd
seg-s@mail.ru

Suvorov A. —PhD, Senior Lecturer, Moscow Civil Engineering University
suvorovap@mgsu.ru

Svyatenko A. —Project manager of testing, EGAR Service LLC, Moscow
info@egartech.com

Taran V. —candidate of cultural studies (ICT), Autonomous noncommercial organization of higher education «Moscow International University»; All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of Russian Academy of Sciences, Russia
allscience@lenta.ru

Tsvetkov V. —FGBOU VO «Bryansk State Technological University of Engineering», Bryansk
cvetjk3239@gmail.com

Ufimtsev V. —cardiovascular surgeon, Volgograd State Medical University of the Ministry of health of Russia Clinic No. 1, Volgograd
vovanuf87@list.ru

Vasiliev A. —PhD, Interventional Cardiologist, National Research Center for Hematology (Moscow)
vasilisa_oven@mail.ru

Veretnik G. —PhD, Assistant Professor, RUDN University (Moscow)
veretnik-m@mail.ru

Voronina L. —Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Ural Federal University (Yekaterinburg)
voronina_612@outlook.com

Vyurkov S. —Dentist-orthopedist-therapist, SPCLinic Atyrau; West Kazakhstan state medical university named after Marat Ospanov
uispa82@gmail.com

Vokulova J. —Candidate of Medical Sciences, orthopedic dentist, Federal state official institution "Polyclinic No. 2 of the Federal customs service of Russia", Nizhny Novgorod
vokulova@rambler.ru

Yakimova A. —doctor of medical sciences, professor, Novosibirsk State Medical University
a.yakimova2@yandex.ru

Yakimov M. —PhD, Head of Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, CNR, Messina, Italy
michailiakimov@iamc.cnr.it

Yudin D. —candidate of medical Sciences, senior researcher
yudinden@mail.ru

Zagolilo S. —Engineer, Polytechnic Institute (branch) NEFU n.a. M.K. Ammosov in Mirny
exside93@mail.ru

Zaitseva E. —Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Ural Federal University (Yekaterinburg)
e.v.zaitceva@urfu.ru

Zhulev E. —Doctor of Medical Science, professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical Center»
hrustalev54@mail.ru

Zorkin A. —Candidate of medical sciences, associate professor, Surgut State University
az_99@mail.ru

Zotkin S. —PhD, Assistant Professor, Moscow Civil Engineering University
zotkinsp@mgsu.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).