

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№4 2021 (АПРЕЛЬ)

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>

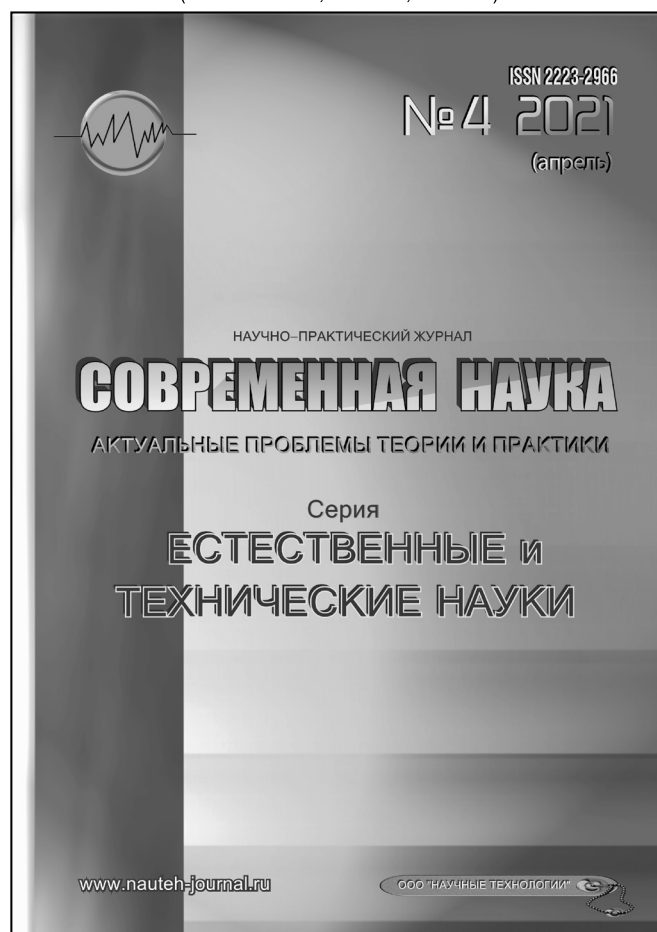
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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 15.04.2021 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 Мурадovich — 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 Ильясovich — 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

Благодуров И.С.—Поведение/размножение/жизненный цикл криля как маркер климатических изменений в Антарктике (обзор литературы)
Blagodurov I.—Behavior / reproduction / life cycle of krill as a marker of climate change in the Antarctic. 7

Гасанова Г.М.—Разнообразие микроскопических грибов и их роль в водной экосистеме Азербайджана
Hasanova G.—Diversity of microscopic fungi and their role in the aquatic ecosystem of Azerbaijan. 14

Гасимов Д.Ф.—Общая характеристика болезней и их возбудителей на растениях кукурузы, культивируемой в условиях Азербайджана
Gasimov F.—General characteristics of disease and their creators on corn plant cultivated in the condition of Azerbaijan. 21

Гусейнова Л.С., Агвердиева Р.Р.—Генетические исследования периодической болезни у населения Азербайджана
Huseynova L., Haqverdiyeva R.—Genetic research of familial Mediterranean Fever disease in Azerbaijan population. 25

Дмитриева Е.Л., Жердева С.В.—Эколого-ценотическое разнообразие водных и околоводных биоценозов реки Псёл
Dmitrieva E., Zherdeva S.—Ecological and coenotic diversity of aquatic and near-water biocenoses of the Psel River 30

Захаров Н.Е., Шлапакова С.Н., Кондрашова И.Н., Кондыкова Н.Н.—Влияние неблагоприятных экологических факторов на адаптационные изменения в организме спортсменов
Zakharov N., Shlapakova S., Kondrashova I., Kondykova N.—Impact of the adverse environmental factors on athletes' adaptation changes. 34

Искакова А.Н., Курмангазин М.С., Жумагалиева Г.Д., Кургамбекова М.Ж., Нурланова Г.Н., Астраханов Э.Р., Аманжанова А.А.—Оценка качества жизни пациентов на этапе противовирусной терапии
Iskakova A., Kurmangazin M., Zhumagaliyeva G., Kurgambekova M., Nurlanova G., Astrakhanov Э., Amanzhanova A.—Assessment of the quality of life of patients at the stage of anti-viral therapy. 39

Шаймарданов А.Р.—Особенности формирования приспособительных реакций у пришлого населения крайнего севера
Shaimardanov A.—Features of the formation of adaptive reactions in the alien population of the far north. 44

Шаталова Е.В., Парахина О.В., Хмелевской В.И.—Проявление гиперчувствительности замедленного типа при гнойно-воспалительном процессе Кандида-бактериальной этиологии в условиях иммуносупрессии
Shatalova E., Parahina O., Khmelevskoy V.—The manifestation of delayed hypersensitivity in the purulent-inflammatory process of Candida-bacterial etiology under conditions of immunosuppression. 50

Информатика, вычислительная техника и управление

Азиева Г.Т., Алимагамбетова А.З.—Применение имитационной модели цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов
Azieva G., Alimagambetova A.—Application of a simulation model of a supply chain of crude oil and petroleum products 55

Арысбек А.Б., Сапарходжаев Н.П., Абдрахманов Р.Б.—Разработка системы обнаружения повреждений автомобиля с использованием сверточных нейронных сетей
Arysbek A., Saparkhodzhaev N., Abdrakhmanov R.—Development of a vehicle damage detection system using convolutional neural networks. 62

Бабарицкий П.А. —Анализ методов обхода защиты веб-сайтов от извлечения данных <i>Babaritsky P.</i> —Analysis of methods to bypass data extraction protection of websites.72	Ломазов А.В. —Индикативно-темпоральное лингвистическое описание многосценарных региональных социально-экономических программ <i>Lomazov A.</i> —Indicative-temporal linguistic description of multi-scenario regional socio-economic programs119
Барышева А.Е. —Учет ESG факторов при формировании инвестиционного портфеля <i>Barysheva A.</i> —Environmental, social, and governance factors as a part of the investment strategy.80	Маковский К.Е. —Сопоставление методов оценки защищенности корпоративных информационных систем <i>Makovsky K.</i> —Comparison of methods for assessing the security of corporate information systems.124
Белякова Е.В. —Теоретические основы информатики в контексте информационных потребностей коллективных и индивидуальных пользователей <i>Belyakova E.</i> —Theoretical foundations of computer science in the context of the information needs of collective and individual users87	Найнг Мин Тун, Гаврилов А.И., Пья Пьо Паинг, Ньян Линн Тун, Тхет Аунг Тху — Обнаружения объектов на основе глубоких нейронных сетей в задаче навигации автономного мобильного робота <i>Naing Min Tun, Gavrilov A., Pyae Phyo Paing, Nyan Linn Tun, Thet Aung Thu</i> — Object detection for an autonomous mobile robot based on deep neural networks128
Золотарева Т.А. —Аналоги корреляционного критерия Пирсона <i>Zolotareva T.</i> —Analogues of the Pearson correlation test.90	Нурмухамедов Т.Р., Гулямов Ж.Н., Абдуллаев Э.С., Азимов А.А. —Моделирование оптимального размера запаса материальных ценностей склада вагонного депо <i>Nurmukhamedov T., Gulyamov Zh., Abdullaev E., Azimov A.</i> —Modeling of the optimum size of material values stock in the wagon depot warehouse.135
Зубков Е.В., Дедков Ю.В., Каратаева П.М., Худенко В.Н. —Гидродинамический подход к моделированию нестационарных процессов в ионосферной плазме <i>Zubkov E., Dedkov Y., Karataeva P., Khudenko V.</i> —Hydrodynamic approach to modeling non-stationary processes in ionospheric plasma99	Руссков О.В., Воронков И.А., Сараджишвили С.Э. —Методический подход к прогнозированию неравномерного временного ряда <i>Russkov O., Voronkov I., Saradgishvili S.</i> —The methodical approach to forecasting an uneven time series142
Колязов К.А., Одинокова Е.В., Остапенко А.Е., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. —Модель автоматизированной системы управления технологическим процессом производства аммиачной селитры <i>Kolyazov K., Odinokova E., Ostapenko A., Smirnov D., Tuchkina L., Yashin D.</i> —Model of automated control system of ammonium nitrate production process106	Трокоз Д.А. —Методика косвенной динамической биометрической верификации <i>Trokoz D.</i> —Method of indirect dynamic biometric verification.148
Крюков А.А., Безверхий О.А. —Роль ёмкости рынка средств противовоздушной обороны при обосновании безубыточности производства <i>Kryukov A., Bezverkhy O.</i> —Role of air defense market capacity in justification of production reliability.111	Храпов С.Д. —Использование Apache Solr для анализа данных <i>Khrapov S.</i> —Using Apache Solr for data analysis.154

Ширяев А.П., Капитанов А.И.—Методы обработки естественного языка в приложении для языковой практики
Shiryayev A., Kapitanov A.—Natural language processing techniques in a language practice application.....158

Клиническая медицина

Аксёнов Д.И., Майборода Ю.Н., Аксёнов И.Н.—Математические предпосылки конструирования фронтальной группы зубов при прогеническом соотношении беззубых челюстей
Aksyonov D., Mayboroda Yu., Aksenov I.—Mathematical prerequisites for the design of the frontal group of teeth with a progenic ratio of the edentulous jaws.....162

Атаева З.Н., Атаева Л.А., Бейбалаева А.М., Гусейнова Р.К., Османова А.В., Шамилова С.Г.—Эффективность монотерапии телмисартана при артериальной гипертензии и хронической обструктивной болезни легких
Ataeva Z., Ataeva L., Beibalaeva A., Guseynova R., Osmanova A., Shamilova S.—Efficiency of telmisartan monotherapy in arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease.....167

Будайчиев Г.М.-А., Омарова Х.О., Курбанова С.Х., Макаева Э.О.—Клинические формы заболеваний пародонта у больных сахарным диабетом 2 типа
Budaichiev G., Omarova H., Kurbanova S., Makaeva E.—Akhmedova S.—Clinical forms of periodontal diseases in patients with type 2 diabetes mellitus.....172

Варганова А.Н., Краснов Е.А., Дарвин В.В., Аскерова А.А., Мамедов С.Г.—Оптимизация нутритивной поддержки пациентов с резекцией тонкой кишки в экстренной хирургии
Varganova A., Krasnov Ev., Darwin V., Askerova A., Mamedov S.—Optimization of nutritional support for patients with small bowel resection in emergency surgery.....176

Вишнева Е.М., Веснина Н.С.—Ишемический инсульт и covid-19: механизмы патогенеза, клинические характеристики и трудности лечения в условиях пандемии
Vishneva E., Vesnina N.—Ischemic stroke and covid-19: pathogenesis mechanisms, clinical characteristics, and treatment difficulties in a pandemic.....185

Гуменюк Л.Н., Узбекова Л.Д., Лебедева А.М.—К вопросу о влиянии covid-19 на неврологический и психический статус

Gumenyuk L., Uzbekova L., Lebedeva A.—To the question about the influence of covid-19 on the neurological and mental status.....193

Жигалова М.С., Кутепов Д.Е., Пасечник И.Н.—Влияние различных методов лечения синдрома ишемии-реперфузии на риск неблагоприятного исхода заболевания

Zhigalova M., Kutetov D., Pasechnik I.—Effect of different treatments for ischemia-reperfusion syndrome on the risk of adverse outcome of the disease.....200

Иговская А.С., Березкин А.С., Ахметова В.В., Тарасова Т.П.—Комплексный подход к лечению шизотипического расстройства в условиях стационара
Igovskaya A., Berezkin A., Akhmetova V., Tarasova T.—An integrated approach to the treatment of schizotypal disorder in a hospital setting.....205

Кукушкин Е.П., Мидленко В.И., Мидленко О.В.—Предупреждение повреждения большой подкожной вены в развитии начальных признаков венозной недостаточности при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку
Kukushkin Ev., Midlenko V., Midlenko O.—Prevention of injury of the large subcutaneous vein in the development of initial signs of venous insufficiency with operational access to the inner ankle.....211

Маммаев С.Н., Мусхаджиев А.А., Комиссарова О.Н.—Клиническая и лабораторно-инструментальная характеристика больных ХГ С
Mammaev S., Muskhadzhiyev A., Komissarova O.—Clinical and laboratory-instrumental characteristics of patients with chronic hepatitis C....216

Розенфельд И.И.—Герниопластика биокарбонным имплантатом при больших диафрагмальных грыжах
Rosenfeld I.—Hernioplasty with biocarbonic implant for large diaphragmal hernia.....220

Рязанцев А.А., Архангельская Д.В. — Профилактика профессиональных заболеваний у музыкантов, играющих на духовых инструментах <i>Ryazantsev A.A., Arkhangelskaya D.</i> —Prevention of occupational diseases in musicians who play wind instruments225	Шарабура Т.М., Моисеенко В.М., Хаджимба А.С., Щербатых Д.Е. —Есть ли место лучевой терапии в лечении местнораспространенного рака яичников <i>Sharabura T., Moiseyenko V., Khadzhimba A., Scherbatykh D.</i> —Is there a place for radiation therapy in the treatment of locally advanced ovarian cancer235
Султанова О.Э., Чернышева Е.Н., Киселева М.А., Кузьмичев Б.Ю. —Уровень гомоцистеина у пациентов при осложненном и неосложненном течении острого коронарного синдрома на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани <i>Sultanova O., Chernysheva E., Kiseleva M., Kuzmichev B.</i> —Homocysteine level in patients with complicated and uncomplicated course of acute coronary syndrome against the background of undifferentiated connective tissue dysplasia syndrome229	Информация Наши авторы. Our Authors241 Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале246

ПОВЕДЕНИЕ/РАЗМНОЖЕНИЕ/ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КРИЛЯ КАК МАРКЕР КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АНТАРКТИКЕ

(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Благодуров Илья Сергеевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»
ilya.blagodurov@klgtu.ru

BEHAVIOR/REPRODUCTION/LIFE CYCLE OF KRILL AS A MARKER OF CLIMATE CHANGE IN THE ANTARCTIC

I. Blagodurov

Summary. In recent years, the polar regions have received increasing scientific and public attention. Both the Arctic and Antarctic are recognized as key regions in the regulation of the global climate and polar ecosystems are particularly susceptible to ongoing environmental changes. Ecology aims to advance scientific knowledge about the polar and subpolar regions of both hemispheres by facilitating the rapid and widespread dissemination of new scientific information from recent marine research, freshwater and terrestrial biota to polar researchers, environmental managers and policymakers. Krill is a high-latitude species of Antarctic macroplankton. The transfer of crustaceans to the north occurs with the western branches of the cyclones. How far it will go depends on the development of these circulation branches. The northern boundary of the massive krill drift is the Antarctic Secondary Frontal Zone. Removal from it can be considered sterile or non-sterile eviction. Some krill penetrate the shelves of some of the seas, thanks to currents associated with underwater troughs that cut the slope and shelf. Warm deep waters that penetrate into the shelf zone play an important role in this process. Consequently, it is necessary to significantly intensify international efforts in the field of polar research, and interaction between the scientific community of researchers at the North and South Poles.

Keywords: euphausia superba, antarctic krill, fisheries, marine resources, Antarctica, oceans, climate changes.

Аннотация. В последние годы полярные регионы получили все большее научное и общественное внимание. И Арктика, и Антарктика признаны ключевыми регионами регулирования глобального климата и полярных экосистем, которые особенно восприимчивы к продолжающимся изменениям окружающей среды. Экология призвана способствовать прогрессу научных знаний о полярных и субполярных регионах обоих полушарий, способствуя быстрому и широкому распространению новой научной информации, полученной в результате недавних исследований моря, ее биоты. Криль относится к высокоширотным видам антарктического макропланктона. Вынос рачков на север происходит с западными ветвями циклонов. Насколько далеко его уносит, зависит от развития этих ветвей циркуляции. Северной границей массового дрейфа криля служит Вторичная фронтальная зона Антарктики. Выносы за её пределы считают стерильным или нестерильным выселением. Часть криля проникает на шельфы некоторых из морей, благодаря течениям, связанным с подводными ложбинами, секущими склон и шельф. Большую роль в этом процессе играют тёплые глубинные воды, проникающие в шельфовую зону. Следовательно, необходимо значительно активизировать международные усилия в области полярных исследований, и взаимодействие между научным сообществом исследователей Северного и Южного полюсов.

Ключевые слова: euphausia superba, антарктический криль, рыбный промысел, морские ресурсы, Антарктика, Мировой океан, изменения климата.

Введение

Более полувека назад Джеймс Марр опубликовал свою знаменитую работу «История и география обитания антарктического криля (*Euphausia superba*)» (Marr, 1962). С самого начала антарктического китобойного промысла китобои знали, что *E. superba* является основным продуктом питания для усатых китов. Таким образом, они искали красноватого цвета воды, которые указали на огромные стаи криля в те дни. Написание научной работы относительно происхождения и географии миграции арктического криля начиналось именно по следам китобоев. В течение полувека иссле-

дования оставались мотивированными важностью китов и китобойного промысла. Экспедиции Discovery финансировалась за счет сборов с китобойного промысла и проводилась в районе острова Южная Джорджия и других британских островов в том регионе.

Трактат Джеймса Марра представляет собой в основном компиляцию результатов исследований в течение трех десятилетий XX века. Следует отметить, что исследования арктического криля не умерли вместе с китобойным промыслом. После истощения в Антарктике запасов китов, новый интерес к крилю возник в 1970-х годах.

В то время отчет Римского клуба привлек внимание общественности к морю как к источнику белка для питания постоянно растущего населения Земли. Одновременно, новый морской закон убрал иностранные рыболовные флотилии из исключительных экономических зон (ИЭЗ). Эти флоты искали новые места для лова рыбы и новые виды рыбы, пригодные для рыбной ловли в промышленных масштабах. Южный океан был одним из тех немногих открытых регионов, где промысел криля стал ответом на глобальную нехватку белка. Экспериментальный промысел и обработка в море продемонстрировали возможность успешной эксплуатации данного вида океанской биоты. Кульминацией нового этапа исследований арктического криля стала международная программа BIOMASS, запущенная в 1980-е гг. XX века. Ученые из многих стран предоставили огромное количество информации по биологии *E. superba*, ее распространению, численности и колебаниям. Однако мечты о многомиллионной эксплуатации антарктического криля рассеялись по экономическим и техническим причинам. Кроме того, в ходе реализации BIOMASS были выявлены гораздо более низкие цифры численности криля, чем предполагалось ранее. Наконец, новое мышление с точки зрения сохранения морской экосистемы Антарктики потребовало предупредительное управление эксплуатацией криля.

В конце этого второго этапа исследования криля и четыре десятилетия спустя после величайшей работы Джеймса Марра, Иниго Эверсон представил исчерпывающий обзор знаний об *E. superba* и родственных видов эвфаузиид (Everson, 2000). К концу двадцатого века общественный интерес к антарктическому крилю значительно снизился. Но в начале текущего столетия интерес к теме криля проснулся с удвоенной силой, поскольку современные экологи все больше осознают изменения ледяного покрова и их влияние на пополнение и распределение криля. Учитывая центральную роль криля в сложной морской экосистеме, исследования арктического криля опять привлекли международное внимание. Масштабные исследования указали на существенное общее снижение биомассы криля в различных частях Южного океана за последние три десятилетия, особенно в районе Антарктического полуострова. До сих пор рыбный промысел был намного ниже устойчивого допустимого уровня эксплуатации. Но экономический интерес к арктическому крилю как источнику ценных биохимических материалов опять растет. Таким образом, понимание масштабов и механизмов межгодовых и сезонных изменений ледовых условий Южного океана и их влияние на численность арктического криля представляется одной из важнейших задач, решение которых необходимо для создания научной основы возобновления его промысла.

Цель работы

Выявление особенностей численности и миграции антарктического криля с потоками течений в Атлантическом секторе Антарктики как показатель климатических изменений.

Для осуществления поставленной цели, в рамках данной работы решались следующие задачи:

1. Исследовать распределение антарктического криля в Атлантическом секторе Антарктики;
2. Выявить особенности сезонной динамики численности антарктического криля и распределения промысловых скоплений в подрайонах Атлантического сектора Антарктики.

Материалы и методы

Было проанализировано порядка 20 отечественных и зарубежных источников литературы по выбранной тематике.

Результаты

Жизненный цикл *E. superba* изучают давно и вкратце его можно представить себе следующим образом. Особи *E. superba* живут в среднем 2,5–3 года. В первое лето рачки проходят личиночное развитие, во второе они существуют в виде молоди, а в третье — созревают и, приступая к нересту в начале декабря, к марту, отнерестившись, постепенно отмирают. Однако при неблагоприятных условиях рачки могут существовать в виде молоди не одно лето, а два. Это может, например, наблюдаться у особей, появившихся на свет в самом конце периода нереста. Кроме того, есть основания считать, что в районе течения Восточных Ветров рачки живут четыре года, а в водах моря Уэдделла — три. Далее, есть мнение, что вообще все особи этого вида живут 4 года, однако это сомнительно. По мере роста и созревания рачков происходит круглогодичное закономерное изменение состава популяции *E. superba*.

В конце зимы-начале весны идет подготовка к нересту, в популяции мало личинок. В течение лета наблюдается постепенное изменение соотношения возрастных групп, обусловленное появлением на свет множества личинок и естественным отмиранием отнерестившихся рачков. Зимой молодь достигает половой зрелости, а личинки превращаются в молодь. В годы с разными гидрометеорологическими условиями наступление одинаковых фаз жизненного цикла происходит в разные календарные сроки. В результате этого сроки появления рачков в районе нереста, их рассредоточение после завершения икрометания, сроки доминирования соответствующих возрастных групп в популяции

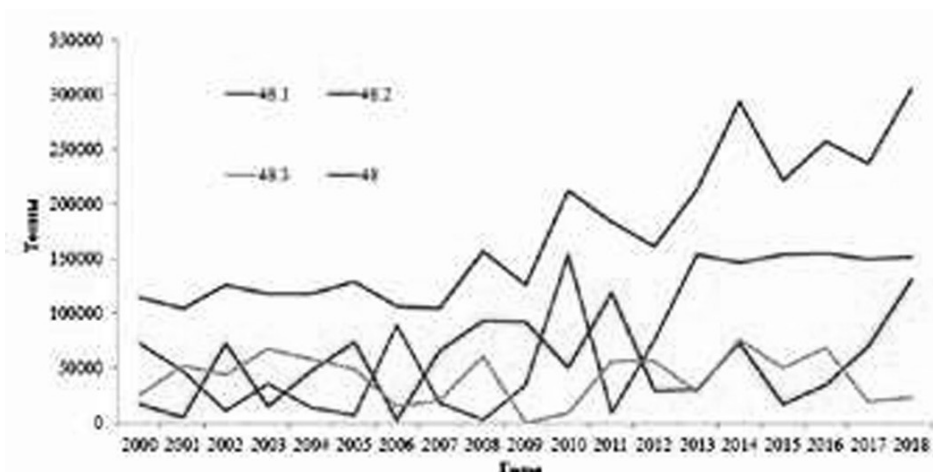


Рис. 1. Уловы антарктического криля по подрайонам в АЧА за период 2000–2018 гг. [6]

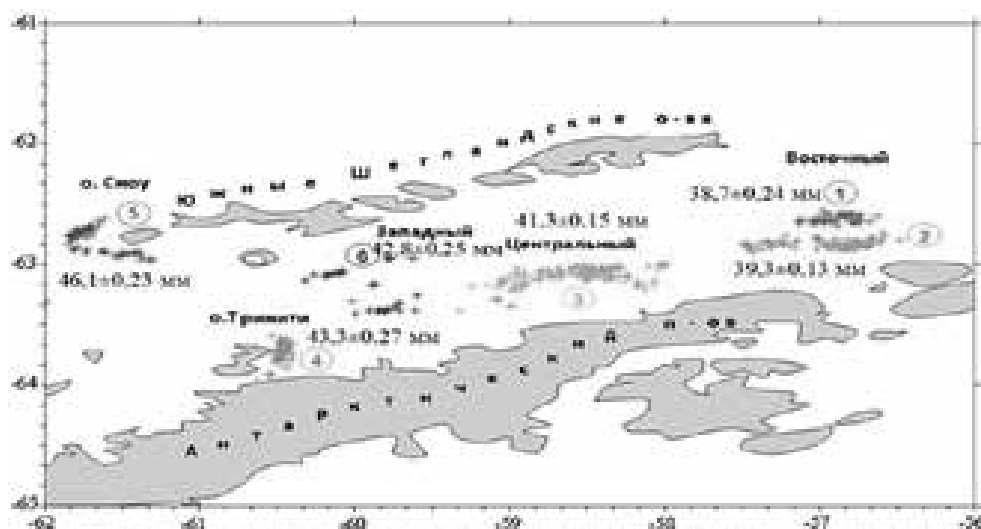


Рис. 2. Схема промысловых участков и средняя длина криля в проливе Брансфилд в феврале-июне 2017 года

и т.д. могут оказаться сдвинутыми по времени от года к году.

Таким образом, *E. superba* имеет трехгодичный жизненный цикл, и в популяции присутствуют три размерно-возрастные группы особей: личинки, молодь и половозрелые рачки.

Как было сказано выше, наложение квот на вылов криля привел к снижению его добычи в водах Южного океана.

Антарктическая комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) ввела ограни-

чение на ежегодный вылов рачков в АЧА на уровне 620 тыс. т, не столько с целью рационального природопользования ресурса криля, а защитой животных, питающихся крилем от предполагаемого, но научно не доказанного конкурентного влияния крилевого промысла. Введение ограничения на вылов привело к тому, что в подрайоне 48.1 (Антарктический полуостров) промысел криля в последние 5 лет прекращался из-за выбора квоты 155 тыс. т (рис. 1) составляющей 3% от биомассы в АЧА (5,61 млн. т).

На рисунке 2 представлена схема промысловых участков и средняя длина криля в проливе Брансфилд в феврале-июне 2017 года

По данным ряда ученых (Hill, S.L., A. Atkinson, C. Darby, et al. 2016), плотность крыля на шести участках колебалась от 1,4 до 102,0 г/м³. Средневзвешенная плотность составила: на 1-м участке 27,5±1,24 г/м³, на 2-м — 20,7±0,60, на 3-м — 15,5±0,39, на 4-м — 17,0±0,31, на 5-м — 26,5±0,81, на 6-м — 17,4±0,85 г/м³. На всей обследованной акватории пролива Брансфилд она равнялась 18,4±0,34 г/м³

Распределение вылавливаемых рачков и частота их встречаемости во многом определяются сезонным развитием популяции и общим ходом жизненного цикла рачка.

Другим фактором, влияющим на количественное распределение рачков, является перемещение их по акватории в пределах ареала. *Euphausia superba* имеет циркумантарктический ареал и обитает в основном в водах течения Восточных Ветров в водах моря Уэдделла.

Севернее, в пределах Антарктического циркумполярного течения (течения Западных Ветров), рачки встречаются значительно реже и далеко не везде. Появлению их там способствует локальные изменения направления течения Восточных Ветров к северу и северо-востоку. Эти изменения обусловлены особенностями рельефа [4].

Постоянный круговорот, имеющий, несомненно, большое значение для поддержания популяции *E. superba*, находится в северо-восточной части моря Уэдделла. Такие круговороты, может быть более мелкого масштаба, встречаются и в других районах Южного океана, например, в районе моря Росса или о. Кергелен [6].

Согласно представлениям К.В. Беклемишева, ареал пелагических животных может быть подразделен на несколько соподчиненных зон, связанных с основной ареала, которая располагается в районе постоянной циркуляции вод, где имеются условия, обеспечивающие сохранение переживающего фонда популяции. Отсюда происходит постоянный вынос, но эта убыль компенсируется размножением особей основного фонда популяции. Кроме того, в процессе переноса с трансформированными водными массами, но еще мало отличающимися от первоначальных, размножение планктона какое-то время может продолжаться.

В принципе такой должна быть структура ареала *E. superba* — типичного пелагического рака. Конечно, оценка отдельных частей ареала этого вида с точки зрения воспроизводства обитающих здесь рачков пока затруднена. Конкретные материалы имеются в настоящее

время только для атлантического сектора, где исследования распределения *E. superba* проводятся с 1962 г.

Нерест половозрелых особей происходит в районе моря Скоша в пределах зоны смешения вод моря Уэдделла и Антарктического циркумполярного течения (течения Западных Ветров). Эта зона располагается вдоль южной части «дуги Скоша», отклоняясь в восточной части моря Скоша к северу [2].

По данным ряда авторов, район между Южными Шетландскими и Южными Сандвичевыми островами и особенно район Южных Оркнейских островов являются одним из мест размножения *E. superba* в Южном океане и, по-видимому, главным местом размножения рачков, обитающих в море Уэдделла. В дальнейшем часть личинок, благодаря вертикальным и горизонтальным миграциям, попадает в район основной циркуляции ареала, располагающейся в море Уэдделла, и возвращается к югу. Однако остальные личинки выносятся водами моря Уэдделла на восток [4].

Скопления личинок в виде «пятен», находящихся на старших стадиях фурцилия, были встречены в 1969 г. в центральных районах моря Скоша через несколько недель после завершения нереста. Они дрейфуют на восток. Считая основным центром размножения *E. superba* в этом районе воды моря Уэдделла, Марр полагает, что появление личинок в этих широтах (но далеко к востоку) происходит в результате пассивного сноса личинок течением. Однако он не исключает возможности того, что *E. superba* в небольшом количестве размножается и к востоку от моря Скоша, и, следовательно, «шлейф» личинок, тянувшийся от моря Скоша до 30° в.д., объясняется как выносом личинок из основных районов размножения, так и размножением местных популяций рачка [11].

Особей, появившихся на свет в данном году и совершивших благодаря круговому течению за осень и зиму циркуляцию в море Уэдделла, на следующее лето можно встретить в водах северной части моря Уэдделла в виде молоди. Рачки распределены, как правило, дисперсно и интенсивно питаются. Осенью и зимой (вторая зима в их жизни) часть молоди, так же как в прошлом году личинок, уносится на восток с водами моря Уэдделла, а другая часть их совершает, возможно, второй раз циркуляцию в море Уэдделла. Однако это перемещение происходит уже по несколько другому маршруту. В результате на следующее, третье, лето они в виде половозрелых особей оказываются севернее — в районе зоны смешения вод моря Уэдделла и течения Западных Ветров. Это предполагаемое несовпадение путей дрейфа личинок и молоди обуславливает картину раздельного существования половозрелых особей (обитающих севернее) и молоди (обитающей южнее).

После нереста рачки в основном погибают, а оставшиеся выносятся водами моря Уэдделла на восток. Не исключена также возможность, что часть их в третий раз попадает в круговое течение моря Уэдделла.

Таким образом, круговорот вод в море Уэдделла обеспечивает существование независимой популяции *E. superba*. В восточной части моря Скоша и в водах к востоку от Южных Сандвичевых островов находятся, по-видимому, зависимые или полузависимые популяции этого рачка, поскольку особи *E. superba*, видимо сохраняют здесь способность к размножению [11]. Еще восточнее рачки попадают в стерильную зону выселения с необычно высокими значениями температуры.

Характерным примером такой зоны является район о. Южная Джорджия, где размножение *E. superba* не происходит. В 1968 и в 1969 гг. XX века здесь наблюдался нерест рачков, но по-видимому их потомство было обречено на гибель.

Рачки, встречающиеся у о. Южная Джорджия выносятся сюда водами моря Уэдделла и течения Западных Ветров. Установить в каждом отдельном случае происхождение рачков пока нет возможности. Их вынос к берегам острова происходит, по-видимому, осенью и зимой.

Так, к северо-востоку от Южных Оркнейских островов в свое время были обнаружены многочисленные «пятна», состоящие из личинок *E. superba*. Гидрологические данные показывают, что вероятность последующего заноса рачков из этих «пятен» к о. Южная Джорджия зимой велика. В течение осени, зимы и весны, перемещающиеся вместе с течением и концентрирующиеся у острова рачки, заканчивают личиночное развитие, претерпевают метаморфоз и начинают ювенильный этап своего жизненного цикла. И действительно, в районе острова в уловах обнаруживается почти исключительно одна молодь *E. superba*.

Дифференцировать ареал *E. superba* в водах течения Восточных Ветров вследствие слабой изученности этого района достаточно затруднительно. Однако раздельное существование рачков разных возрастных групп в этом районе, отраженное в терминах «крыль синих китов» и «крыль финвалов», бытующих у китобоев, позволяет предполагать известную упорядоченность распределения рачков и их сезонные циклические миграции в этом районе.

Следует отметить, что имеются определенные особенности изменения количественного распределения *E. superba* в районе моря Скотин и северной части моря Уэдделла, связанные с прохождением рачками

жизненного цикла в годы с разными гидрометеорологическими условиями, а также обусловленные разным направлением выноса рачков. Очень существенно, что эти изменения протекают по-разному в разных частях ареала, так как концентрирование рачков здесь может быть обусловлено разными причинами [8].

Воды моря Уэдделла и моря Беллинсгаузена несут через море Скоша, сквозь дугу Скоша скопления *E. superba*, которые задерживаются в разных местах в силу тех или иных причин. Рачки концентрируются в районе смешения вод моря Уэдделла и течения Западных Ветров, а также в местах завихрений, обусловленных резким изменением рельефа дна над банками, за островами и т.д. [9]. Повышенные концентрации рачков наблюдались у кромки льда. В значительном количестве рачки встречались у о. Южная Джорджия. На остальной части моря Скоша количество их невелико.

Как было показано в ряде исследований, район южной части дуги Скоша является местом размножения *E. superba*. Здесь наиболее регулярно встречаются именно половозрелые рачки, но иногда попадает и молодь.

В конце прошлого века рачки довольно регулярно встречались у Южных Оркнейских островов. Их скопления находились как у поверхности, так и в толще воды. Также рачки встречались наиболее регулярно в пределах всей южной части островной дуги Скоша. В этот же временной период у Южных Оркнейских островов встречались в большом количестве сальпы, затруднявшие проведение исследований *E. superba*. Тем не менее рачки также встречались более или менее регулярно.

Изучение и облов рачков легче было проводить к востоку от Южных Оркнейских островов, где сальпы отсутствовали. Однако обитающие здесь рачки, по данным ряда авторов, не связаны непосредственно с циркуляцией вод моря Уэдделла, а, по-видимому, вынесены из зоны антарктической дивергенции. Поэтому, к рассматриваемым скоплениям «уэдделловских» особей эти концентрации отношения не имеют. Лишь некоторое количество рачков, державшихся довольно плотно, но на небольшой акватории, было обнаружено у северного побережья Коронейшн (март-апрель).

Таким образом, в конце XX века каждый год в районе зоны смешения вод моря Уэдделла и течения Западных Ветров концентрировались половозрелые рачки. По-видимому, гидрологические условия в этом районе обеспечивали устойчивость концентраций рачков в период спаривания и нереста. Эта зона была достаточно стабильна от года к году и, по крайней мере, в конце

лета — начале осени, лишь незначительно меняла свое местоположение. Ее устойчивость и близость к основной зоне ареала (а может быть и принадлежность к ней) и обуславливала регулярность появления здесь рачков, как следствие ежегодного развития популяции *E. superba*.

Различие в характере количественного распределения рачков, отмеченное в разные годы, связано с тем, что в одни и те же календарные сроки разных по гидрометеорологическим условиям лет наблюдались разные фазы репродуктивного цикла. С этой точки зрения наиболее подробно изучен район к востоку и северо-востоку от Южных Оркнейских островов.

Вполне очевидно, что в теплые годы биологическая весна наступает раньше, происходит более ранний, чем обычно, нерест, ускоряется последующее рассредоточение рачков. В более холодные годы все эти процессы, естественно, запаздывают.

Таким образом, зависимость частоты встречаемости рачков от их физиологического состояния (стадии репродуктивного цикла) видна совершенно очевидно. Во время нереста рачков в районе зоны смешения можно встретить довольно легко. По мере завершения нерестового периода они попадают все реже и реже. Давно отнерестившиеся рачки вылавливаются единично.

На остальной части южной половины дуги Скоша наступление одинаковых фаз репродуктивного цикла должно происходить каждый год в те же сроки, что и у Южных Оркнейских островов. Правда ход биологических процессов, о котором судили по фазам репродуктивного цикла, в восточных районах исследованной акватории несколько запаздывает по сравнению с западными.

В районе южной части дуги Скоша в ряде случаев попадалась молодь, выносимая к зоне смешения осенью. Правда, ее было меньше, чем половозрелых рачков в разгар нереста. На вынос молодежи оказывает влияние гидрологический режим.

В районе о. Южная Джорджия, являющемся стерильной зоной выселения *E. superba*, рачки встречаются тем не менее достаточно регулярно. Так же, как и в районе южной части дуги Скоша, скопления рачков здесь нестабильны. Рачки сюда заносятся извне, в районе острова размножения не происходит. Поэтому появление здесь скоплений рачков происходит не в результате размножения местной популяции, а благодаря экспатриации рачков из районов южной части дуги Скоша. Попадая в район острова, рачки концентрируются в его «теневой» зоне. Однако, по данным В.В. Масленникова, задержка в этом

районе вынесенных рачков происходит далеко не всегда. Она бывает только при наличии определенной схемы локальных циркуляций в пределах острова [1].

Не случайно, что когда рачки здесь встречались наиболее регулярно и в одном и том же месте, система течений в районе северо-восточного побережья острова была очень сходной. С другой стороны, при неблагоприятных гидрологических условиях рачков у острова обычно меньше или они могут отсутствовать совсем.

Таким образом, задержка рачков, занесенных в район о. Южная Георгия, происходит в силу механических причин и биологической основы, как в районе Южных Оркнейских островов, под собой не имеет. Это, несомненно, должно оказывать определенное влияние на устойчивость нахождения здесь рачков. По-видимому, они могут задерживаться в районе теневой зоны острова до тех пор, пока местные шельфовые течения не претерпят соответствующих изменений.

ВЫВОДЫ

Таким образом, короткий жизненный цикл предполагает существенные изменения частоты встречаемости рачков в одном и том же районе в течение года. Это хорошо видно на примере акватории Южных Оркнейских островов, где половозрелые рачки отмирают по мере завершения репродуктивного цикла. Это приводит к уменьшению количества встречающихся в этом районе особей данного вида. Частота встречаемости молодежи *E. superba* более стабильна, но особи возрастной группы популяции распределены по акватории обычно более равномерно. Молодь текущим летом находится в более или менее неизменном физиологическом состоянии. В результате причины такого характера не могут повлиять на частоту встречаемости молодежи в каждом данном районе. Лишь в тех случаях, когда рачки собираются в местах аномалий поля течений, задержка их там длится столько времени, сколько остаются неизменными соответствующие факторы среды.

В районе зоны смешения вод моря Уэдделла и течения Западных Ветров рачки встречаются более регулярно. Их появление и пребывание там зависит от биологических причин и должно наблюдаться каждый год. Вынос нерестовых скоплений в район зоны смешения происходит регулярно каждый год, так как это явление непосредственно связано с жизненным циклом и является одним из существенных его элементов. Что касается района о. Южная Георгия, то, во-первых, сам занос рачков в его воды может благодаря изменениям системы течений в море Скоша не состояться вовсе. Во-вторых, даже заносимые сюда рачки могут в отдельные годы благодаря отсутствию концентрирующих

факторов встречаться сравнительно редко, распределяясь очень дисперсно. То есть частота встречаемости рачков в отдельных местах этого района зависит от чисто случайных, механических причин. То же касается и устойчивости нахождения рачков в этих местах.

Задержка рачков, занесенных в район о. Южная Георгия, происходит в силу механических причин и биологической основы, как в районе Южных Оркнейских островов под собой не имеет. Это, несомненно, должно оказывать определенное влияние на устойчивость нахождения здесь рачков. По-видимому, они могут задерживаться в районе теневой зоны острова до тех пор, пока местные шельфовые течения не претерпят соответствующих изменений.

Следует понимать, что изменения уже происходят в Южном океане, и они будут оказывать влияние на физиологию криля: рост конкуренции среди этих видов, рост популяционных процессов (например, размножение, поведение) криля; рост различных временных промежутков; рост охоты хищников криля и др.

Таким образом, криль является ключевым фактором, определяющим будущее рыболовство, что необходимо учитывать в будущих правилах принятия решений, используемых для управления промыслом криля, а также для всей экосистемы. Для оценки влияния и изменения сезонных или долгосрочных климатических факторов на популяции эвфаузиид необходимо проводить мониторинг размера запаса и распределения криля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев А.В. Предпосылки отечественного промысла антарктического криля. // Рыбное хозяйство. 2015. № 6. С. 61–65.
2. Жук Н.Н., Корзун Ю.В. Размерный состав антарктического криля *Euphausia superba* и гидрометеорологические факторы в проливе Брансфилд в сезоны 2014–2017 гг. // Вестник Керченского государственного морского технологического университета, 2018. Выпуск № 1. 2018. С. 28–38.
3. Временное распределение порогового уровня на промысле *Euphausia superba* в статистических подрайонах 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4. CCAMLR-XXXV/30. 2016. 6 с.
4. Касаткина С.М., Петров А.Ф., Шуст К.В., Урюпова Е.Ф., Сытов А.М. Характеристика современного промысла антарктического криля *Euphausia superba* (период с 2003 по 2013 г.) в Антарктической части Атлантики (АЧА) // Рыбное хозяйство. 2014. № 5. С. 69–74.
5. ARK www.ark-krill.org/. Accessed Feb 2015
6. Backes J.M., Howard P.A. Krill oil for cardiovascular risk prevention: is it for real? *Hosp Pharm* 49(10):907–912. 2014.
7. Hill S.L., Atkinson A., Darby C., Fielding S., Krafft B.A., Godo O.R., Skaret G., Trathan P.N., Watkins J.L. Is current management of the Antarctic krill fishery in the Atlantic sector of the Southern Ocean precautionary? *CCAMLR Science*. 2016. 23: 31–51.
8. FAO Fisheries and Aquaculture Department. FishStatJ — Software for fishery and aquaculture statistical time series. URL: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en> (дата обращения: 18.01.2021).
9. Fishery monitoring catch report. KRI481_20181116. Hobart: CCAMLR, 2018. 3 p.
10. Marr J.W.S. The natural history and geography of the antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) *Discovery Reports*, XXXII, 1962.
11. Nicol S, Foster J, Kawaguchi S. The fishery for Antarctic krill — recent developments. *Fish*. 2012. 13(1):30–40

© Благодаров Илья Сергеевич (ilya.blagodurov@klgtu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ И ИХ РОЛЬ В ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

DIVERSITY OF MICROSCOPIC FUNGI AND THEIR ROLE IN THE AQUATIC ECOSYSTEM OF AZERBAIJAN

G. Hasanova

Summary. The aim of our research is to study microscopic fungi and determine their species composition by the seasons of the year in the rivers of the southern region of Azerbaijan. As a result of studies on the seasons of the year, 33 species belonging to 12 genera were identified. These species were distinguished by different occurrences on the studied rivers and this is associated with the temperature, pH of the water, dissolved oxygen, with the amount of biogenic element and plant residues.

Keywords: microscopic fungi, aquatic ecosystem, nutrients, river waters, plant residues, Southern region of Azerbaijan.

Гасанова Гульнара Мурсал гызы
Н.с., Институт Микробиологии НАНА,
Азербайджанская Республика
gulnarahasan.m@gmail.com

Аннотация. Целью нашего исследования является изучение микроскопических грибов и определение их видового состава по сезонам года в воде рек Южного региона Азербайджана. В результате проведенных исследований по сезонам года было определено 33 вида, относящихся к 12 родам. Эти виды отличались разной встречаемостью на исследуемых реках и это связано с температурой, pH воды, растворенным кислородом, с количеством биогенных элементов и растительных остатков.

Ключевые слова: микроскопические грибы, водная экосистема, биогенные элементы, воды рек, растительные остатки, Южный регион Азербайджана.

Введение

Грибы являются разнообразной и экологически важной группой эукариотических организмов, встречающихся в каждой экосистеме на Земле [12]. Разнообразие грибов в пресноводных средах обитания велико, и их экологическая роль значительна. Они составляют более 3000 видов, включая аскомицеты, базидиомицеты, хитриды и грибоподобные оомицеты, переносимые водой. Они распространены по всему миру в виде сапробов, и даже они могут быть патогенными для животных, обитающих в водной среде, и для планктона.

Водные гифомицеты впервые были обнаружены в неглубоких, сравнительно среднетекучих холодных водных течениях с хорошей аэрацией [13].

Водные грибы активно участвуют в разложении органических веществ растительных остатков. Их готовят для колонизации различных организмов, в основном бактерий и беспозвоночных организмов [14]. Они являются активными участниками снижения антропогенного стресса, так как в водной среде участвуют в биотрансформации органических ксенобиотиков и поэтому могут улучшить качество воды [16;19]. Участие этой группы организмов в очищении воды и наличие у них характерных свойств в разработке

биотехнологий раньше не принимали во внимание [10]. Связанные с наличием в водной среде остатков растений грибы приспособились к жизни в этой среде. Сравнительно малоизученные грибы рода *Ascomycota* и *Basidiomycota*, находящиеся в стадии анаморф, относятся к этим грибам. Они играют важную роль в фундаментальных процессах формирования экосистемы [18;23].

Изучение разнообразия, адаптации и функций грибов в пресноводных экосистемах, на которые воздействует человек, служит исходной информацией и полезно для понимания степени изменения естественной среды обитания с целью разработки мер по сохранению или смягчению стратегий очистки от загрязнения водных экосистем [9].

Грибы являются важными партнерами первичных производителей и основных разлагающих растительной биомассы. Они способствуют почвенным, водным и атмосферным биогеохимическим циклам [20].

Исследования грибов приобрели первостепенное значение благодаря их разнообразной роли в функционировании экосистемы. Несмотря на имеющуюся многочисленную литературу о разнообразии водных гифомицетов, дрожжеподобных и зооспоровых грибов в водных экосистемах, в особенности в речных экоси-

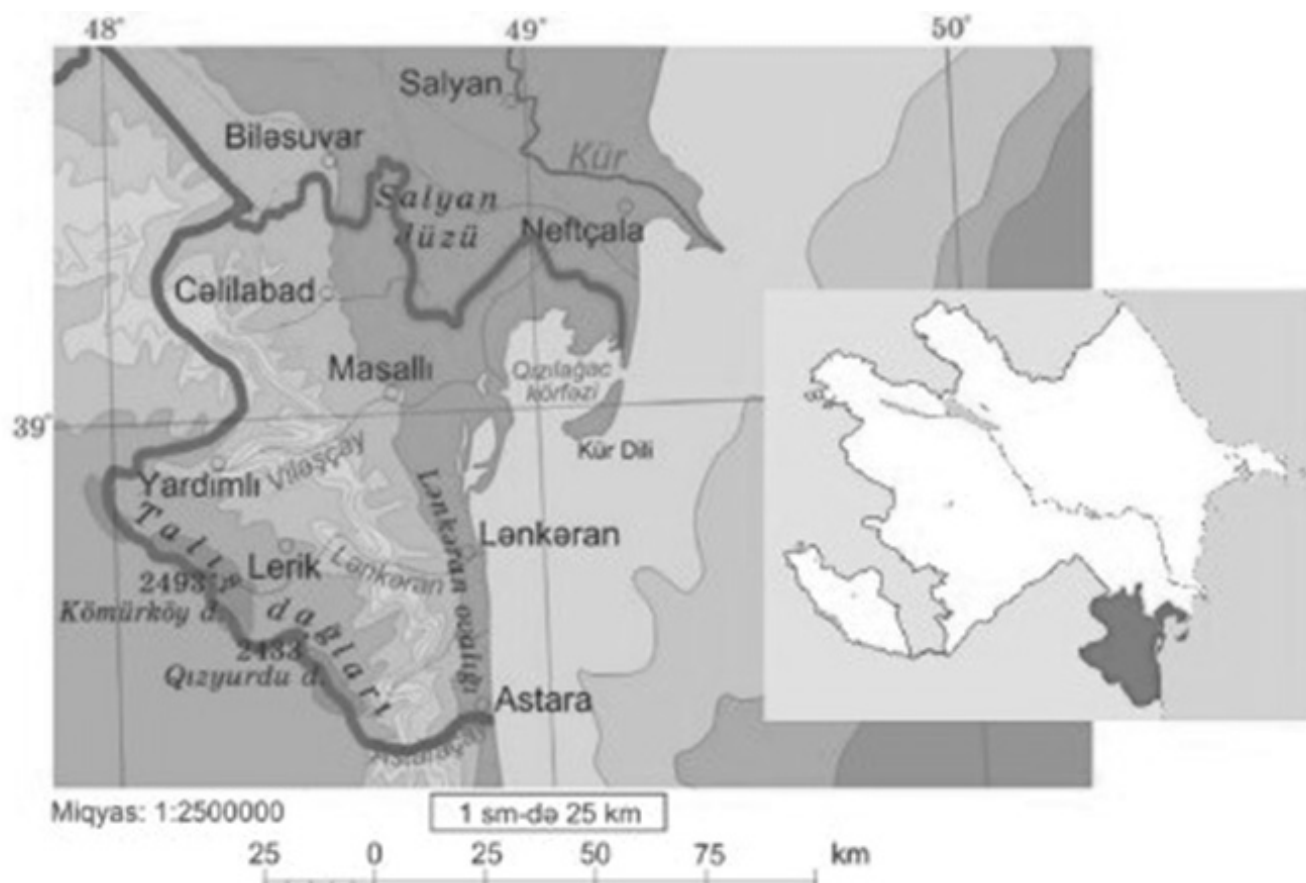


Рис. 1. Карта исследуемых рек Ленкоранской природной области

стемах, [11;15] сведений о количественном составе грибов достаточно мало.

Оценка разнообразия в окружающей среде является важной задачей для мониторинга рисков загрязнения и его возможного контроля. При изучении водных микромицетов основным фактором является распространение и их разнообразие в изучаемых реках.

Целью нашего исследования является изучение микроскопических грибов и определение их видового состава по сезонам года в воде рек Южного региона Азербайджана.

Материал и методы исследования

Исследованные реки располагаются в Ленкоранской природной области Азербайджанской Республики. Область находится на $38^{\circ}22' - 39^{\circ}22'$ ш и $47^{\circ}58' - 48^{\circ}52'$ в.д. Площадь составляет 6,07 тысяч км². Длина Ленкоранской природной области с севера на юг равна 125 км, а с востока на запад составляет 96 км. В природной области по Талышскому горному хребту и по всей дли-

не реки Астарачай в северо-западе и по югу проходит граница с Иранской Исламской Республикой. На территории области 55% составляет горная часть, а 45% низменная часть. В области имеются малые и большие реки в количестве 2056, относящиеся к Каспийскому морскому бассейну. Длина всех рек на этой территории составляет 4418 км, общая площадь речных бассейнов равна 5441 км². Исследуемые реки в Ленкоранской области, следующие: Астарачай, Ленкоранчай, Веравулчай, Боладычай, Болгарчай и Виляшчай. Реки Астарачай и Болгарчай являются транзитными [Рис1].

Образцы пробы были взяты по четырем сезонам года из выбранных рек. На исследуемых станциях проводили изучение физико-химических параметров воды: температуру (°C), pH, растворенный в воде кислород (мг/л), количество биогенных элементов(мг/л) по методам АРНА (Американская ассоциация общественного здравоохранения). Температуру воды измеряли ртутным термометром на глубине 5–7 см воды в течение 5 минут с момента взятия водной пробы, с помощью pH метра (HM digital pH-200) получали данные водородного показателя. Растворенный в воде кислород измеряли аппаратом (MW -600 dissolved

Таблица 1. Данные об изменениях абиотических факторов во время сбора проб воды по сезонам года (максимально, минимально)

Параметр:	Зима	Весна	Лето	Осень
Температура(°С)	6–8	15–20	22–24,5	18–20
pH	7,1–7,6	8,0–8,1	8,0–8,3	8,1–8,2
Растворенный кислород (mg O ₂ /L ⁻¹)	10,1–11,9	9,5–10,7	6,2–8	6,5–7
Биологическое потребление кислорода БПК _Т -сутки	0,55	1,3	2,6	2,2

Таблица 2. Количество биогенных элементов (мг/л) в пробах воды исследуемых рек

Река	Весна				Лето				Осень				Зима			
	NO ₂ мг/л	NO ₃ мг/л	NH ₄ мг/л	PO ₄ мг/л	NO ₂ мг/л	NO ₃ мг/л	NH ₄ мг/л	PO ₄ мг/л	NO ₂ мг/л	NO ₃ мг/л	NH ₄ мг/л	PO ₄ мг/л	NO ₂ мг/л	NO ₃ мг/л	NH ₄ мг/л	PO ₄ мг/л
Астарачай	0,01	0,56	0,05	0,01	0,00	0,48	1,20	0,00	0,02	0,70	1,50	0,01	0,02	0,70	1,50	0,01
Ленкораньчай	0,02	0,76	0,04	0,06	0,00	0,65	0,08	0,02	0,03	0,85	0,10	0,04	0,03	0,85	0,10	0,04
Веравулчай	0,00	0,40	0,03	0,01	0,00	0,32	0,06	0,00	0,01	0,60	0,10	0,01	0,01	0,60	0,10	0,01
Боладычай	0,02	0,40	0,07	0,02	0,00	0,38	0,12	0,00	0,04	0,50	0,18	0,01	0,04	0,50	0,18	0,01
Виляшчай	0,03	0,36	0,15	0,01	0,01	0,30	0,25	0,01	0,06	0,45	0,40	0,03	0,06	0,45	0,40	0,03
Болгарчай	0,02	0,38	0,03	0,02	0,00	0,36	0,20	0,00	0,04	0,48	0,20	0,01	0,04	0,55	0,20	0,01

Охуген), а количество биогенных элементов-с помощью аппарата Palintest photometr7100). При отборе проб воды в работе нами были использованы общепринятый методы в микологических исследованиях [6;7;8]. Пробы воды были взяты в стерильные пластиковые контейнеры, а остатки растений были собраны в стерильные пластиковые пакеты. Посевы проб-образцов проводились на стандартных питательных агаровых средах Чапека и картофельно-декстрозном агаре (CDA и PDA) в чашках Петри. Посевы были инкубированы в термостате при температуре 28±2⁰С. Через 3 дня после инокуляции выросшие мицелии проверяли под микроскопом, а затем каждый кончик гиф переносили на новую чашку со средой Чапек. После 7-ми дней инкубации измеряли диаметр колоний и отмечали их свойства. В конце исследований с помощью микроскопа Olympus CX 41 были определены виды грибов и отмечена быстрота встречаемости выделенных микроорганизмов [5;17;21;22].

Полученные результаты и их обсуждение

Для оценки действия окружающей среды и климатических условий на разнообразие грибов в воде были

проведены ряд экологических исследований и было установлено, что в воде исследуемых рек разнообразие грибов зависит от многих абиотических, климатических и эдафических факторов. В естественных условиях грибы редко сталкиваются с условиями, обеспечивающими оптимальный рост, поскольку они обусловлены абиотическими факторами, доступностью питательных веществ и загрязнителями.

Абиотические факторы считаются наиболее важными для водных микромицетов, поэтому, в период проведенных исследований температура воды показывала выраженные сезонные изменения (табл. 1). Температура воды рек менялась в пределах 6–24,5 градусах, и в связи с этим была определена зависимость видов микроскопических грибов от изменений температуры, потому что эти изменения меняют видовую плотность конидиальных грибов. Отмечено, что количество видов уменьшается с понижением температуры воды. Как видно из таблицы, водородный показатель pH меняется в пределах 7,1–8,3 и имеет тесную связь с распространением водных конидиальных грибов.

Количество растворенного в воде кислорода менялось в пределах 6,2–11,9 мг/л. Растворимый в воде

Таблица 3. Систематический состав микроскопических грибов, выделенных из воды исследуемых рек

Класс	Порядок	Семейство	Род	Количество видов
Mucoromycotina	Mucorales	Mucoraceae	Mucor	4
			Rhizopus	1
Eurotiomycetes	Eurotiales	Trichocomaceae	Aspergillus	9
			Penicillium	7
Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	Fusarium	3
		Hypocreaceae	Trichoderma	2
	Sphaeriales	Chaetomiaceae	Acremonium	1
			Chaetomium	1
Dothideomycetes	Capnodiales	Davidiellaceae	Cladosporium	2
	Pleosporales	Pleosporaceae	Alternaria	1
Sordariomycetes	Microascales	Microscaceae	Scopulariopsis	1
Saccharomycetes	Saccharo-mycetales	Saccharo-mycetaceae	Candida	1

кислород (табл. 1) максимально наблюдается зимой, а минимально – в летний сезон.

Как видно из таблицы 1, в исследуемых речных водах в зависимости от сезона года температура воды варьировала от 6⁰С до 24,5⁰С, показатели водородного индекса составляли рН 7,1–8,3. Количество растворенного в воде кислорода было в пределах 6,2–11,9 мг/л, биологическое потребление кислорода менялось от 0,55 до 2,6 мг/л.

Эти факторы считаются наиболее важными для водных грибов, поскольку хорошо аэрированные воды могут способствовать росту и споруляции этой группы грибов [4; 17].

Как отмечено, биогенные элементы играют важную роль в развитии грибов. В связи с этим в пробах воды определяли наличие ионов-нитритов, нитратов, аммония и фосфора (таблица 2).

Увеличение количества ионов нитритов и аммония в водных бассейнах связано с попаданием в них большого количества растительных остатков и их разложением. Причиной повышения количества нитратов в поверхностных водах весной и осенью являются весенние и осенние дожди и наличие земного покрова, являющегося основным источником нитратов. Изменение количества фосфора связано с процессами, происходящими как в водных бассейнах, так и в окружающей среде. Частота встречаемости грибов меняется в зависимости от количества в воде биогенных элементов.

Грибы, выделенные из воды исследуемых рек, показаны в таблице 3.

Как видно из таблицы, идентифицированные микроскопические грибы включают 6 классов, 8 порядков, 9 семейств и 12 родов.

Выделенные и идентифицированные микромицеты по сезонам года показаны в таблицах 4 и 5.

Как видно из этих таблиц, грибы чаще всего встречаются в летний и осенний сезоны года. В исследуемых водах мы чаще всего встречали роды грибов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* и *Mucor*.

Как видно из таблиц 4 и 5 грибы, относящиеся к родам *Aspergillus* и *Penicillium* в водной экосистеме Ленкоранской природной области доминируют в формировании микробиоты [1;2;3].

Заключение

Во время исследований рек были отобраны 80 проб воды и растительных остатков. Из них были выделены и идентифицированы 33 вида микромицетов, относящихся к 12 родам, 9 семействам, 8 порядкам и 6 классам. Наряду с этим была определена частота встречаемости грибов по выбранным рекам и выяснено, что в водной экосистеме чаще всего встречаются роды грибов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Trichoderma* и *Cladosporium*. В проведенных исследованиях по се-

Таблица 4. Виды микроскопических грибов, выделенных из воды рек Астаравай, Ленкораньчай, Веравулчай, по сезонам года

Вид	Весна			Лето			Осень			Зима		
	Астаравай	Ленкораньчай	Веравулчай	Астаравай	Ленкораньчай	Веравулчай	Астаравай	Ленкораньчай	Веравулчай	Астаравай	Ленкораньчай	Веравулчай
Aspergillusniger	x	x	-	x	x	x	x	x	x	-	x	-
A.flavus	-	-	x	-	x	x	x	x	x	-	-	x
A.nidulans	-	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
A.versicolor	-	x	-	-	-	x	-	x	-	-	-	x
A.fumigatus	x	-	x	-	x	x	x	-	x	x	-	-
A.candidus	-	-	-	-	x	-	x	x	x	-	-	-
A.terreus	x	-	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-
A.carneus	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-
A.ochraceus	x	x	-	-	x	x	-	x	x	-	x	-
Penicilliumochrochloron	-	-	-	x	-	x	x	-	x	-	-	-
P.cyclopium	-	-	x	-	-	x	x	x	x	-	-	-
P.notatun	-	-	-	x	x	-	x	x	x	-	-	x
P.brevicomactum	-	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
P.funiculosum	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
P.arenarium	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
P.frequentans	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-
Fusariumoxysporum	-	x	-	-	x	x	x	x	-	-	x	-
F.solani	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x
F.culmorum	-	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-
Trichodermaviride	x	-	-	x	x	-	x	x	x	-	-	x
T.harzianum	-	x	-	x	x	-	x	x	-	-	-	-
Alternariaalternaria	-	-	-	x	x	x	-	x	x	-	x	-
Acremoniumrutilum	-	-	-	-	x	-	x	x	x	-	-	-
Cladosporiumherbarum	x	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-
C.cladosporioides	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Candida albicans	x	-	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-
Chaetomium globosum	-	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-
Scopulariopsis. sp	x	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
Mucorracemosus	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
M. mucedo	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
M.hiemalis	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
M. corymbifer	x	-	-	-	x	-	-	x	x	-	-	-
Rhizopus.sp	-	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	-

Таблица 5. Виды микроскопических грибов, выделенных из воды рек Боладычай, Виляшчай, Болгарчай, по сезонам года

Вид	Весна			Лето			Осень			Зима		
	Боладычай	Виляшчай	Болгарчай	Боладычай	Виляшчай	Болгарчай	Боладычай	Виляшчай	Болгарчай	Боладычай	Виляшчай	Болгарчай
Aspergillusniger	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-
A.flavus	-	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
A.nidulans	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-
A.versicolor	-	x	-	-	-	x	x	x	-	-	x	x
A.fumigatus	x	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
A.candidus	-	-	-	x	-	-	x	x	-	-	-	-
A.terreus	x	-	x	-	x	x	x	-	x	-	-	-
A.carneus	-	-	-	-	x	-	x	-	x	-	-	-
A.ochraceus	-	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-	-
Penicilliumochrochloron	-	-	-	x	x	x	x	-	x	-	x	-
P.cyclopium	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
P.notatum	x	-	-	x	x	-	x	-	x	-	-	-
P.brevicompactum	-	x	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
P.funiculosum	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-
P.arenarium	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
P.frequentans	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
Fusariumoxysporum	-	-	x	-	x	-	x	x	x	-	-	-
F.solani	-	-	-	x	-	x	x	-	x	x	-	-
F.culmorum	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-
Trichoderma viride	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-	x	-
T.harzianum	-	x	-	x	x	-	x	x	-	x	-	-
Alternariaalternaria	-	-	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-
Acremoniumrutilum	-	-	-	x	-	x	-	x	x	-	-	-
Cladosporiumherbarum	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-
C.cladosporioides	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Candida albicans	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-
Chaetomium globosum	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-
Scopulariopsis. sp	x	-	-	-	x	x	-	x	-	x	-	-
Mucor racemosus	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-
M. mucedo	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
M. hiemalis	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
M. corymbifer	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Rhizopus.sp	-	x	-	-	x	-	x	x	-	x	-	-

Примечание: (x) — встречаемые виды, (-) — не встречаемые виды

зонам года было определено, что грибы различаются по частоте встречаемости, особенно в конце лета и осенью они встречаются чаще. И это связано с повышением температуры воды и увеличением в ней количества органических веществ. В результате исследований мы определили, что во время листопада происходит обогащение водных экосистем остатками растений, и вследствие этого идет увеличение разнообразия водных микромицетов. Это связано не только с увеличением температуры, pH среды, растворенным кислородом, с количеством биогенных элементов, но и насыщением

воды питательными веществами растительных остатков. Установлено, что количество обнаруженных микромицетов в пробах воды, взятых из глубины относительно низкое, чем в пробах воды, взятых с поверхности.

Благодарность

Выражаем глубокую благодарность профессору Ахмад Асану и доценту Бурхану Шену из университета Тракья. г. Эдирне (Турция) за оказание помощи в идентификации грибов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гасанова Г.М., Бабашлы А.А. Микологическая характеристика речных вод Южного региона Азербайджанской республики // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, — 2017, № 3, -с.6–14
2. Гасанова Г.М. Разнообразие микромицетов в водах рек южного региона Азербайджана / Первая международная конференция молодых ученых, Гянджа- 2016, -с.264–266.
3. Гасанова Г.М. Микробиота речных вод южного региона Азербайджанской республики // Труды Института Микробиологии НАНА, 2016, т. 14, № 1, -с.260–263.
4. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. Методы экспериментальной микологии. -Киев: «Наукова думка», — 1982, —550с.
5. Дудка И.А. Водные несовершенные грибы. К: Наук. Думка, — 1985, — 188с.
6. Литвинов М.А., Дудка И.А. Методы исследования икроскопических грибов пресных и соленых (морских) водоемов. -Л.: Наука, — 1975, — 152 с.
7. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. -Л. «Наука», — 1974, —194с.
8. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. -М-П: «Наук», — 1965, — 354 с.
9. Салманов М.А., Манафова А.А., Ансарова А.Г., Гусейнов А.Т. Микромицеты-мигранты Мингячевирского водохранилища // Юг России: экология, развитие.-2017, т. 12, № 1, -с.54–61. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2017-1-54-61>
10. Anna P., Andrzej S.G., Adam W., Adam C. Biomass and Abundance of Aquatic Fungi in a Polyhumic Dam Reservoir // Pol. J. Environ. Stud., —2013, vol. 22, № 3, -р.819–824.
11. Christian M.W., Felix Bärlocher., Hans P.G. Fungi in lake ecosystems //AME, —2010, vol. 59, -p.125–149. DOI: <https://doi.org/10.3354/ame01385>
12. Huzefa A.R., Carol A.S., Clement K-M.T. Fershwater fungi //eLS Microbiology, —2018, -p.1–13.
13. Ingold C.T. Aquatic hyphomycetes of decaying alder leaves //Transactions of the British Mycological Society, —1942, vol. 34, -p.210–215.
14. Krauss G.J., Solé M., Krauss G., Schlosser D., Wesenberg D., Bärlocher F. Fungi in freshwaters: ecology, physiology and biochemical potetntial //FEMS Microbiol. Rev, —2011, vol.35, № 4, -p.620–651. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00266.x.
15. Kabir G.P., Peter G.K., and Thomas D.B. Fungal Community Ecology: A Hybrid Beast with a Molecular Master//Bio Science, —2008, vol. 58, № 9, -p.799–810 <https://doi.org/10.1641/B580907>
16. Miersch J., Grancharov K. Cadmium and heat response of the fungus *Heliscuslugdunensis* isolated from highly polluted and unpolluted areas//Amino Acids, —2008, vol.34, № 2, -p.271–277. DOI:10.1007/s00726-006-0491-y
17. Nilsson S.C. Freshwater hyphomycetes. Taxonomy morphology and ecology //Symbolae Botanica Upsalienses, — 1964, vol.18, № 2, -p.1–130.
18. Patrícia O.F., Taimy Cantillo-Pérez., Vladislav G&Luís F.P.G. Ingoldian fungi of Brazil: some new records and a review including a checklist and a key // Phytotaxa, —2017, vol.306, № 3, -p.171–200. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.306.3.1>
19. Qi B., Moe W & Kinney K. Biodegradation of volatile organic compounds by five fungal species //Applied Microbiol Biotechnol, — 2002, vol.58, № 5, -p.684–689.
20. Ruben L–M., Vendula B., Martina Š., Anna Davidová., Jan Jansa, Tomaš C & Petr B. Decomposer food web in a deciduous forest shows high share of generalist microorganisms and importance of microbial biomass recycling // The ISME Journal, —2018, vol.12, -p.1768–1778. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41396-018-0084-2>
21. Samson R.A., Visagie C.M., Houbraken J. et al. Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus* // Stud Mycol., — 2014, vol.78, -p.141–173. DOI: 10.1016/j.simyco.2014.07.004
22. Samson R.A., Houbraken J., Thrane U., Frisvad J.C., Andersen B. Food and Indoor Fungi //CBS laboratory manual series 2, CBS-Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, Netherlands, —2010. —390 p.
23. Shearer C.A., Descals E., Kohlmeyer B., Kohlmeyer J., Marvanová L., Padgett D., Porter D., Raja H.A., Schmit J.P., Thornton H.A. & Voglymayr H. Fungal biodiversity in aquatic habitats // Biodiversity and Conservation, —2007, vol.16, -p.49–67. DOI: 10.1007/s10531-006-9120-z

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ИХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ НА РАСТЕНИЯХ КУКУРУЗЫ, КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Гасумов Джейхун Фаиз оглы

Докторант, НИИ Земледелия Министерства
Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики,
г. Баку
ceyhun_qasimov_75@mail.ru

GENERAL CHARACTERISTICS OF DISEASE AND THEIR CREATORS ON CORN PLANT CULTIVATED IN THE CONDITION OF AZERBAIJAN

F. Gasimov

Summary. Corn plant grown in the Lankaran-Astara economic region of Azerbaijan were studied for mycobiota and diseases caused by them. Became clear that, in the formation of mycobiota of plant participant 18 species of fungi, which caused to observe 13 diseases in their activities. According to the frequency of occurrence of registered fungi, 4 species belong to the dominants, 5 species to the common meet, and 9 species to the rare and random species. In the cours of reasearch determined that among the pathogens, *Septoria maydis* (septoriosis) has the highest, and *Sorosporium reilianum* (powdery mildew) lowest frequency of occurrence.

Keywords:. corn, mycobiota, diseases, frequency of occurrence, spread degree.

Аннотация. Исследована микобиота и вызываемые ею заболевания кукурузы, выращиваемой в Ленкоранско-Астаринском экономическом районе Азербайджана. Выявлено, что в формировании микобиоты растения участвуют 18 видов грибов, в результате деятельности которых проявляется 13 заболеваний. По частоте встречаемости зарегистрированных грибов 4 вида относятся к доминирующим видам, 5 видов — к часто встречающимся и 9 видов — к редким и случайным видам. Среди возбудителей заболеваний наиболее часто встречающимся видом является гриб *Septoria maydis* (септориоз), а наименее — *Sorosporium reilianum* (пыльная головня кукурузы).

Ключевые слова: кукуруза, микобиота, болезнь, частота встречаемости, степень распространенности.

В последнее время человечество сталкивается с разнохарактерными событиями, которые требуют пересмотра существующей инфраструктуры, производственных площадей и создания их в соответствии с принципами устойчивого развития. На фоне решения этих вопросов сельское хозяйство и связанные с ним отрасли экономики развивающихся стран [10], в том числе Азербайджана [11], играют сегодня роль источника средств, необходимых для поддержания жизнедеятельности людей.

В Азербайджане, как и в других странах, занимающихся аграрной отраслью, при выращивании сельскохозяйственных культур не всегда достигаются желаемые результаты урожайности [1]. Из числа причин данного явления следует отметить неиспользование

научно обоснованных технологий возделывания, недостаточный учет динамики абиотических и биотических факторов окружающей среды, недостаточная урожайность и устойчивость к болезням сортов, используемых при выращивании сельскохозяйственных культур и т.п. Среди этих причин особое значение имеют заболевания и вред, причиняемый рядом микро- и макроорганизмов, которые играют важную роль в потере получаемого или предполагаемого урожая [15]. В связи с этим можно составить первоначальное представление о серьезности проблемы, отметив лишь один факт, а именно то, что ежегодно только из-за грибковых заболеваний [9] урожайность сельскохозяйственных культур в мире снижается не менее чем на 10%. Поэтому учет этого вопроса, то есть проведение исследований, направленных на решение проблем, приводя-

Таблица 1. Видовой состав грибов, встречающихся на кукурузе

Принадлежность к таксону	Виды
Mycota	<i>Alternaria alternate</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Colletotrichum graminicola</i> , <i>Diplodia zeae</i> , <i>Fusarium graminearum</i> , <i>Foxysporum</i> , <i>F.verticillioides</i> , <i>Gibberellazeae</i> , <i>Helminthosporium maydis</i> , <i>H.turcicum</i> , <i>Nigrospora oryzae</i> , <i>Puccinia sorghi</i> , <i>Sclerotinia libertiana</i> , <i>Scl.sclerotiorum</i> , <i>Septoria maydis</i> , <i>Sorosporium reilianum</i> , <i>Ustilago zeae</i>
Chromista	<i>Pythium debaryanum</i>

щих к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых для получения продуктов различного назначения, является одной из задач, которая остается актуальной в условиях роста численности мирового населения и спроса на эти продукты.

Среди сельскохозяйственных культур особое значение имеет кукуруза [3–4]. Так, это растение выращивается в мире практически повсеместно и по своему назначению служит как для кормовых (2/3 кукурузы, производимой на земле), так и для пищевых (20%) и технических целей (15%). Кроме того, кукуруза также используется в народной медицине как мочегонное средство, то есть растение также имеет лечебное значение и издавна используется в народной медицине. Даже при выращивании такого важного широкоспектрного растения по указанным выше причинам не может быть получен ожидаемый урожай, т.е. в этом случае происходит также потеря урожая. Исследования по их устранению ведутся давно, и в этой области получены успешные результаты. Однако, как уже отмечалось, этот вопрос, в частности, предотвращение потерь урожая из-за болезней, еще не нашёл своего эффективного решения, и количество потерь урожая в настоящее время оценивается в миллионы тонн во всем мире.

Поэтому целью данной работы является выявление болезней и их возбудителей, наблюдаемых при возделывании кукурузы в Ленкоранско-Астаринском экономическом районе.

Материалы и методы

Исследование проводилось в Ленкоранско-Астаринском экономическом районе, который охватывает южный регион Азербайджанской Республики. Образцы были взяты из вегетативных и генеративных органов кукурузы (в основном сорта Загатала-420), выращиваемых в этом районе, в которых предполагается наличие грибов. Выделение грибов в чистую культуру из взятых образцов, определение частоты встречаемости и т.д. проводилось в соответствии с известными методами и подходами [5–6], а также использованными в нашей предыдущей работе [14].

Для выделения грибов в чистую культуру использовали агар Сабуро и агаризованное солодовой сусло, а также агаризованную среду Чапека [6], а для идентификации чистых культур использовали определители [2, 7–8, 12–13], основанные на культурально-морфологических характеристиках грибов.

Результаты и их обсуждения

Результаты исследования видового состава микобиоты кукурузы, выращиваемой в Ленкоранско-Астаринском экономическом районе Азербайджана, показали, что растение кукурузы является одной из сред обитания грибов, в том числе их патогенных видов, и включает виды, принадлежащие как к истинным грибам, так и к грибоподобным организмам (таблица 1). Как видно, 94,4% из 18 зарегистрированных видов грибов являются истинными грибами (Mycota), а 5,6% — грибоподобными организмами (Chromista). Среди зарегистрированных истинных грибов больше видов, относящихся к сумчатым грибам (Ascomycota), так к ним относятся 14 из 17 видов истинных грибов, или 82,4%. Остальные 17,6%, т.е. 3 вида (*Puccinia sorghi*, *Sorosporium reilianum* и *Ustilago zeae*), относятся к базидиомицетным грибам (Basidiomycota). Среди аскомицетных грибов встречаются как анаморфы (*Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum graminicola*, *Diplodia zeae*, *Fusarium graminearum*, *Foxysporum*, *F.verticillioides*, *Nigrospora oryzae* и *Septoria maydis*), так и телеморфы (*Gibberella zeae*, *Helminthosporium maydis*, *H.turcicum*, *Sclerotinia libertiana* и *Scl.sclerotiorum*).

Следует отметить, что в формировании микобиоты растения кукурузы также активно участвуют телеморфы, что отличает кукурузу от многих других растений. Так, в исследованиях, проводимых в Азербайджане, обнаружено, что в формировании микобиоты того или иного растения, а также биотопа, большее участие принимают анаморфы грибов, чем их телеморфы. В кукурузе эти телеморфы составляют одну треть от общей аскомицетной микобиоты. Для сравнения можно отметить, что удельный вес телеморфов в формировании микобиоты томатов составляет всего 10%, то есть 1/10.

Таблица 2. Обнаруженные болезни и частота встречаемость их возбудителей

№	Наименование болезней	Возбудителей болезни	Частота встречаемость возбудителей болезни по образцам (%)
1	Стеблевые гнили	<i>Glomerella zeae</i>	50,7
2	Гелминтоспориоз	<i>H.maydis</i>	48,4
		<i>H.turcicum</i>	23,2
3	Белая гниль или склероспориоз	<i>S.sclerotiorum</i>	51,2
		<i>Scl.libertiana</i>	26,7
4	Септориоз	<i>Septoria maydis</i>	53,3
5	Алтернариоз	<i>A.alternata</i>	31,2
6	Диплодиоз	<i>Diplodia zeae</i> ,	7,5
7	Фузариоз	<i>Fusarium graminearum</i>	5,2
		<i>F.oxysporum</i>	28,9
		<i>F.verticillioides</i>	6,9
8	Антракноз	<i>G.graminicola</i>	20,6
9	Серая гниль	<i>B.cinerea</i>	8,7
10	Нигроспориоз	<i>Nigrospora oryzae</i>	9,1
11	Ржавчина	<i>P.sorghii</i>	3,2
12	Полегание сеянцев	<i>Pythium debaryanum</i>	6,5
13	Пыльная и пузурчатая гоолвня	<i>Sorosporium reilianum</i> , <i>U.zeae</i>	3,5–5,4

Таблица 3. Характеристика частоты встречаемости видов, участвующих в формировании патогенной микобиоты кукурузы

	Доминантные	Часто встречающиеся	Случайные и редкие виды
Виды грибов	<i>G.zeae</i> <i>H.maydis</i> <i>S.sclerotiorum</i> , <i>S.maydis</i>	<i>A.alternata</i> , <i>F.oxysporum</i> <i>G.graminicola</i> <i>H.turcicum</i> , <i>Scl.libertiana</i>	<i>Diplodiazeae</i> , <i>Fusarium graminearum</i> <i>F.verticillioides</i> <i>B.cinerea</i> <i>Nigrosporaoryzae</i> <i>Puccinia sorghi</i> <i>Pythium debaryanum</i> <i>Sorosporium reilianum</i> , <i>U.zeae</i>
Диапазон изменения частоты встречаемости (%)	48,4–53,3	20,6–31,2	3,5–9,1

Следует также отметить результаты по видовому составу микобиоты кукурузы, что связано с эпифитностью и патогенностью грибов, участвующих в формировании микобиоты того или иного растения. Так, при характеристике той или иной микобиоты учитывается также и то, что вызывают ли грибы заболевание или нет. Возбудители заболеваний участвуют в образовании патогенной микобиоты, а не вызывающие заболевания — эпифитной микобиоты. Все грибы, зарегистрированные в образцах, взятых с кукурузы, были подтверждены исследованиями как возбудители того или иного заболевания. Среди зарегистрированных грибов не обнаружены грибы, характеризующиеся как эпифиты. Однако это не означает, что не существует

эпифитной микобиоты, присущей для кукурузы. Пробы отбирались только с пораженных участков растения, поэтому в исследовании не учитывались грибы, участвующие в формировании её эпифитной микобиоты. Однако, в процессе обработки образцов выявлялись некоторые непатогенные грибы (например, *Trichoderma harzianum*, *Chaetomium sp.* и др.), но так как в качестве объекта исследования были выбраны грибы, вызывающие заболевания кукурузы, было сочтено целесообразным не учитывать непатогенные виды, а обнаруженные грибы приняты как виды, участвующие в формировании патогенной микобиоты кукурузы. Другими словами, данный этап исследования, показал, что в формировании патогенной микобиоты

кукурузы участвуют 18 видов грибов, и все они характеризуются как фитопатогены.

На следующем этапе исследования были охарактеризованы грибы — возбудители заболеваний кукурузы и степень распространения заболевания, а также частота встречаемости возбудителей. Полученные результаты показали, что зарегистрированные грибы характеризуются разными показателями как по характеру вызываемых ими заболеваний, так и по частоте встречаемости в образцах, взятых с кукурузы (табл. 2).

Как видно, зарегистрированные в исследовании 18 видов грибов вызывают 13 заболеваний кукурузы, а самая высокой частотой встречаемости в условиях проведенного исследования обладал гриб *Septoria maydis*- возбудитель септориоза. В целом следует отметить, что грибы согласно принятой системе оценок для характеристики распространения в той или иной экосистеме, а также в конкретном ценозе и растении, делятся на 3 группы — первая группа является доминирующей (ЧВ ≤ 50,0%), вторая группа — часто

встречающиеся (10,0% ≤ ЧВ ≤ 40%), третья — случайные и редкие виды (ЧВ ≤ 10%). Характеристика грибов, участвующих в образовании патогенной микобиоты кукурузы в данном аспекте показала, что только 4 вида, способных вызывать заболевание кукурузы, обладают частотой встречаемости, присущей доминирующим видам (табл. 3). К часто встречающимся относятся 5 видов, а к редким — 9 видов грибов.

Оценивая регистрируемые заболевания и частоту встречаемости грибов, участвующих в их образовании, в фитопатологическом аспекте становится очевидным, что растение кукурузы, выращиваемое в Азербайджане, в первую очередь в Ленкоранско-Астаринском экономическом районе, является не очень благоприятным с фитопатологической точки зрения. Учитывая относительно высокое количественное значение ЧВ, характерное для грибов, вызывающих опасные заболевания, такие белая и корневая гниль, гелиминтоспориоз, септориоз и фузариоз, нет сомнений в том, что следует принимать профилактические меры для ограничения этих заболеваний, особенно активности их возбудителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас экономически значимых растений и вредных объектов России и сопредельных государств. // <http://www.agroatlas.ru/diseases>
2. Билай В.И. Определитель токсинообразующих микромицетов. / В.И. Билай, З.А. Курбацкая. -Киев: Наукова думка,—1990.—236с.
3. Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А. Полноценное кормление молочного скота — основа реализации генетического потенциала продуктивности — М.: РАН, 2018. — 260 с.
4. Гулидова В.А., Хрюкина Е.И., Сергеев Г.Я. Кукуруза на зерно. -Воронеж: МТС Агроальянс,—2017.—51 с.
5. Методы экспериментальной микологии /под ред. Билай В.И. — Киев: — Наукова думка,— 1982,— 500с.
6. Нетрусов А.И., Практикум по микробиологии. / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук -М.: Издательский центр «Академия»,— 2005,—608с.
7. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. — Москва: Мир,— 2001,— 486с.
8. Хохряков М.К. Определитель болезней растений. /М.К. Хохряков, К.М. Доброзракова, М.Ф. Степанова,— Санкт Петербург: Наука,—2003,—535с.
9. Drenth A. and Guest, D.I. Fungal and Oomycete Diseases of Tropical Tree Fruit Crops//Annual Review of Phytopathology,—2016, -v.54, № 1, -p.373–395
10. FAO. 2017. The future of food and agriculture — Trends and challenges. Rome. <http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>
11. <https://www.stat.gov.az>
12. Kirk P.M., Stalpers J.A. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing.— Wallingford (UK), 2008, 600 p.
13. Klich M.A. Identification of common Aspergillus species. Baarn: CBS.—2002.— 116 p.
14. Muradov P.Z., Shirinova G.F., Asgerli L.X., Allahverdiyev E.I., Gasimov C.F. Species composition of fungi causing diseases in agricultural plants in agrarian sector of Azerbaijan.//Journal of Applied and Natural Science,—2019, -v.11(4), -p.785–790
15. Savary S. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops.// Nature Ecology & Evolution,—2019, -v.3, -p.430–439.

© Гасумов Джейхун Фаиг оглы (seyhun_qasimov_75@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ У НАСЕЛЕНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА

GENETIC RESEARCH OF FAMILIAL MEDITERRANEAN FEVER DISEASE IN AZERBAIJAN POPULATION

*L. Huseynova
R. Haqverdiyeva*

Summary. Purpose of the work was to study mutations of MEFV gene of the Familial Mediterranean Fever disease in the population of the Republic of Azerbaijan. For this purpose, a complex of modern molecular-genetic methods based on polymerase-chain reaction has been used.

The 7 mutations of the MEFV gene have been identified: R761H M694I, M694V, V726A, R202Q, M680I and E148Q. Two mutations — E148Q and R202Q were located in exon 2, five mutations — R761H M694I, M694V, V726A, and M680I were found in exon 10. 9 polymorphisms have been identified in the exons 2,3 and 5 of the MEFV gene.

To prevent Familial Mediterranean Fever hereditary disease in the population of the Republic of Azerbaijan, it is planned to carry out the medical-genetic counseling for families with genetic risk with the following prenatal diagnosis of the fetus in the next pregnancy.

Keywords: exon, population, mutation, gene, exon, chromosome, disease, nucleotide.

Гусейнова Лала Самеддин

*Азербайджанский Медицинский Университет,
г. Баку*

royahuseynova2006@gmail.com

Азвердиева Рая Рустам

*Азербайджанский Медицинский Университет,
г. Баку*

raya.haqverdiyeva@gmail.com

Аннотация. Приводятся результаты молекулярно-генетических исследований гена MEFV у больных с диагнозом: периодическая болезнь. Идентифицированы 7 мутаций гена MEFV: R761H, M694I, M694V, V726A, R202Q, M680I и E148Q. Две мутаций — E148Q и R202Q расположены в 2-м, остальные 5 мутаций — R761H, M694I, M694V, V726A, M680I — в 10-м экзоне гена.

С целью профилактики периодической болезни в семьях с генетическим риском рождения больного ребенка, планируется проведение медико-генетическое консультирование с последующей пренатальной диагностики плода в первом триместре беременности с использованием молекулярно-генетических методов исследования.

Ключевые слова: экзон, популяция, мутация, хромосом, ген, нуклеотид.

Введение

Периодическая болезнь (средиземноморская семейная лихорадка) — наследственное заболевание, причиной которого являются нарушения в регуляции воспалительного и иммунного ответа на уровне гранулоцитов. Впервые данная патология была описана в 1948-м году американским врачом Райманном, который из-за повторяющихся тяжелых приступов дал ей название «периодическая болезнь». С первых лет изучения была выявлена главная особенность этой патологии — она возникает только у уроженцев средиземноморского региона и Малой Азии, главным образом у армян, арабов, греков, испанцев, итальянцев, евреев-сефардов и турок (2,3). У представителей иных национальностей отмечены лишь sporadически и статистически незначимые случаи периодической болезни. Поэтому фактор национальности больного и его предков играет немаловажную роль

в диагностике данного состояния. Встречаемость периодической болезни у различных этносов средиземноморского региона отличается, она наиболее высока у турок, арабов и армян, несколько ниже у евреев-сефардов, еще реже — у греков, итальянцев и испанцев. По некоторым данным, носительство патологического гена в определенных регионах затрагивает 20% населения, а заболеваемость составляет 1:1000–2500. Периодическая болезнь наследуется по аутосомно-рецессивному типу и с одинаковой частотой поражает как мальчиков, так и девочек (1).

Долгое время этиология и патогенез периодической болезни оставались неизвестными, лишь достижения современной генетики позволили больше узнать об этом заболевании. Наиболее часто причиной данной патологии являются мутации гена MEFV, расположенного на 16-й хромосоме (16p13.3). Ген кодирует белок под названием маренострин, который выполняет функции

одного из центральных регуляторов воспалительной реакции и первичного иммунного ответа. Маренострин затормаживает дегрануляцию нейтрофилов и угнетает их адгезивные свойства, тем самым ослабляя и ингибируя чрезмерную реакцию иммунной системы. При периодической болезни миссенс мутации гена MEFV приводят к изменению структуры маренострина, тем самым нарушая его функции. Это снижает порог дегрануляции нейтрофилов, что облегчает развитие острых воспалительных реакций и формирует клиническую картину периодической болезни. Кроме того, дефекты маренострина приводят к каскадным патологическим реакциям в иммунной системе и организме в целом. Значительно уменьшается активность ингибитора одного из компонентов системы комплемента — C5a. Последний постепенно накапливается в серозных оболочках, а при достижении высоких концентраций провоцирует бурную воспалительную реакцию (1,4). Это обстоятельство объясняет определенные свойства периодической болезни — преимущественное поражение серозных оболочек, а также сезонность заболевания (для накопления достаточных концентраций C5a необходимо несколько месяцев). В некоторых случаях для периодической болезни характерно также раннее развитие амилоидоза, однако его патогенез остается неясным (5).

Все вышеперечисленные процессы возникают у гомозигот, при наличии у человека двух аллелей дефектного гена MEFV. Существует теория, согласно которой гетерозиготы из-за снижения ингибирования адгезивных свойств гранулоцитов обладают повышенной резистентностью к бактериальным инфекциям. Отчасти это может объяснить столь высокую встречаемость патологической формы гена и его носительства среди этносов средиземноморского региона. Кроме того, существуют указания, что некоторые формы периодической болезни обусловлены дефектом генов на 19-й хромосоме, однако точно идентифицировать их пока не удалось (6,7,8).

Таким образом, целью наших исследований является молекулярно-генетические исследования периодической болезни у больных детей в Азербайджане.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследований являлась венозная кровь на антикоагулянте ЭДТА в количестве 2 мл. Проведен генетический скрининг 548 новорожденных из родильных домов Республики и г. Баку, а также 132 больных ребенка из НИИ Педиатрии МЗ Республики.

Геномную ДНК из венозной крови выделяли, используя готовые наборы QIA amp genomic DNA and RNA kits фирмы QIAGEN, Германия. Интактность и количество

выделенного геномного ДНК, а также амплификата после ПЦР определяли путем электрофореза на 1,7%-ом агарозном геле с использованием электрофоретического аппарата и источника питания (Power Pac Basic Gel Doc™EZ) Imager, фирмы BioRad, США. При электрофорезе в качестве маркера для идентификации синтезированных фрагментов ДНК использовали DNA Ladder 100 bp (1).

Режим ПЦР был следующим: 95°C-2 мин., (95°C-30¹, 58°C-30¹, 78°C-2 мин. 25 циклов), 72°C-10 мин. и пауза при 4°C -10 мин., и режим ПЦР для гена GALT1-95°C-2 мин., (95°C-30¹, 60°C-30¹, 76°C-2 мин. 30 циклов), 72°C-10 мин. и пауза при 4°C- 10 мин. ПЦР проводили на амплификаторе Professional Thermocycler фирмы Biometra, Германия.

Для очистки фрагментов ДНК после первой ступени ПЦР использовали набор магнитов: «Agencourt AMPure XP PCR purification» и SPRIPlate 96 Super Magnet Plate. Очищенные фрагменты ПЦР использовали для дальнейших исследований. Вторую фазу ПЦР проводили в режиме: 95°C-2 мин., (95°C-30¹, 52°C-58 °C — 30¹, 78°C-2 мин. 30 циклов), 72°C-10 мин. и пауза на амплификаторе при 4°C -10 мин.

Затем проводили стандартную процедуру в секвенаторе GENOME Lab GeXP™ Sequencing для определения нуклеотидной последовательности каждого фрагмента ДНК. Очищенные образцы генов AB13130X1 считываются в системе анализа цепей ДНК автоматически. Нуклеотидные цепи Seqscape V.2.7. запрограммированные полиморфизмы и соответствующие мутации были идентифицированы Blast Ce NCBI с нормальными нуклеотидными цепями MEFV (рис 1, 2).

Результаты исследований и их обсуждения

Идентифицированы 7 мутаций гена MEFV: R761H, M694I, M694V, V726A, R202Q, M680I и E148Q у населения Азербайджанской Республики. Семь зафиксированные мутации были ранее идентифицированы в основном в турецкой популяции, поселяющей побережье Средиземного моря (4,7,8).

Трое из 18 обследованных пациентов были гетерозиготами, восемь гомозиготами и семь компаунд-гетерозиготами.

В таблице 1 представлены полиморфизмы, обнаруженные в гене MEFV — смещения нуклеотидов, частота совпадений и экзоны, в которых они находятся.

Как показано в таблице 1, девять полиморфизмов были обнаружены в трех экзонах (2,3,5) гена MEFV.

Таблица 1. Частота полиморфизмов гена MEFV

№	Полиморфизм	Экзон	Номер	Частота (%)
1.	306 T/C (D102D)	2	8	22.22
2.	414 A/G (G138G)	2	4	11.11
3.	442 G/C (E148Q)	2	2	5.56
4.	495 C/A (A165A)	2	4	11.11
5.	605 G/C (R202Q)	2	2	5.56
6.	942 C/T (R314R)	3	6	16.67
7.	1422 G/A (G474G)	5	4	11.11
8.	1428 A/G (G476G)	5	4	11.11
9.	1530 T/C (D510D)	5	2	5.56

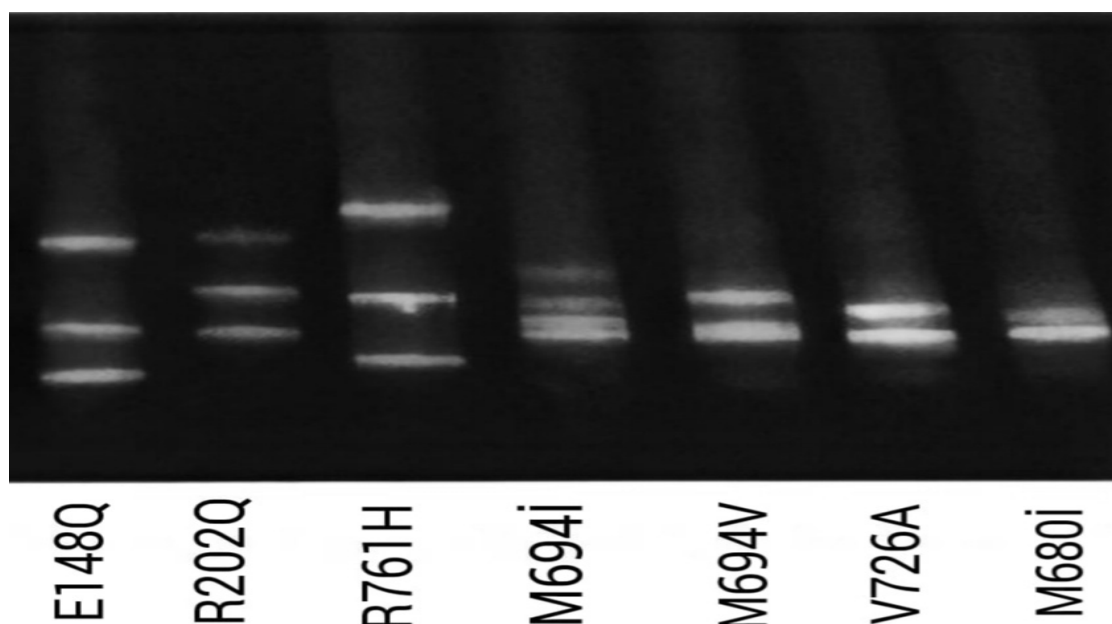


Рис. 1. Мутации E148Q и R202Q расположены в 2-м экзоне. Мутации M680I, R761H, M694I, M694V и V726A расположены в 10-м экзоне MEFV гена.

Пять полиморфизмов наблюдались во втором, один — в третьем и три в пятом экзоне.

Полиморфизмы 414 A/G, 442 G/C, 495 C/A, 1422 G/A и 1428 A/G гена MEFV наблюдались у пациентов, чьи родители были родственниками и гомозиготами.

Высокие показатели полиморфизма были обнаружены для 306 T/C (22,22%) и 942 C/T (16,67%) мутаций. Частота полиморфных генов 942 C/T, 605 G/C и 1530 T/C были самыми низкими — 5,56%.

В таблице 2 представлены мутации, идентифицированные в гене MEFV.

Среди 18 исследованных пациентов выявлена наибольшая частота мутации R761H гена MEFV, которая составляет 27,3%. Две мутации — R202Q и E148Q были обнаружены в экзоне 2 (28,57%), а остальные пять мутации — M680I, R761H, M694I, M694V и V726A, в экзоне 10 (71,43%) гена MEFV.

Мутации R202Q и E148Q были обнаружены у одного гетерозиготного пациента, а две пациента по мутациям R202Q и E148Q были компаунд-гетерозиготами (R202Q / E148Q). Мутация R761H в гомозиготной форме была зарегистрирована в двух случаях, а в четырех случаях, для мутации M694I (R761H / M694I) наблюдается компаундность. Для мутации M694I выявлена комбиниро-

Таблица 2. Частота мутаций гена MEFV

Мутации	Номер	Частота (%)	Частота фракций	Экзон
E148Q	3	9,1	0,0909	2
R202Q	5	15,2	0,1515	2
M680I	4	12,1	0,1212	10
R761H	9	27,3	0,2727	10
M694I	5	15,2	0,1515	10
M694V	1	3,0	0,0303	10
V726A	6	18,2	0,1818	10

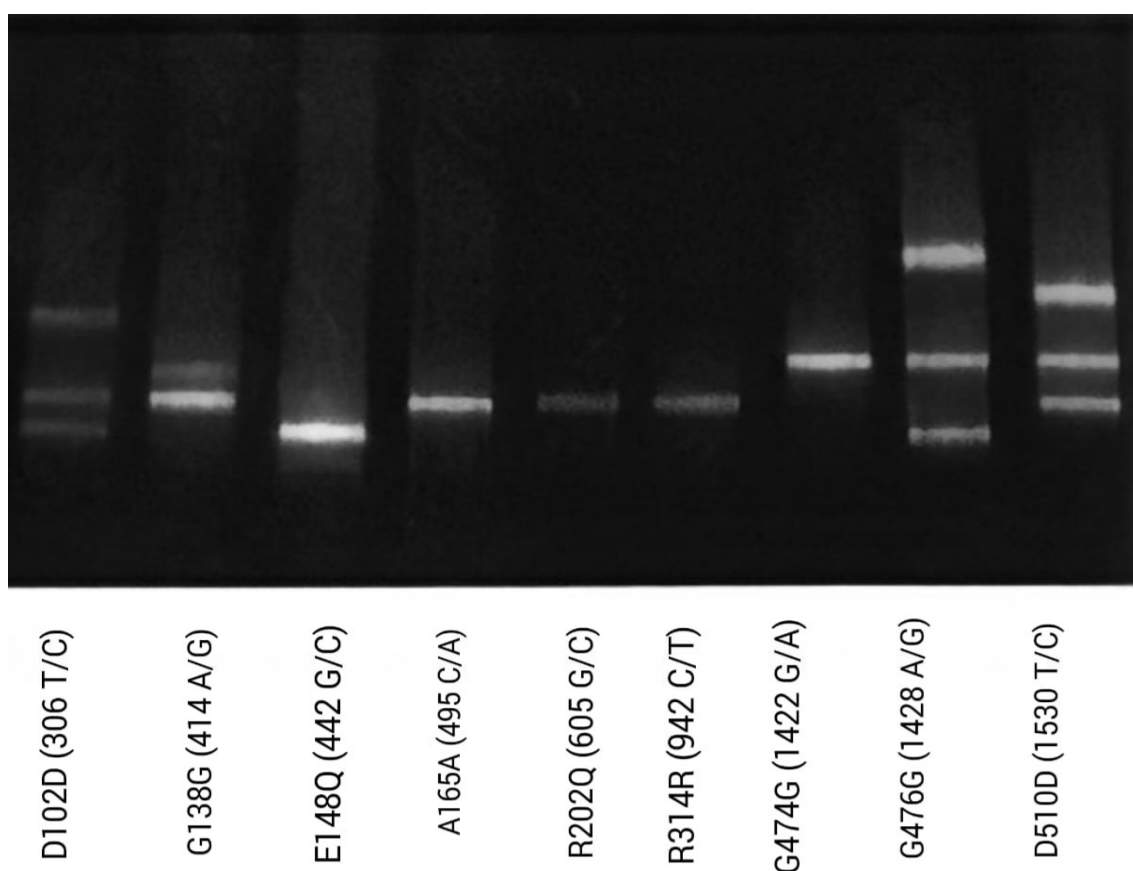


Рис. 2. Мутации D102D, G138G, E148Q, A165A и R202Q расположены в 2-м, мутация R314R расположены в 3-м экзоне, мутации G474G и D510D расположены в 5-м экзоне MEFV гена.

ванность с мутациями M694V и R202Q (M694I \ M694V и M694I \ R202Q). У двух пациентов мутация M680I обнаружена в гомозиготном состоянии (M680I / M680I), гомозиготность по мутации V726A выявлена у трех пациентов. Следует отметить, что при гомозиготности по этой мутации, родители пациентов были родственниками. Согласно мировой литературе, пять мутаций — M694V, V726A, M694I, R202Q, M680I и E148Q составляют 75% всех найденных мутаций (5,7,9,10,17). Пять мутаций из семи, обнаруженные нами, относятся к этой группе

и составляют 57,6% от общего числа найденных мутаций.

Прогноз периодической болезни в значительной степени зависит от наличия или отсутствия амилоидоза. Если его нет, несмотря на тяжелые приступы заболевания, прогноз благоприятный, поскольку в межприступный период больные чувствуют себя удовлетворительно, продолжительность жизни практически не сокращается. В случае развития амилоидоза

на фоне периодической болезни выживаемость пациентов резко снижается из-за поражения почек. Риск возникновения амилоидоза уменьшается при ранней диагностике средиземноморской семейной лихорадки и своевременно начатом лечении колхицином.

Профилактика периодической болезни возможна только в рамках пренатальной диагностики, которая рекомендуется в тех случаях, когда у обоих родителей имеется подозрение на носительство дефектного аллеля гена MEFV.

Чтобы предотвратить средиземноморскую семейную лихорадку родители 18 пациентов были проконсультированы врачом-генетиком для выяснения и прогноза рождения здорового ребенка, с учетом 25% риска рождения больного ребенка на следующую беременность. Поскольку большинство обследованные семьи находятся в репродуктивном возрасте, они гото-

вятся к пренатальной диагностике плода при следующей беременности с их согласия.

Заключение

Идентифицированы 7 мутаций гена MEFV: R761H, M694I, M694V, V726A, R202Q, M680I и E148Q у населения Азербайджанской Республики. Две мутаций — E148Q и R202Q расположены в 2-м, остальные 5 мутаций — R761H, M694I, M694V, V726A, M680I — в 10-м экзоне гена. В экзонах 2,3 и 5 гена MEFV было выявлено 9 полиморфизмов.

С целью профилактики периодической болезни в семьях с генетическим риском рождения больного ребенка планируется проведение медико-генетическое консультирование с последующей пренатальной диагностики плода в первом триместре беременности с использованием молекулярно-генетических методов исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочков Н.П. Клиническая генетика. М. Медицина. 2002. 202 с.
2. Aksentijevich I., Torosyan Y., Samuels J., Centola M., Pras E, Chae J.J. Mutation and haplotyping studies of familial Mediterranean fever reveal new ancestral relationships and evidence for a high carrier frequency with reduced penetrance in the Ashkenazi Jewish population. *Am J. Hum Genet.* 1999;64(4):949–62. View ArticlePubMedPubMed CentralGoogle Scholar
3. Giaglis S., Papadopoulos V., Kambas K., Doumas M., Tsironidou V., Rafail S., et al. MEFV alterations and population genetics analysis in a large cohort of Greek patients with familial Mediterranean fever. *Clin Genet.* 2007;71(5):458–67. View ArticlePubMedGoogle Scholar
4. Debeljak M., Toplak N., Abazi N., Szabados B., Mulaosmanović V., Radović J., et al. The carrier rate and spectrum of MEFV gene mutations in central and southeastern European populations. *Clin Exp Rheumatol.* 2015;33(6 Suppl 94): S19–23. PubMedGoogle Scholar
5. Kümpfel T., Gerdes L.A., Wacker T., Blaschek A., Havla J., Krumbholz M., et al. Familial Mediterranean fever-associated mutation pyrin E148Q as a potential risk factor for multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2012;18(9):1229–38. View ArticlePubMedGoogle Scholar
6. McKusick A. Mendelian inheritance in man. Tenth edition, London, 2002, p. 2115.
7. Ozturk A., Ozcahar B., Ekim M., Akar N. Is MEFV gene Arg202Gln (605G > A) A disease- causing mutation. *Turk J Med Sci.* 2008;38(3):205–8. Google Scholar
8. Sayın Kocakar D.B., Günel-Özcan A., Çabuk F., Ensari C. The frequency of Familial Mediterranean fever gene mutations and genotypes at Kirikkale and comparison with the mean of regional MEFV mutation frequency of Turkey. *Mol Biol Rep.* 2014;41(3):1419

© Гусейнова Лала Самеддин (royahuseynova2006@gmail.com), Агвердиева Рая Рустам (raya.hagverdiyeva@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ И ОКОЛОВОДНЫХ БИОЦЕНОЗОВ РЕКИ ПСЁЛ

ECOLOGICAL AND COENOTIC DIVERSITY OF AQUATIC AND NEAR-WATER BIOCENOSES OF THE PSEL RIVER

**E. Dmitrieva
S. Zherdeva**

Summary. This article reflects the results of the study of the ecological-cenotic and species diversity of the flora and fauna of the Psel river. The ecological assessment of water and near-water biocenoses is given and their role in the formation of the water state in the Psel river is determined. The threat of anthropogenic influence on the populations of rare and endangered species that have a disjunctive or border area, especially sensitive to human economic activity, has been established.

Keywords: Psel river, ecological and cenotic diversity, coastal communities, anthropogenic activity, ecological transformation.

Дмитриева Екатерина Леонидовна

К.б.н., доцент, Курский государственный университет
sv-dmitr@yandex.ru

Жердева Светлана Владимировна

К.б.н., доцент, инженер по охране окружающей среды (эколог), ОКУ «Дирекция по управлению особо охраняемыми природными территориями Курской области»

s.v.zherdeva@gmail.com

Аннотация. В данной статье отражены результаты исследования эколого-ценотического и видового разнообразия флоры и фауны реки Псёл. Дана экологическая оценка водных и околотоводных биоценозов и определена их роль в формировании состояния воды в реке Псёл. Установлена угроза антропогенного влияния на популяции редких и исчезающих видов, имеющих дизъюнктивный или пограничный ареал, особенно чувствительных к хозяйственной деятельности человека.

Ключевые слова: река Псёл, эколого-ценотическое разнообразие, прибрежные сообщества, антропогенная деятельность, экологическая трансформация.

В сферу особого научного интереса входят наземно-водные экосистемы, благодаря высокому значению экотон в функционировании граничащих биоценозов и возможности их участия в формировании качества воды. На сегодняшний день при экологической оценке состояния поверхностных водных объектов одним из диагностических показателей является определение биоразнообразия. Биологическими индикаторами природной среды и репрезентативными показателями биоразнообразия являются редкие и исчезающие виды, как наиболее чувствительные объекты к негативным изменениям ландшафтов и совокупного влияния экологических факторов в местах обитания.

Выполненные в последние годы исследования по инвентаризации и идентификации видового состава экосистем поверхностных водоемов и водотоков показала, что эколого-ценотическое разнообразие реки Псёл формируют как абиотические и биотические, так и антропогенные факторы, и на современном этапе техногенная нагрузка на бассейн реки будет оказывать значительное влияние на биоразнообразие.

При проведении исследований по изучению растительности околотоводных и водных биоценозов реки

Псёл использовали маршрутный метод, метод трансект и метод пробных площадок. Исследования проводились в летний период 2019 года.

По результатам исследований было установлено, что видовой состав прибрежно-водной растительности реки Псёл представлен 102 видами. Прирусловая часть в пойме реки Псёл выражена довольно слабо и прослеживается лишь на некоторых участках полосой шириной 10–15 м. Часто она занята зарослями различных кустарниковых *Salix triandra*, *Salix viminalis* и др. Пониженные участки прирусловой поймы (высота 1–1,5 м над меженью) занимают ассоциации с преобладанием Лисохвоста лугового [3]. Из злаков появляются *Beckmannia eruciformis*, *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis stolonifera*, среди разнотравья доминируют *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*, *Symphytum officinale*, *Lythrum salicaria*, *Rumex confertus*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale* и др.

Ведущую роль при дальнейшем понижении рельефа начинают играть сообщества с преобладанием различных видов осок — *Carex vulpina*, *Carex cespitosa*, *Carex nigra*, *Carex vesicaria*, *Carex acuta* и др. Обычно они занимают округлые или продолговатые запа-



Рис. 1. Осоковое болото на песчаной террасе реки Псёл в окрестности урочища Маховская дача



Рис. 2. Прибрежно-водные растения. Осока омская

дины различных размеров. Кроме осок, в них обычны *Eleocharis palustris*, *Ranunculus repens*, *Caltha palustris*, *Lythrum salicaria* и др., центр западины занимает водно-болотная растительность. Болото Борки — памятник природы, на территории которого охраняются: пальчатокоренник мясо-красный. Участок Центрально-Черноземного государственного заповедника «Пойма Псла», является уникальным местом сохранения биоразнообразия Попселья. Здесь встречается водное растение Вольфия бескорневая, занесенная в Красную книгу Курской области.

Прибрежные сообщества реки Псел сформированы различными ассоциациями. Ведущую роль в них играют ассоциации с господством *Phragmites communis*, где массовыми видами выступают *Carex riparia*, *Carex pseudocyperus*, *Carex rostrata*, *Equisetum fluviatile*, *Lysimachia vulgaris*, *Cicuta virosa*, *Scirpus lacustris*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*. Из деревьев наиболее обычны ольха и ива пепельная. Рогозовые и хвощевые ассоциации начинают развиваться при снижении проточности и заилении дна, обычными видами в них являются *Comarum palustre*, *Glyceria fluitans*, *Sparganium simplex*, *Carex acuta*, *Carex vesicaria*, *Alisma plantago-aquatica*.

Ассоциации тростника обыкновенного с различными видами осок (*Phragmitetum communis caricosum*) составляют основу растительного сообщества пойменных болот [1]. К часто встречающимся видам осок относятся *Carex riparia*, *Carex cespitosa*, *Carex acuta*, *Carex omskiana*, *Carex nigra*, *Carex rostrata*. В чистом виде сообщества осок наблюдаются крайне редко, все чаще мы их встречаем в смеси с другими видами, образуя гипново-осоковые, хвощево-осоковые, вахтово-осоковые и другие ассоциации с преобладанием в травяном покрове *Poa palustris*, *Calamagrostis canescens* и гигрофильного разнотравья — *Caltha palustris*, *Epilobium hirsutum*, *Epilobium palustre*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsoflora* (рис. 1–2).

Сбор материала по изучению фауны водных и околоводных биоценозов реки Псел осуществлялся в весенне-летний период на протяжении 2018–2019 годов.

В результате исследования фауны водных беспозвоночных реки Псел были определены как донные (бентос), так и плавающие в воде (планктон) организмы. К крупным представителям бентоса реки относятся двустворчатые моллюски (перловицы и беззубки), которые активно участвуют в очищении воды от взвешенных частиц. Перловица обыкновенная — индикатор чистоты воды, фильтратор, местами встречается очень редко. К массовой гибели приводят загрязнения

стоками с полей ядохимикатов и удобрений, сброс неочищенных отходов свиноферм. Лунка речная, статус 3 в Красной книге Курской области, встречается только в бассейне Псла [2]. Большая доля в планктоне приходится на мелких рачков — дафний и циклопов, а также простейших — амёб, инфузорий и жгутиковых, которые являются пищей для мелких рыб. В местах зарастания водоема эколого-ценотическое разнообразие имеет иной характер, который приобретает в связи с избытком органических веществ и недостатком кислорода. К преобладающим видам относятся брюхоногие моллюски (прудовики, катушки, лужанки), пиявки и представители типа членистоногих. Наиболее многочисленно представлен класс насекомые: стрекозы (красотки, стрелки), ручейники, водомерки (водомерка болотная, водомерка прудовая), водные жуки представлены в основном семейством плавунцы (полоскун борозчатый, нырляк, водяник), крайне редко встречаются большие жуки — плавунец окаймленный и плавунец широкий, водолюб черный большой занесен в Красную книгу Курской области (2017). На береговой растительности встречается жук радужница. Из семейства комары настоящие встречаются: кусака серый, кусака коленчатый, комар-пискун из семейства мошки несколько родов мошек: *Eusimulium Roub.*, *Odagmia Meigen*, *Simulium Latr.* Семейство мокрецы представлено двумя родами: мокрец черный, мокрец настоящий. Стрекозы решетчатая (большая голубая), коромысло большое и дозорщик-повелитель встречаются редко, последний вид занесен в Красную книгу Российской Федерации.

Ихтиофауна в Псле представлена 28 видами, относящиеся к 5 отрядам: отряд миногообразные (украинская минога Красная книга Российской Федерации), отряд щукообразные (щука обыкновенная), отряд карпообразные (плотва, голавль, язь обыкновенный, верховка, красноперка, жерех, линь, пескарь обыкновенный, горчак, уклейка обыкновенная, густера, лещ, сазан, карась золотистый, карась серебряный, голец, щиповка обыкновенная, вьюн, сом обыкновенный), отряд трескообразные (налим), отряд окунеобразные (окунь обыкновенный, судак, ерш обыкновенный). В реке Псел обитает быстрянка русская (подвид занесен в Красную книгу Российской Федерации) и елец Данилевского входит (2018 г.) в перечень видов животных, рекомендованных к занесению в Красную книгу Курской области.

Наибольшее распространение из земноводных и пресмыкающихся в бассейне реки Псел в прежние годы имели краснобрюхая жерлянка, остромордая, гибридная и озерная лягушки, зеленая жаба. В настоящее время земноводные относятся к наиболее уязвимой группе позвоночных животных. Восточное побережье оз. Клюквенное, граничащее с сельхоз полями бывает усеяно погибшими земноводными, в том числе три-

тонами- гребенчатый и обыкновенный (Красная книга Курской области) [2]. Чаще встречаются рептилии: пряткая ящерица, обыкновенный уж. Живородящая ящерица — редкий охраняемый вид. Редким и очень уязвимым видом является черепаха болотная (статус 1, под угрозой исчезновения в Красной книге Курской области).

Орнитофауна Псла представлена более 150 видами. По берегам реки Псел наблюдались норы береговых ласточек, зимородков. Серые и большие белые цапли были отмечены в зарослях камыша. На открытых отмелях наблюдали трясогузок и куликов. Из наиболее часто наблюдаемых нами птиц можно отметить следующие виды: желтая трясогузка, камышевка дроздовидная, иволга, зеленушка, дрозд-рябинник, соловей, серая ворона, сойка, скворец, козодой занесен в Красную книгу Курской области, редок. Выпь большая, волчок,

Из млекопитающих, встречающихся на исследуемой территории, можно отметить дикого кабана, зайца-русака, крота европейского, белку, ежа, ласку, водяную и рыжую полевку, речного бобра, места обитания, которого заметить, не очень сложно — поваленные деревья по берегам водоема, знаменитые плотины этих речных строителей, хатки, в которых они живут. Появление бобров в реках и особенно постройка ими запруд оказывает благоприятное воздействие на экологическую обстановку водных и приречных биотопов. В образовавшемся разливе поселяются многочисленные моллюски и водные насекомые, которые в свою очередь привлекают водоплавающих птиц, которые на лапках приносят рыбу икру. Поваленные бобрами деревья

служат кормом для зайцев, которые обгладывают кору со стволов и ветвей. Горностаи — один из редких видов побережий Псла и озер в пойме. Нередко подвергаются уничтожению водные обитатели, в том числе кутора обыкновенная и малая в результате браконьерского применения электроудочек.

По берегам густо заросших травой можно встретить небольшие хатки из стеблей водных растений (тростника, рогоза, осоки) скрепленных илом — это надводные жилища ондатры. Ондатра проникла в наши водоемы из Сумской области (интродуцент из Северной Америки). Ондатра плодовита и легко приспосабливается к изменениям среды обитания. Она является конкурентом водной полевки.

Сохранение биоразнообразия занимает особое место среди основных экологических проблем современности. Проведение идентификации и инвентаризации видового состава наземно-водных экосистем реки Псел поможет определить последствия загрязнений, в какой мере данные воздействия повлияли на нарушение экосистемы. Для сохранения биологического разнообразия остро стоит задача сохранения наиболее значимых местообитаний. К основным мероприятиям по сохранению местообитаний можно отнести: поддержание оптимального гидрологического режима путём сокращения стока через отдельные элементы мелиоративной сети, создание ООПТ, прекращение выпаса скота по поймам как самого Псла, так и его притоков, организация управляемого сенокоса, реставрация водно-болотных угодий на месте заброшенных сельскохозяйственных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галяс А.В. Экологическая характеристика водно-болотной растительности заболоченной поймы реки Псел // Болота и биосфера: Материалы 7-й Всероссийской с международным участием научной школы молодых ученых. Томск, 2010. С. 152–156.
2. Красная книга Курской области: редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов. Департамент эколог. безопасности и природопользования Курск. обл. Калининград; Курск: ИД Рост-ДОАФК, 2017. 380 с.
3. Полуянов А.В. Флора Курской области. Курск: КГУ, 2005. 264 с.

© Дмитриева Екатерина Леонидовна (sv-dmitr@yandex.ru), Жердева Светлана Владимировна (s.v.zherdeva@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ СПОРТСМЕНОВ

IMPACT OF THE ADVERSE ENVIRONMENTAL FACTORS ON ATHLETES' ADAPTATION CHANGES

**N. Zakharov
S. Shlapakova
I. Kondrashova
N. Kondykova**

Summary. The paper studies the peculiarities of athletes' adaptation changes under the impact of the adverse environmental factors. The obtained data allow us to evaluate the level of adaptability of the main functional systems of athletes from areas with the favourable environmental situation to the impact of regular physical activities, which is expressed by a high content of the muscular component of body weight, progressive indices of the state of the cardiovascular system, the index of adaptive capacity and functional tests. At the same time, the organism of athletes who live in conditions of environmental disadvantage is characterized by the presence of tendencies to develop stress mechanisms of adaptation of the cardiovascular system, as well as reliably lower results of functional tests. Sporting activities form a structural trace of adaptation changes, but their severity and level of manifestation in contaminated areas, however, are lower than in conditionally clean ones.

Keywords: environmental factors, adaptation, functional systems, morphology, human body, athletes.

Захаров Никита Евгеньевич

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский
государственный инженерно-технологический
университет»
zaxarov1602@yandex.ru

Шлапакова Светлана Николаевна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский
государственный инженерно-технологический
университет»
shla-svetlana@yandex.ru

Кондрашова Ирина Николаевна

К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет имени И.С. Тургенева»
eco-kondrashova@yandex.ru

Кондыкова Наталия Николаевна

К.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет имени И.С. Тургенева»
nkondykova@yandex.ru

Аннотация. Проведены исследования особенностей адаптационных изменений в организме спортсменов под влиянием неблагоприятных экологических факторов. Полученные данные позволяют высоко оценить уровень адаптированности основных функциональных систем организма спортсменов из районов с благоприятной экологической обстановкой к воздействию регулярных физических нагрузок, что выражается высоким содержанием мышечного компонента массы тела, прогрессивными показателями состояния сердечно-сосудистой системы, индекса адаптационного потенциала, функциональных проб. Вместе с тем организм спортсменов, проживающих в условиях экологического неблагополучия, характеризуется наличием тенденций к развитию напряжения механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы, а также достоверно более низкими результатами функциональных проб. Занятия спортом формируют структурный след адаптационных изменений, однако его выраженность и уровень проявления в загрязненных районах оказываются ниже, чем в условно чистых.

Ключевые слова: экологические факторы, адаптация, функциональные системы, морфология, организм человека, спортсмены.

Актуальность исследования

В процессе тренировок и соревнований организм спортсмена подвергается многим внешним воздействиям, важнейшим из которых являются физические нагрузки. В организме развиваются разнообразные адаптационные морфофункциональные

перестройки, обусловленные спецификой конкретного вида спортивной деятельности и проявляющиеся как в условиях относительного покоя, так и в процессе выполнения нагрузок. Адаптация к ним — приведение строения и функций организма в соответствие с потребностями спортивной деятельности. Результатом адаптации является способность организма нормаль-

но функционировать в новых для него условиях при сохранении гомеостаза и высокой работоспособности [1, 7].

Долговременная адаптация, являясь следствием существенных структурных перестроек в органах и тканях, играет ведущую роль в развитии двигательных качеств, характеризуясь увеличением мощности физиологических систем и высоким уровнем функционирования систем жизнеобеспечения организма. Среди значительного числа показателей адаптации организма человека к разнообразным условиям окружающей среды, в том числе спортивным нагрузкам, наибольший интерес представляют морфофункциональные особенности организма спортсмена. Они оказывают влияние на проявление физических качеств, работоспособность и адаптацию организма к различным условиям внешней среды, на скорость восстановительных процессов [5, 6].

Функционирование человеческого организма в значительной мере обеспечивается взаимоотношениями с факторами окружающей среды. Особое место занимает проблема занятий физкультурой и спортом в экологически неблагоприятных районах. Помимо высоких физических нагрузок спортсмены подвергаются воздействиям различных факторов среды, которые усиливают нагрузку на все физиологические системы организма человека. Изменение экологической обстановки, связанное с загрязнением окружающей среды, оказывает отрицательное влияние на здоровье и уровень физической подготовленности лиц, проживающих в районах экологического неблагополучия. Занятия физической культурой и спортом в неблагоприятных экологических условиях часто не дают ожидаемого оздоровительного эффекта, а в некоторых случаях отрицательно сказываются на состоянии здоровья занимающихся [1, 5]. В литературе приводятся данные об отрицательном влиянии повышенных физических нагрузок на организм человека в экологически неблагоприятных условиях, особенно у детей и подростков в критические этапы онтогенеза [7]. В то же время имеются данные, свидетельствующие о том, что систематическая мышечная деятельность, спортивная тренировка приводят к повышению индивидуальных возможностей адаптации не только к определенному фактору среды, но и к повышению физиологической устойчивости организма к воздействию сопутствующих факторов. В многочисленных исследованиях отмечено благотворное влияние физических тренировок на организм человека, многие авторы утверждают, что такие занятия повышают уровень функционального состояния и неспецифическую резистентность организма, что можно рассматривать как предпосылку высокой физической работоспособности и потенциальную способность организма эффектив-

но приспосабливаться к условиям окружающей среды [3, 5].

Таким образом, оценка влияния неблагоприятных экологических факторов на уровень адаптационных изменений в организме спортсменов представляет на современном этапе актуальную задачу, обусловленную необходимостью изучения двигательной активности как фактора, влияющего на здоровье человека в экологически неблагоприятных условиях.

Целью работы являлось изучение влияния неблагоприятных экологических факторов на показатели адаптационных изменений в организме спортсменов, возникающих на фоне долговременных тренировочных нагрузок.

Задачами работы являлись изучение особенностей морфологических изменений в организме спортсменов в зависимости от уровня воздействия экологических факторов, исследование показателей кардиореспираторной системы организма спортсменов и оценка ее адаптированности к физическим нагрузкам в экологически различных условиях, оценка особенностей влияния экологических факторов среды обитания на характер и выраженность адаптационных изменений в организме лиц, регулярно занимающихся спортом.

Нами были использованы следующие методы:

- ♦ определение компонентов массы тела (жирового компонента, мышечной массы тела и костного компонента). Необходимые показатели массы тела, длины тела, толщины жировых складок и иных антропометрических показателей определялись по общепринятым методикам.
- ♦ методы оценки состояния кардиореспираторной системы организма человека (пульсометрия, тонометрия, спирометрия, функциональные пробы — проба Руфье, характеризующая переносимость динамической нагрузки, а также пробы на задержку дыхания (пробы Штанге и Генчи). На основании полученных данных рассчитывались показатели ударного и минутного объема крови, пульсового и среднего артериального давления, индекса адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы [2], показателя сердечной деятельности, являющегося критерием оптимальности вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой системы при выполнении физической нагрузки. Данные, полученные в результате исследований, обрабатывали статистически.

Исследования проводились на базе спортивных школ олимпийского резерва юго-западных районов

Брянской области (Новозыбковский, Красногорский, Злынковский), характеризующихся высоким уровнем техногенного радиационно-химического загрязнения среды обитания [4]. Кроме того, в целях сравнительной оценки влияния экологических факторов на адаптационные процессы в организме спортсменов были обследованы лица, проживающие в экологически условно чистых районах (г. Брянск, Жуковский район). Всего было обследовано 58 юношей (20–21 год), занимающихся циклическими видами спорта (легкая атлетика, лыжные гонки, плавание), имеющих стаж тренировок не менее 6–7 лет и спортивные разряды в избранных видах спорта. Все обследованные были разделены на две группы, согласно района проживания. В первую группу вошли спортсмены (32 человека) из экологически неблагоприятных районов (I ЭГ), во вторую — представители условно чистых районов (II ЭГ). В каждой из групп нами проводились исследования особенностей адаптационных изменений организма спортсменов по описанным методикам.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что лабильные компоненты массы тела — мышечная и жировая ткани, являются объективными маркерами адаптивной реакции организма. Результаты исследований состава массы тела спортсменов из экологически различных районов, проведенных с целью дифференцировки ее отдельных компонентов, позволили установить, что мышечная масса спортсменов из экологически неблагоприятных районов (I ЭГ) составляет $46,9 \pm 2,22\%$ от массы тела, представителей условно чистых районов (II ЭГ) — $48,8 \pm 3,71\%$, т.е. различия не превышают 4%. Несколько более выраженными оказались различия в показателях содержания костной массы спортсменов из обследованных районов. Так, содержание костной массы у представителей I ЭГ составило $17,8 \pm 1,32\%$, II ЭГ — $19,5 \pm 1,88\%$, что выше на 9%.

Наибольшие различия между спортсменами различных экологических групп обнаружены в показателях содержания жировой массы. Значительно более высоким содержанием жирового компонента в составе массы тела обладают представители условно чистых районов ($15,4 \pm 1,19\%$), что достоверно ($p \leq 0,01$) превышает аналогичный показатель лиц, проживающих в районах экологического неблагополучия ($9,8 \pm 0,94\%$).

Большое значение для характеристики телосложения спортсменов имеет количественная оценка изучаемых признаков. Такой оценкой может являться состав тела человека, под которым понимается количественное соотношение метаболически активных (мышцы, кости, внутренние органы, нервная система) и мало-

активных тканей (подкожные и внутренние жировые отложения). Изучение состава тела спортсменов позволяет более полно характеризовать и оценивать режим их деятельности, а также динамику восстановительных процессов.

Полученные нами результаты в целом согласуются с данными литературы о компонентах веса тела, где отмечается, что среднее содержание мышечной массы от веса тела у мужчин составляет 43%, на долю костной ткани приходится в среднем 18%, жировой — 12%. По сравнению со средними величинами, содержание мышечной массы спортсменов несколько выше, чем у нетренированных мужчин [6]. Выявленных различий в содержании костной и мышечной массы тела спортсменов из экологически различных районов не выявлено. Достоверные различия отмечены в показателях содержания жировой массы, которая оказывается выше у представителей экологически чистого района. Полученные различия могут быть объяснены особенностями адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам различной направленности. Жировая ткань является важнейшим энергетическим депо организма, где протекают процессы образования нейтрального жира, его депонирование и расщепление с последующим использованием в биоэнергетике организма.

Результаты исследований состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов из экологически различных районов позволили установить, что частота сердечных сокращений спортсменов из загрязненных районов ($72,3 \pm 4,11$ уд/мин) превышает аналогичный показатель лиц из экологически условно чистых районов ($61,7 \pm 3,79$ уд/мин) на 17,2%.

Нами отмечена тенденция к развитию у спортсменов из условно чистых районов спортивной брадикардии, облегчающей восстановление сердечной мышцы и поддерживающей высокий уровень ее работоспособности, что является результатом изменения лабильности синусного узла и становления более совершенных форм нейрогуморальной регуляции сердца. При этом показатели частоты сердечных сокращений у представителей обеих экологических групп находятся в пределах возрастной нормы.

При анализе результатов исследований артериального давления существенных различий между представителями различных экологических групп выявлено не было.

В адаптации сердечной деятельности к мышечным нагрузкам принимает участие и другой показатель гемодинамики — ударный (систолический) объем крови. У представителей II ЭГ (условно чистые районы) выяв-

лены более высокие значения ударного объема крови по сравнению со спортсменами I ЭГ ($72,7 \pm 2,52$ мл и $67,5 \pm 4,92$ мл соответственно). Минутный объем крови, напротив, выше у представителей I ЭГ ($4,2 \pm 0,77$ л и $3,9 \pm 0,55$ л соответственно), однако большая его величина может объясняться не более высокой степенью адаптации сердечно-сосудистой системы, а более высоким уровнем частоты сердечных сокращений.

Индекс адаптационного потенциала (АП) обследованных спортсменов позволяет оценить адаптацию и функциональное состояние их системы кровообращения как удовлетворительные. У представителей чистых районов отмечаются более прогрессивные показатели индекса адаптационного потенциала. Удовлетворительной можно считать адаптацию, если индекс АП не превышает 2,6 балла. У спортсменов I ЭГ и II ЭГ индекс АП ниже данного значения на 17,65% и 21,5% соответственно. При этом у представителей I ЭГ индекс АП составил $2,55 \pm 0,41$ балла, что позволяет заключить, что сердечно-сосудистая система находится на грани нормы и напряжения механизмов адаптации.

Снижение адаптационного потенциала сопровождается некоторым смещением показателей миокардиально-гемодинамического гомеостаза в пределах нормальных значений, возрастает напряжение регуляторных систем, увеличивается «плата за адаптацию».

Периодический контроль за показателем сердечной деятельности (ПСД) является информативным критерием оценки адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы. При оценке результатов пробы Руфье выявлены достоверные различия ($p \leq 0,01$) между представителями I ЭГ и II ЭГ. Значения ПСД спортсменов из экологически чистых районов ($4,88 \pm 0,81$ балла) позволяют оценить переносимость динамической нагрузки как отличную, из загрязненных — как хорошую ($9,42 \pm 2,17$ балла). ПСД спортсменов I ЭГ однако, очень близок к удовлетворительному показателю.

Результаты исследований адаптационных изменений дыхательной системы спортсменов I ЭГ и II ЭГ позволили выявить более высокие показатели жизненной емкости легких у представителей экологически условно чистых районов ($4,25 \pm 0,74$ л и $3,91 \pm 0,58$ л соответственно). Длительность задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) у представителей чистых районов оказывается достоверно выше ($p \leq 0,01$), чем у лиц из загрязненных районов ($76,14 \pm 3,74$ с и $60,10 \pm 2,52$ с соответственно). Проба Штанге оказывает на организм сложное физиологическое воздействие и по механизму является многокомпонентной. Длительность максимальной произвольной задержки дыхания определяется кислородтранспортными функциями организма, чувстви-

тельностью инспираторных нейронов к гипоксии и гиперкапнии. Достоверных различий в длительности задержки дыхания на выдохе между представителями различных экологических групп не выявлено, хотя и в данном показателе результат оказывается лучше у представителей условно чистых районов ($40,41 \pm 3,25$ с и $33,92 \pm 3,28$ с соответственно).

Важные структурные изменения, формирующиеся в процессе длительной адаптации к физическим нагрузкам, образуют структурный «след» достаточно сложной архитектуры, который создает возможность интенсивной и в то же время экономичной мышечной работы, составляет базис устойчивой адаптации организма к мышечной работе и условиям внешней среды. Современные антропогенные факторы, представляя огромное разнообразие вредных воздействий на окружающую среду, не имеют направленности своего действия и оказывают неблагоприятное влияние на самого человека.

Результаты исследований сердечно-сосудистой системы спортсменов свидетельствуют о достаточно высокой степени ее адаптированности к физическим нагрузкам у представителей экологически условно чистых районов, что выражается в более низком уровне частоты сердечных сокращений, артериального давления и более высоком уровне ударного объема крови. Это следует рассматривать как предпосылку высокой физической работоспособности и потенциальную способность организма эффективно приспосабливаться к условиям окружающей среды. Показатели центральной гемодинамики спортсменов из загрязненных районов (I ЭГ) в целом соответствуют нормативным показателям, но по сравнению с представителями II ЭГ столь высокой степени адаптированности не отмечается. При анализе результатов исследований индекса адаптационного потенциала системы кровообращения выявлен удовлетворительный уровень ее функционального состояния у обследованных спортсменов, однако, согласно расчету индекса АП сердечно-сосудистая система представителей загрязненных районов находится на грани нормы и напряжения механизмов адаптации. Анализ показателей жизненной емкости легких и длительности задержки дыхания свидетельствует о более высоком уровне адаптации дыхательной системы представителей условно чистых районов по сравнению со спортсменами из загрязненных районов.

Таким образом, результаты проведенных исследований влияния экологических факторов на особенности адаптационных изменений под воздействием занятий физической культурой и спортом, позволяют выявить высокий уровень адаптированности функциональных систем организма и морфологических показателей спортсменов в экологически благополучных районах.

В районах экологического неблагополучия занятия спортом также формируют структурный след адаптационных изменений, однако его выраженность и уровень проявления оказываются ниже, чем в условно чистых

районах. При этом отдельные показатели состояния кардиореспираторной системы спортсменов из загрязненных районов свидетельствуют о напряжении механизмов адаптации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апокин В.В. Биоритмологический анализ состояния неспецифической адаптоспособности организма спортсменов-пловцов из разных климато-географических регионов / В.В. Апокин [и др.] // Теория и практика физической культуры. — 2014. — № 1. — С. 87–90.
2. Баевский Р.М. Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения при массовых профилактических обследованиях / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, Н.Р. Палеев. — М.: ВНИИМИ, 1987. — 19 с.
3. Ванюшин Ю.С. Кардиореспираторная система как индикатор функционального состояния организма спортсменов / Ю.С. Ванюшин, Р.Р. Хайруллин // Теория и практика физической культуры. — 2015. — № 7. — С. 11–14.
4. Годовой доклад об экологической ситуации в Брянской области в 2019 г. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области. / Составители: Г.В. Левкина, О.А. Иванченкова, А.А. Луцевич. // Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области. — Брянск: ООО «Издательство «Читай-город», 2020. — 276 с.
5. Емельянов Б.А. Экология спорта как раздел спортивной науки. Механизм развития эндоэкологических патогенных факторов при спортивной деятельности / Б.А. Емельянов, Л.А. Калинин, В.А. Левандо // Вестник спортивной науки. — 2011. — № 2. — С. 50–54.
6. Зайцева Н.В. Научные принципы применения биомаркеров в медико-экологических исследованиях (обзор литературы) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.П. Чашин, А.Б. Гудков // Экология человека. — 2019. — № 9. — С. 4–14.
7. Золотникова Г.П. Адаптационный потенциал организма лиц подросткового и юношеского возраста при спортивных нагрузках в современных экологических условиях. Монография / Г.П. Золотникова, Н.Е. Захаров. — Брянск: Изд-во «Белобережье», 2018 г. — 156 с.

© Захаров Никита Евгеньевич (zaharov1602@yandex.ru), Шлапакова Светлана Николаевна (shla-svetlana@yandex.ru),
Кондрашова Ирина Николаевна (eco-kondrashova@yandex.ru), Кондыкова Наталия Николаевна (nkonydykova@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Брянск

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ НА ЭТАПЕ ПРОТИВОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LIFE OF PATIENTS AT THE STAGE OF ANTI-VIRAL THERAPY

A. Iskakova
M. Kurmangazin
G. Zhumagaliyeva
M. Kurgambekova
G. Nurlanova
Ә. Astrakhanov
A. Amanzhanova

Summary. Research objective: Assessment of quality of life in patients with chronic viral hepatitis C at the stage of immediate virological response to antiviral therapy. 105 patients with chronic viral hepatitis C (CHCV) who received 12 weeks of combined antiviral therapy (sofosbuvir 400mg + daclatasvir 60mg) were included in the study. Assessment of physical and psychological condition was performed using SF-36 questionnaire at the moment of inclusion in the study (0), at 4 and at 12 weeks of therapy. Statistical processing of the results was performed using Statistica 10 program. At baseline, a decrease in quality of life scores below the normal 50-point threshold level was noted on almost every scale, except for the "Role functioning due to physical condition" scale, where the score was 50 [0–75], which corresponds to the threshold value. Having compared patients' quality of life during different periods of combined antiviral therapy, we found that scores on all scales of the SF-36 questionnaire were significantly ($p \leq 0.001$) higher in patients who received treatment for both the physical and psychological components of health. The response times of the individual measures are shown below: Week 4: PF, BP, GH, VT. Week 12: RE, MH. No statistically significant improvement of RP and SF indices was observed during the observation period. At week 12, there was a statistically significant increase in quality of life in all indices, except RP and SF. However, it should be noted that the index of pain intensity and its impact on the ability to engage in daily activities still did not reach the threshold value (50 points).

The study revealed that the physical component of health improved after the completion of therapy, and the mental component of health improved at the end of the observation period.

Keywords: viral hepatitis C, quality of life, SF-36 questionnaire, antiviral therapy.

Искакова Айгерим Набиевна

PhD докторант, ассистент, НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет
им. М. Оспанова
Phd1013@mail.ru

Курмангазин Мейрамбек Сагнаевич

К.м.н., профессор, НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет им. М. Оспанова
mskurmangazin@mail.ru

Жумагалиева Галина Даутовна

К.м.н., доцент, НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет им. М. Оспанова
gal dau@mail.ru

Кургамбекова Макен Жумагалиевна

К.м.н., доцент, НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет им. М. Оспанова
kaf-inf5@mail.ru

Нурланова Гулжанат Нурлановна

PhD докторант, ассистент, НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет
им. М. Оспанова
gul_88_25@mail.ru

Астраханов Әкежан Рүстемұлы

НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет им. М. Оспанова
astrakhanov.akezhan@mail.ru

Аманжанова Айгуль Арыстанбаевна

Ассистент, НАО «Западно-Казахстанский медицинский университет им. М. Оспанова
aygularystanbaevna@mail.ru

Аннотация. Цель исследования: Оценка качества жизни пациентов с хроническим вирусным гепатитом С на этапе непосредственного вирусологического ответа противовирусной терапии. В исследование были включены 105 пациента, страдающих хроническим вирусным гепатитом С (ХВГС), которым была назначена комбинированная противовирусная терапия в течении 12 недель (софосбувир 400мг + даклатасвир 60мг) Оценка физического и психологического состояния проводилась с помощью опросника SF-36 в момент включения в исследования (0), на 4 и на 12 неделе проведения терапии. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 10. В исходных данных снижение показателей качества жизни ниже нормального 50-бального порогового уровня отмечали почти по каждой шкале, кроме шкалы «Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием», где результат составил 50 [0–75], что соответствует пороговому значению. Сравнив качество жизни пациентов в разные периоды проведения комбинированной противовирусной терапии, мы установили, что показатели всех шкал опросника SF-36 оказались достоверно ($p \leq 0,001$) выше у пациентов, получивших лечение, как по физическому, так и по психологическому ком-



Введение

Ввиду широкого распространения, развития стойкой инвалидизации и отсутствия методов специфической иммунопрофилактики вирусный гепатит С остается одной из приоритетных проблем, имеющих как медицинское так и социальное значение [1,2,3,4].

Вопросы патогенеза, терапии и прогноза хронического гепатита С широко изучаются во всем мире. Несмотря на успехи противовирусной терапии, аспекты фиброза и цирроза печени во многом остаются нерешенными, течение их часто непредсказуемо: может протекать латентно, либо приводить к формированию гепатоцеллюлярной карциномы и печеночной недостаточности [5]. В 2016 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) поставила цель по ликвидации вирусного гепатита С в качестве одной из основных угроз общественному здравоохранению к 2030 году. Несмотря на всестороннее улучшение ведения больных с хроническим вирусным гепатитом С, по-прежнему остается множество нерешенных задач в области диагностики, подбора соответствующей терапии, мониторинга лечения и улучшения качества жизни пациентов с хроническими гепатитами [6].

Многочисленные исследования установили, что качество жизни больных хроническими вирусными гепатитами снижено, как по физическому, так и по психологическому компонентам здоровья [7, 8]. Однако, исследований, описывающих отдельные параметры качества жизни в динамике лечения противовирусными препаратами недостаточно.

Изучение качества жизни у пациентов с хроническим вирусным гепатитом С позволяет оценивать ре-

понтанам здоровья. Сроки реагирования отдельных показателей показаны ниже: 4 неделя: PF, BP, GH, VT. 12 неделя: RE, MH. В период наблюдения статистически значимого улучшения показателей RP и SF не наблюдалось. На 12 неделе отмечается статистически значимое увеличение качества жизни по всем показателям, кроме RP и SF. Однако, стоит отметить, что показатель интенсивности боли и ее влияния на способность заниматься повседневной деятельностью по-прежнему, не достигал порогового значения (50 баллов).

В результате исследования было выявлено, что после завершения курса терапии улучшилась физическая составляющая здоровья, а в конце периода наблюдения — психическая составляющая здоровья

Ключевые слова: вирусного гепатита С, качество жизни, опросник SF-36, противовирусная терапия.

зультативность конкретного вида лечения не только с позиций врача, но и с позиций пациента, что принципиально важно, так как их взгляды часто не совпадают. Повышение показателей качества жизни является стратегической задачей лечения пациентов с хроническим гепатитом С.

Цель исследования

Оценка качества жизни пациентов с хроническим вирусным гепатитом С на этапе непосредственного вирусологического ответа противовирусной терапии.

Материалы и методы исследования

В исследование были включены 105 пациента, страдающих хроническим вирусным гепатитом С (ХВГС), которым ранее не проводилась противовирусная терапия. Средний возраст пациентов составил $46,8 \pm 11,8$ лет, срок инфицирования $2,65 \pm 1,8$ лет. Всем пациентам с первого дня исследования назначена комбинированная терапия в течении 12 недель с применением противовирусного средства софосбувир 400мг + даклатасвир 60мг (SOF+DCV) в соответствии с протоколом диагностики и лечения хронического вирусного гепатита С МЗ РК.

Дизайн исследования: проспективное, продольное, неконтролируемое, нерандомизированное клиническое исследование. Наблюдение за пациентами проводили в условиях Актюбинского областного гепатологического центра с выполнением полного объема параклинических и клинических исследований (клинический анализ крови, биохимический анализ крови) и молекулярно-генетического метода (ПЦР) исследования. Оценка физического и психологического состояния проводилась с помощью опросника SF-36.

Таблица 1. Количество пациентов, достигших порогового значения показателей (50 бального порога) в разные сроки наблюдения

	До лечения		4 неделя		12 неделя	
	n	%	n	%	n	%
PF	50	47,6	56*	53,3	78	74,2
RP	60	57,1	58*	55,2	54	51,4
BP	20	19,04	6*	5,7	2	1,9
GH	42	40,0	56*	53,3	75	71,4
VT	38	36,2	38*	36,2	75	71,4
SF	48	45,7	52*	49,5	71	67,6
RE	41	39,04	46*	43,8	63	60,0
MH	51	48,6	51*	48,5	69	65,7

Примечание: * — статистически значимые изменения, $p \leq 0,05$

Опросник SF-36 (Health Status Survey) относится к неспецифическим инструментам и широко распространен при проведении исследований качества жизни. Опросник состоит из 36 пунктов, сгруппированных в восемь шкал. Результаты представляются в виде оценок в баллах по шкалам (физическое функционирование (Physical Functioning — PF), ролевое функционирование (Role-Physical Functioning — RP), интенсивность боли (Bodily pain — BP), общее состояние здоровья (General Health — GH), жизненная активность (Vitality — VT), социальное функционирование (Social Functioning — SF), ролевое функционирование (Role Emotional — RE), психическое здоровье (Mental Health — MH)). Показатели каждой шкалы варьируют от 0 до 100, где 100 представляет полное здоровье. Более высокая оценка указывает на более высокий уровень качества жизни.

Оценка данных параметров проводилась в момент включения в исследования (0), на 4 неделе проведения терапии (период быстрого вирусологического ответа), 12 неделе проведения терапии (фаза непосредственно вирусологического ответа).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 10. Проверку нормальности распределения осуществляли методом Колмогорова-Смирнова и Лиллиефорса. Обработку данных проводили с использованием непараметрического дисперсионного анализа повторных измерений Фридмана. После проведения теста Фридмана было проведено попарное сравнение с помощью критерия Вилкоксона с поправкой Бонферрони. Для оценки отличий качественных параметров использовался Q-критерий Кохрена для повторных испытаний. Для определения взаимосвязи между отдельными параметрами, проводился однофакторный корреляционный анализ с расчетом непараметрического коэффициента ранго-

вой корреляции Спирмена. Результаты представлены в виде M [Q1 — Q3].

Результаты исследования и обсуждение

Интерпретированы изменения в динамике лечения противовирусными препаратами показателей качества жизни пациентов с хроническим вирусным гепатитом С. Описаны периоды реагирования показателей качества жизни на противовирусную терапию.

При исследовании некоторых факторов, влияющих на качество жизни, были выявлены некоторые статистически значимые, слабые корреляционные взаимосвязи. Так, например, на физическое состояние пациентов с ХВГС влияют такие показатели как уровень гемоглобина ($r=0,2$; $p \leq 0,05$), уровень прямого билирубина ($r= -0,2$; $p \leq 0,05$), уровень ГГТП ($r= -0,2$; $p \leq 0,05$), коэффициент Де Ритиса ($r= -0,3$; $p \leq 0,05$), уровень тромбоцитов ($r= -0,3$; $p \leq 0,05$). При снижении концентрации интерлейкина 10 увеличивается интенсивность боли ($r= -0,3$; $p \leq 0,05$) и т.д.

В исходных данных снижение показателей качества жизни ниже нормального 50-бального порогового уровня отмечали почти по каждой шкале, кроме шкалы «Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием», где результат составил 50 [0–75], что соответствует пороговому значению (таблица 1).

Следует отметить, что в исходных показателях значимое снижение, заставляющее обратить внимание, наблюдалось в показателе болевых ощущений, что согласуется с исследованиями Шепелевой Е.Г и др. (2015 г), Ефремовой О.А. и др. (2013 г), где также, максимальное снижение наблюдалось в показателе физической

Таблица 2. Статистически значимые изменения количественных данных отдельных показателей в разные сроки наблюдения

	До лечения	4 неделя	12 неделя
PF	45 [30–65]	50 [35–70]*	80 [45–90]
RP	50 [0–75]	50 [0–75]	50 [25–75]
BP	32 [31–41]	45 [42,5–45]*	45 [42,5–47,5]
GH	42 [35–67]	50 [35–67]*	71 [46–77]
VT	40 [30–55]	40 [30–55]*	55 [45–60]
SF	37,5 [25–62,5]	37,5 [25–75]	62,5 [37,5–75]
RE	33,3 [0,6–6,7]	33,3 [0–66,7]	66,7 [0–100]*
MH	48 [36–64]	48 [36–64]	60 [48–68]*

Примечание: * — статистически значимые изменения, $p \leq 0,001$

боли [9,10]. Противоположные данные у Розиной В.Л. и др. (2019 г), Красавцева Е.Л. и др. (2018 г) и Мирхайдарова Р.Ш. и др. (2018 г), где данный показатель в исходном исследовании был одним из высоких [7,11,12].

Сравнив качество жизни пациентов в разные периоды проведения комбинированной противовирусной терапии, мы установили, что показатели всех шкал опросника SF-36 оказались достоверно ($p \leq 0,001$) выше у пациентов, получивших лечение, как по физическому, так и по психологическому компонентам здоровья.

При попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона с исходными данными, было выявлено, что, статистически значимые результаты получались в разные сроки проведения комбинированной противовирусной терапии (таблица 1). Так, например, в период быстрого вирусологического ответа улучшение показателей наблюдалось по следующим показателям: физическое функционирование (PF), интенсивность боли (BP), общее состояние здоровья (GH), жизненная активность (VT). Улучшение таких показателей как ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE), психическое здоровье (MH) наблюдалось на 12 неделе противовирусной терапии (период непосредственного вирусологического ответа). В период наблюдения статистически значимого улучшения социального функционирования (RP) и ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием (SF), не наблюдалось (таблица 2).

В фазе непосредственного вирусологического ответа (12 недель), отмечается статистически значимое увеличение качества жизни по всем показателям, кроме, социального функционирования (RP) и ролевого

функционирования, обусловленного физическим состоянием (SF). Однако, стоит отметить, что показатель интенсивности боли и ее влияния на способность заниматься повседневной деятельностью по-прежнему, не достигал порогового значения (50 баллов).

На основании полученных данных можно утверждать, что у больных хроническим вирусным гепатитом С улучшилась физическая активность, которая проявлялась при выполнении ежедневных обязанностей, как по дому, так и по работе. По-видимому, с этим было связано и улучшение ролевого физического функционирования у пациентов с данным заболеванием.

В результате исследования было выявлено, что после завершения курса терапии улучшилась физическая составляющая здоровья, а в конце периода наблюдения — психическая составляющая здоровья. Схожие данные получили Кириенко В.Т. и др. при оценке этиотропной терапии на качество жизни пациентов хроническим вирусным гепатитом С. Несмотря на наличие снижений интегральных показателей качества жизни в начальных периодах наблюдения, специфическая терапия достоверно улучшает качество жизни пациентов [13]. Начальное снижение показателей авторы связывают с побочными эффектами препаратов. В нашем исследовании достоверных снижений показателей не отмечалось, однако, статистически значимо возросло число пациентов, жалующихся на наличие болевых ощущений.

Заключение

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что качество жизни больных хроническим вирусным гепатитом С подлежит количественной оценке,

а методика SF-36 позволяет оценивать в динамике качество жизни пациентов с хроническим вирусным гепатитом С. Оценка качества жизни больных хроническим вирусным гепатитом С может способствовать повышению качества оказания медицинской помощи и уровню

социальной адаптации, если эти физические и психические параметры будут учитываться в комплексном ведении больного. Работа по изучению качества жизни у пациентов с хроническим вирусным гепатитом С продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольнец Г.В., Хавкин А.И. Современный взгляд на лечение хронического вирусного гепатита С у детей и подростков // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2019. — 64 (6). — С. 11–19.
2. Ильченко Л.Ю., Морозов И.А., Кожанова Т.В., Соболева Н.В., Мельникова Л.И., Круглова И.В. Выявляемость маркеров инфицирования вирусами гепатитов у высококвалифицированных спортсменов // Архивъ внутренней медицины. 2020. — 4 (54). — С. 305–313.
3. European Association for the Study of the Liver. EASL Recommendations on Treatment of Hepatitis//J. Hepatol. 2018;69(2):461–511.
4. HEPAHEALTH. Project Report. Risk Factors and the Burden of Liver Disease in Europe and Selected Central Asian Countries. [Electronic resource]. URL: www.easl.eu (date of the application:10.01.2020)
5. Karabak I.A., Lobzin D. Yu., Karev V.E. Clinical and immunomorphological predictors of an unfavorable course of chronic hepatitis C// Journal of infectiology. — 2020.-12(2). — С. 79–87.
6. Pawlotsky J.M., Ramers, C.B., Dillon, J.F., Feld, J.J., & Lazarus, J.V. Simplification of care for chronic hepatitis C virus infection // Seminars in Liver Disease.— Thieme Medical Publishers, 2020; 40(04): 392–402.
7. Розина В.Л., Ситников И.Г., Бохонов М.С. Изменение качества жизни пациентов при проведении комбинированной противовирусной терапии хронического гепатита С // Детские инфекции. 2019. — 18 (4). — С. 38–42.
8. Horváth G. et al. Effect of hepatitis C infection on the quality of life // Perspectives in psychiatric care. 2018;54 (3). — С. 386–390.
9. Шепелева Е.Г. и др. Факторы, влияющие на качество жизни пациентов с хроническим вирусным гепатитом // Современные проблемы науки и образования. 2015. — 5. — С. 268–268.
10. Ефремова О.А. и др. Качество жизни больных с хроническим вирусным гепатитом С при астеническом расстройстве и вегетативной дисфункции // Актуальные проблемы медицины. 2013. — 22. — 11 (154). — С. 72–76.
11. Красавцев Е.Л., Свентицкая А.Л. Качество жизни, уровень тревоги и суицидальный риск у пациентов с хроническим гепатитом с и циррозом печени // Проблемы здоровья и экологии. 2017. — 3 (53). — С. 68–73.
12. Мирхайдаров Р.Ш. и др. Особенности иммунного статуса больных хроническим вирусным гепатитом // Клиническая геронтология. 2015. — 21. — С. 7–8.
13. Кириенко В.Т., Зайцев И.А., Бондарев Л.С., Заплотная А.А., Мирошниченко В.А., Шевлякова Н.А. Влияние лечения на качество жизни больных с хроническим вирусным гепатитом С // Вестник неотложной и восстановительной медицины. 2009. — 10 (2). — 219–222.

© Искакова Айгерим Набиевна (Phd1013@mail.ru), Курмангазин Мейрамбек Сагнаевич (mskurmangazin@mail.ru),
 Жумагалиева Галина Даутовна (gal dau@mail.ru), Кургамбекова Макен Жумагалиевна (kaf-inf5@mail.ru),
 Нурланова Гулжанат Нурлановна (gul_88_25@mail.ru), Астраханов Экежан Рүстемұлы (astrakhanov.akezhan@mail.ru),
 Аманжанова Айгуль Арыстанбаевна (aygularystanbaevna@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ У ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Шаймарданов Артур Рифович
Аспирант, Сургутский государственный
университет
dezurengoi@yandex.ru

FEATURES OF THE FORMATION OF ADAPTIVE REACTIONS IN THE ALIEN POPULATION OF THE FAR NORTH

A. Shaimardanov

Summary. The article analyzes the literature on the peculiarities of the formation of adaptive reactions in the alien population of the Far North. The cold climate of the Far North places excessive demands on the mechanisms of adaptation of the human body. Being one of the main adaptogenic factors of the external environment, cold acts as a powerful irritant, therefore, adaptation to cold is considered within the framework of the theory of adaptation to stress. The main mechanisms and types of physiological adaptation to cold are considered. A comparison of various forms of cold adaptation and the associated physiological responses of the body is carried out

Keywords: Far North, cold adaptation, adaptive reactions.

Аннотация. В статье проведен анализ литературы по вопросу особенностей формирования приспособительных реакций у пришлого населения Крайнего Севера. Холодный климат Крайнего Севера предъявляет повышенные требования к механизмам адаптации организма человека. Являясь одним из основных адаптогенных факторов внешней среды, холод выступает, как мощный раздражитель, поэтому, адаптация к холоду рассматривается в рамках теории адаптации к стрессу. Рассмотрены основные механизмы и типы физиологической адаптации к холоду. Проведено сравнение различных форм холодовой адаптации и связанных с ними физиологических ответов организма.

Ключевые слова: Крайний Север, холодовая адаптация, приспособительные реакции.

Введение

Экономика постоянно бросает вызовы человечеству, требуя осваивать новые районы, ранее недоступные для пребывания: это и освоение полярных территорий с целью добычи полезных ископаемых, и расширение зоны расселения людей на планете в связи с ее перенаселением, и освоение морских глубин и космоса. Неадаптированные организмы не могут долго эффективно выполнять работу, находясь в таких условиях. Именно «акклиматизация к определенной среде» дает организму наиболее адекватные преимущества в производительности по сравнению с другими организмами, которые не смогли акклиматизироваться в данной среде [1].

Холодный климат Крайнего Севера предъявляет повышенные требования к механизмам адаптации организма человека. Отрицательное воздействие холода проявляется в различных системах организма и объединяется в понятие «холод-ассоциированные симптомы» [2, 3], в которое входят боль, вегетососудистые нарушения, вазоконстрикция, поражения периферической нервной системы, нарушения чувствительности

и изменение цвета открытых частей тела. Холод является одним из основных адаптогенных факторов внешней среды. Поэтому механизмы, которые обеспечивают адаптацию организма к пребыванию в условиях низких температур запускаются даже после кратковременного воздействия холода. При этом происходят изменения, как на уровне всего организма, так и отдельных тканей и органов. Учитывая действие холода не только как специфического раздражителя, способствующего повышению устойчивости гомеотермных организмов к охлаждению, но и как фактора, стимулирующего иммунитет и общую резистентность организма к стрессу [4], различные типы холодовых воздействий с успехом используются для подготовки людей к работе в различных экстремальных условиях [4–6], для повышения функциональных возможностей спортсменов [7, 8], а также в медицине для коррекции и лечения различных заболеваний и травматических повреждений [9–11].

Исследование адаптации пришлого населения крайнего севера ведутся давно, но и до настоящего времени нет единодушия в понимании механизмов ее формирования [12].

Цель

Проанализировать литературные данные об особенностях формирования приспособительных реакций у пришлого населения крайнего севера.

Современные методы позволяют изучать внутриклеточные процессы, которые запускаются под действием на организм температурных факторов, рассматриваются различные физиологические механизмы, направленные либо на повышение метаболической мощности и эффективности теплообразования, либо на уменьшение отдачи тепла во внешнюю среду [12–14]. Но до сих пор не существует единого объяснения, которое бы учитывало все известные в настоящее время виды адаптации к холоду.

Холод является очень мощным раздражителем. В естественных условиях охлаждение часто носит аварийный характер, и к тому же его действие часто сопряжено с другими стрессорными раздражителями, такими как боль, эмоциональное перенапряжение, гипоксия, повышенная физическая нагрузка и т.д. Поэтому, говоря об адаптации к холоду, следует рассматривать данный процесс в рамках теории адаптации к стрессу.

Согласно теории стресса, которая была предложена Гансом Селье [15], реакция организма на действие экстремальных факторов развивается стадийно и состоит из трех стадий:

1. реакция тревоги (*alarm reaction*)
2. стадия резистентности (*stage of resistance*)
3. стадия истощения (*stage of exhaustion*).

Было обнаружено, что при достаточной силе стрессора даже реакция тревоги может закончиться гибелью организма. Если влияние оказалось меньше летального, то наступает стадия резистентности, которая в случае длительного действия стрессирующего фактора может перейти в стадию истощения.

Еще в 1960-х годах было замечено, что «не все раздражители вызывают однотипную стандартную гормональную реакцию» и «стремление все неспецифические изменения, возникающие в организме, трактовать в качестве проявления стресс-реакции делает это понятие расплывчатым и крайне неопределенным» [16]. В более поздних работах П.Д. Горизонтов [17] разделяет стресс-реакцию на две фазы, где первая является неспецифической и формируется под действием нервной системы, независимо от типа воздействия, а вторая — это гормонально зависимый процесс, который отражает специфические особенности воздействующего фактора. И.А. Аршавский [18] выделяет физиологический и патологический стресс, Г.И. Косицким предложено

выделять четыре степени напряженности при развитии стресс-реакции [19]. Особый интерес представляет предположение Л.Х. Гаркави с соавторами [20] о существовании неспецифических реакций «тренировки» и «активации». Реакция тренировки развивается в ответ на действие различных по качеству слабых раздражителей, а реакция активации — на действие раздражителей средней силы. Каждая из этих реакций развивается поэтапно и имеет свой комплекс специфических изменений в организме, которые определяют уровень и характер общей резистентности. А стресс-реакция, таким образом, развивается в ответ не на любой, а только на чрезвычайный раздражитель.

Для реакции тренировки характерно колебание содержания лейкоцитов крови и секреции глюкокортикоидов в пределах нормы, в мозге наблюдается доминирование мягкого торможения; активность анаболизма и катаболизма невысокая, с преобладанием анаболизма; процессы накопления энергетических субстратов превышают затраты и создается запас энергии. Биологический смысл реакции тренировки заключается в отсеивании слабых, несущественных раздражителей, действие которых повторяется, путем постепенного повышения порога при создании состояния «готовности к защите» [20].

При реакции активации происходит действительное повышение активной резистентности организма за счет усиления его защитных систем. Резистентность при реакции активации не только повышается и поддерживается при повторении активирующих влияний, но, в отличие от реакции тренировки, такая резистентность остается повышенной в течение некоторого времени и после прекращения воздействия раздражителя. Продолжительность данной стадии зависит от возраста и состояния здоровья — повышенная резистентность может сохраняться от 2 недель до полугода.

При реакции активации также не развивается напряжение, как и при стрессе и не преобладают проявления распада в обмене веществ; наоборот, происходит накопление строительного материала — аминокислот, нуклеиновых кислот, белков [20]. Раздражение средней силы является оптимальным для возбуждения защитной функции организма.

Известно, что после первых воздействий холодового фактора развивается острая «аварийная» реакция, направленная на скорую компенсацию функционального состояния организма. Если же холод действует достаточно долго, или его воздействие периодически повторяется, то в организме развиваются устойчивые «физиологические, биохимические, морфологические и поведенческие изменения, которые либо уменьшают

Таблица 1. Сравнение различных форм холодовой адаптации и связанных с ними физиологических ответов организма

Параметры	Типы адаптации к холоду				
	М	И	Г	ИГ	МИ
Ректальная температура (температура «Ядра»)	Нормальная (Не изменяется)	Нормальная (Не изменяется)	Снижение	Снижение	Нормальная (Не изменяется)
Температура кожи (температура «Оболочки»)	Повышение (Вазодилатация)	Снижение (Вазоконстрикция)	Нормальная (Не изменяется)	Снижение	Снижение (Вазоконстрикция)
Метаболическое продуцирование тепла	Повышение	Нормальная (Не меняется)	Снижение	Повышение	Повышение

Примечание: МА — Метаболическая адаптация, ИА — Изоляционная адаптация, ГА — Гипотермическая адаптация, ИГА — Изоляционно-гипотермическая адаптация, МИА — метаболически-изоляционная адаптация

напряжение, либо повышают выносливость организма к соответствующим изменениям окружающей среды» [21]. Таким образом, в процессе физиологической адаптации к экстремальным условиям, проходит смещение установочной точки (set point), которая характеризует оптимальное функциональное состояние организма в приведенных условиях окружающей среды.

Общепринято, что существует три основных типа адаптации к холоду: это разнообразные адаптации теплообмена (1), изменение поведенческой активности с целью уменьшения влияния холода на организм (2) и миграция в регионы, где для поддержания гомеостаза тратиться меньше энергии (3) [4].

Физиологическая адаптация к холоду связана с двумя основными механизмами:

1 — уменьшение потребления тепловой энергии и ее потери в результате повышения эффективности механизмов изоляции организма (механизмы сохранения тепла);

2 — увеличение производства тепла, которое компенсирует его потерю в окружающую среду.

При определенных условиях указанные механизмы могут действовать одновременно. Механизмы сохранения тепла включают в себя изменения в периферийном кровотоке и противоточный теплообмен между артериальной и венозной кровью в конечностях. Для

того, чтобы компенсировать увеличение скорости потери тепла из организма, когда механизмы сохранения тепла не в состоянии поддерживать «нормальную» температуру ядра тела, активизируются метаболические процессы, чтобы генерировать больше тепла, чем при термонейтральной условиях. Важнейшим механизмом создания дополнительного тепла является сократительный термогенез.

В настоящее время принято, что существует несколько видов постоянной адаптации к холоду (гипотермическая, метаболическая и изоляционная адаптации, а также их комбинации) [12, 14, 22, 23]. Все эти виды адаптации к холоду были подробно описаны на разных популяциях людей. Холодовая адаптация изучалась у коренного населения в различных регионах планеты, во время полярных экспедиций, у участников зимних спортивных соревнований, у военных и других профессиональных групп, которые часто сталкиваются с холодным воздействием, а также в контролируемых условиях с влиянием холодного воздуха или воды.

Некоторые авторы предполагают, что указанные виды адаптации к холоду являются отдельными стадиями общего механизма и развиваются в зависимости от силы и продолжительности холодовых воздействий [1, 12, 24], хотя работ, в которых была бы точно продемонстрирована такая зависимость нами не обнаружено. В то же время имеются наблюдения, одних и тех же

адаптированных к холоду людей в зависимости от выбранной ими стратегии пребывания под воздействием холода (пассивное или активное), что проявляется реагированием по разным типам (гипотермический или изоляционный соответственно) [25]. Три различных типа (этапа) адаптации к холоду предлагают также K. Brück и P. Hinckel [11]. Они выделяют адаптацию периферических рецепторов (развивается в течение секунд), а также кратковременную (формируется в течение минут) и долговременную (развивается в течение дней и недель) центральную нервную адаптацию.

Согласно A.J. Young гипотермический тип адаптации развивается в ответ на повторяющиеся холодовые воздействия, если состояние для организма нельзя считать опасным, и нет необходимости для формирования сильного термоэффекторного ответа. Более выраженные физиологические изменения происходят при холодовых воздействиях, если они вызывают значительную потерю тепла: изолирующий тип адаптации к холоду развивается при условиях, когда интенсивность метаболизма оказывается недостаточной, чтобы предотвратить охлаждение ядра тела, а метаболический тип адаптации преобладает, если охлаждение ядра может быть компенсировано увеличением производства тепла [26]. В свою очередь J.H. Bittel [22] предполагает, что тип адаптации к холоду зависит от конституции тела — худые люди более склонны к формированию метаболического типа адаптации, чем изоляционного. В пользу этого утверждения свидетельствуют, как отдельные возрастные различия в терморегуляторных ответах на холод, так и половые различия — у мужчин и женщин одного возраста регистрируются различные типы реакции на холодовое раздражение (преобладание сократительного термогенеза у мужчин и несократительного у женщин), что объясняется различным процентным содержанием жировой ткани и скелетных мышц в их организме, хотя скорость снижения температуры ядра тела существенно не отличается [27, 28].

J.P. Cooke со соавторами [29] указывают на различия в поверхностном кровотоке в конечностях мужчин и женщин, что авторы связывают с более частым развитием у женщин, чем у мужчин синдрома Рейно в ответ на действие холода. Некоторые авторы, различия в вазомоторных реакциях, в частности таких как холод-индуцированная вазодилатация сосудов (CIVD), у мужчин и женщин объясняют в первую очередь различием в антропометрических показателях, и для корректности сравнений предлагают использовать данные, полученные для мужчин и женщин одинакового роста и массы тела [30, 31]. В то же время показано существование двух различных «стратегий» реагирования на холод у неадаптированных мужчин и женщин одного возраста с одинаковой конституцией тела, которые

отличались по скорости снижения температуры «ядра» тела [32].

Авторы высказывают предположение, что существование двух различных стратегий реагирования на холод у неадаптированных людей одинакового возраста и телосложения может указывать на существование различных генетических или эпигенетических механизмов, которые запускают эти стратегии. В частности, в работе T. Nishimura с соавторами показано развитие различных типов холодовой акклиматизации в зависимости от наличия определенных митохондриальных гаплогрупп в организме человека [33]. На это могут указывать и данные, согласно которым существует корреляция между некоторыми психологическими особенностями и типом реагирования на холод, в частности экстраверты более выражено реагируют на холодovou дискомфорт, что сопровождается повышением ЧСС и увеличением секреции норадреналина [34]. Другие авторы [35, 36] также указывают на существование не менее двух типов реагирования на острое холодовое влияние в зависимости от особенностей вегетативной регуляции в организме.

Основные различия видов форм холодовой адаптации представлена в таблице 1.

Заключение

Здоровье людей, осваивающих приполярные и полярные районы, подвергается высокому риску. Приезжие вынуждены адаптироваться к новой среде и, в первую очередь — к холоду. Холод является одним из ведущих абиотических факторов Крайнего Севера, способным приводить к истощению компенсаторных и регуляторных механизмов и нарушению постоянства внутренней среды организма. При этом особенности климатических условий северных территорий, несомненно, значительно повышают «цену адаптации», реализация которой не у всех проходит оптимально.

Некомфортные климатические условия Крайнего Севера неблагоприятно воздействуют на функциональное состояние человеческого организма и затрудняют процессы адаптации. При этом реакция адаптации на холодовое воздействие связана, во-первых, с его типом, во-вторых, с интенсивностью, в-третьих, с индивидуальными факторами: возраст, пол, этническая принадлежность, физическая работа на открытом воздухе.

Таким образом, в области физиологии и медицины на Крайнем Севере остается много нерешенных проблем, требующих изучения и дальнейшей разработки. Имеющиеся материалы содержат немало необъясненных фактов или противоречивых данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leppaluoto J., Hassi J. Human physiological adaptations to the arctic climate. *Arctic*. 1991; 44:139–145.
2. Ульяновская С.А., Баженов Д.В., Шестакова В.Г., Калинин М.Н. Влияние климатогеографических факторов Севера на адаптивные реакции организма человека. *Патол. физиология и эксперим. терапия*. 2020; 64; (1): 147–154.
3. Щербакова А.С. Фактор климата в жизнедеятельности северян: объективные данные и субъективные оценки. *Экология человека*. 2019; : 24–32.
4. Пастухов Ю.Ф., Максимов А.Л., Хаскин В.В. Адаптация к холоду и условиям Субарктики: проблемы термофизиологии. Магадан: СВНЦ ДВО РАН; 2003. Т. 1, 373 с.
5. Шевченко В.Е. Медико-биологические причины ухудшения функционального состояния военнослужащих подразделений сил специальных операций в холодных условиях. *Вестник проблем биологии и медицины*. 2010; (1): 86–90
6. DeGroot D.W., Kenefick R.W., Sawka M.N. Impact of Arm Immersion Cooling During Ranger Training on Exertional Heat Illness and Treatment Costs. *Mil Med*. 2015; 180(11):1178–83.
7. Janský L., Matoušková E., Vávra V., Vybíral S., Janský P., Jandová D., Knížková I., Kunc P. Thermal, cardiac and adrenergic responses to repeated local. *Physiol Res*. 2006;55(5):543–9.
8. Lindsay A., Carr S., Cross S., Petersen C., Lewis J.G., Gieseg S.P. The physiological response to cold-water immersion following a mixed martial arts training session. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2017;42(5):529–36.
9. Марченко В.С., Бабийчук В.Г., Ломакин И.И. Механизмы лечебного действия интенсивной криотерапии. *Клиническая и экспериментальная патофизиология*. 2004; 3 (2): 491–3.
10. Онищенко В.О., Чистилина Е.С., Щеголь М.В. Влияние экстремальной криотерапии на вариабельность сердечного ритма. В: Панченко ОА, редактор. *Реабилитация и абилитация человека, клиническая и информационная проблематика. Сборник научн. работ*. Киев: КВИЦ; 2012. с. 119–24.
11. Hohenauer E., Costello J.T., Stoop R., Küng U.M., Clarys P., Deliens T., Clijsen R. Cold-water or partial-body cryotherapy? Comparison of physiological responses and recovery following muscle damage. *Scand J. Med Sci Sports*. 2018;28(3): 1252–62.
12. Castellani J.W., Young A.J. Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. *Auton Neurosci*. 2016; 196:63–74.
13. Silva J. Thermogenic mechanisms and their hormonal regulation. *Physiol Rev*. 2006;86(2):435–64.
14. Makinen T.M. Different types of cold adaptation in humans. *Front Biosci (Schol Ed)*. 2010;2(3):1047–67.
15. Селье Г. Стресс без дистресса. Рига: Виеда; 1992. 109 с.
16. Горизонтов П.Д., Протасова Т.Н. Роль АКТГ и кортикостероидов в патологии (к проблеме стресса). Москва: Медицина; 1968. 334 с.
17. Горизонтов П.Д. Стресс как проблема общей патологии. *Вестн. акад. мед. наук*. 1979; (11):12–6.
18. Аршавский И.А. Биологические и медицинские аспекты проблемы адаптации и стресс в свете данных физиологии онтогенеза. В: Ливанов МН, редактор. *Актуальные вопросы современной физиологии*. Москва: Наука; 1976. с. 144–91.
19. Косицкий Г.И., Смирнов В.М. Нервная система и стресс. Москва: Наука; 1970. 260 с.
20. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета; 1990. 224 с.
21. Glickman E.L., Cheatham C.C., Caine N., Blegen M. The influence of ethnicity on thermosensitivity during cold water immersion. *Aviat Space Environ Med*. 2001; 72(7):632–7
22. Bittel J. The different types of general cold adaptation in man. *Int J Sports Med*. 1992;13 (Suppl 1): S172–6.
23. Daanen H.A.M., Van Marken Lichtenbelt W.D. Human whole body cold adaptation. *Temperature*. 2016; 3(1):104–18.
24. Brazaitis M., Eimantas N., Daniuseviciute L., Baranauskiene N., Skrodeniene E., Skurvydas A. Time Course of Physiological and Psychological Responses in Humans during a 20-Day Severe-Cold-Acclimation Programme. *PLoS One* [Internet]. 2014 Apr 10[cited 2015 Mar 09]; 9(4): e94698
25. Hingley E., Morrissey D., Tipton M., House J., Lunt H. Physiology of cold water immersion: a comparison of cold water acclimatised and non-cold water acclimatised participants during static and dynamic immersions. *Br J Sports Med*. [Internet]. 2011 [cited 2015 Feb19]; 45(2): e1.
26. Young A.J. Homeostatic responses to prolonged cold exposure: human cold acclimatization. In: Fregly M.J., Blatteis C.M., editors. *Handbook of Physiology*. Section 4: Environmental Physiology, Vol 1. New York: Oxford University Press, 1996. p. 419–38.
27. Solianik R., Skurvydas A., Mickeviciene D., Brazaitis M. Intermittent whole-body cold immersion induces similar thermal stress but different motor and cognitive responses between males and females. *Cryobiology*. 2014;69(2):323–32.
28. Solianik R., Skurvydas A., Vitkauskienė A., Brazaitis M. Gender-specific cold responses induce a similar body-cooling rate but different neuroendocrine and immune responses. *Cryobiology*. 2014;69(1):26–33.
29. Cooke J.P., Creager M.A., Osmundson P.J., Shepherd J.T. Sex differences in control of cutaneous blood flow. *Circulation*. 1990; 82(5):1607–15.
30. Jay O., Havenith G. Finger skin cooling on contact with cold materials: an investigation of male and female responses during short-term exposures with a view on hand and finger size. *Eur J Appl Physiol*. 2004;93(1–2):1–8.
31. Lunt H., Tipton M. Differences in conductive foot cooling: a comparison between males and females. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114(12):2635–44.
32. Brazaitis M., Eimantas N., Daniuseviciute L., Vitkauskienė A., Paulauskas H., Skurvydas A. Two strategies for the acute response to cold exposure but one strategy for the response to heat stress. *Int J Hyperthermia*. 2015;31(4):325–35

33. Nishimura T., Motoi M., Niri Y., Hoshi Y., Kondo R., Watanuki S. Relationship between seasonal cold acclimatization and mtDNA haplogroup in Japanese. *J. Physiol Anthropol* [Internet]. 2012 Aug 28 [cited 2015 Nov 3];31:22.
34. Sato F., Matsushita S., Hyodo K., Akishima S., Imazuru T., Tokunaga C., Enomoto Y., Kanemoto S., Hiramatsu Y., Sakakibara Y. Sex difference in peripheral arterial response to cold exposure. *Circ J.* 2008; 72: 1367–72.
35. Mourot L., Bouhaddi M., Regnard J. Effects of the cold pressor test on cardiac autonomic control in normal subjects. *Physiol Res.* 2009;58(1):83–91.
36. Shattock M.J., Tipton M.J. 'Autonomic Conflict': a different way to die during cold water immersion? *J Physiol.* 2012;590(14):3219–30.

© Шаймарданов Артур Рифович (dezurengoi@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Сургутский государственный университет

ПРОЯВЛЕНИЕ ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЗАМЕДЛЕННОГО ТИПА ПРИ ГНОЙНО-ВОСПАЛИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ КАНДИДА-БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭТИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ИММУНОСУПРЕССИИ

THE MANIFESTATION OF DELAYED HYPERSENSITIVITY IN THE PURULENT-INFLAMMATORY PROCESS OF CANDIDA-BACTERIAL ETIOLOGY UNDER CONDITIONS OF IMMUNOSUPPRESSION

*E. Shatalova
O. Parahina
V. Khmelevskoy*

Summary. In the development of any issues of purulent-septic processes of mixed etiology, the study of the structure of pathogens of nosocomial infections in the medical institutions of the region is of primary and fundamental importance. Studies have shown a significant increase ($P < 0.01$) in the frequency of occurrence of fungi of the genus *Candida* spp., as the causative agent of HSP, in associations with various representatives of the domain of prokaryotic cells relative to monocultures (24.2% and 3.7%, respectively). It was found that the manifestation of delayed-type hypersensitivity in *Candida*-bacterial infection is directly dependent on the affiliation of the associated bacteria to the genus and species and is in a strong direct correlation ($r = 0.987 + 0.090$) with the dynamics of the clinical course of the burn wound, which is an indicator of the long-term persistence of pathogens of these symbioses in the body of immunosuppressed patients.

Keywords: mixed infections, immunosuppression, delayed-type hypersensitivity.

Шаталова Елена Васильевна

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

*Минздрава России
mikrobel@yandex.ru*

Парахина Ольга Владимировна

К.п.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

*Минздрава России
parahina-1970@mail.ru*

Хмелевской Вадим Иванович

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России

vadimdoctor42@yandex.ru

Аннотация. При разработке любых вопросов гнойно-септических процессов смешанной этиологии, изучение структуры возбудителей нозокомиальных инфекций в ЛПУ региона, имеет первостепенное и принципиальное значение. Исследования показали достоверное повышение ($P < 0,01$) частоты встречаемости грибов рода *Candida* spp., как возбудителя ГСП, в ассоциациях с различными представителями домена прокариотических клеток относительно монокультур (24,2% и 3,7% соответственно). Установлено, что проявление ГЗТ при *Candida*-бактериальной инфекции находится в прямой зависимости от принадлежности бактерий-ассоциантов к роду и виду и находится в сильной прямой корреляционной связи ($r = 0,987 + 0,090$) с динамикой клинического течения ожоговой раны, что служит показателем длительной персистенции возбудителей данных симбиозов в организме иммуносупрессированных больных.

Ключевые слова: смешанные инфекции, иммуносупрессия, гиперчувствительность замедленного типа.

Известно, что существенную роль в становлении клеточного иммунитета при инфекционных процессах любой этиологии играет гиперчувствительность замедленного типа (ГЗТ). Развитие ГЗТ к грибам рода *Candida* spp. обычно расценивают позитивной реакцией, препятствующей распространению кандидозной инфекции в организме.

Однако, в последнее время гнойно-воспалительные процессы (ГВП), вызываемые грибами рода *Candida*, регистрируются, в основном, смешанной бактериально-грибковой этиологии, в ассоциации которых входят

микроорганизмы различного таксономического положения [4,6].

С учетом этого, логично предположить, что наличие в ассоциации представителей различных доменов (домен «Eukaria», царство Fungi и домен «Bacteria» — прокариоты соответственно) может существенно влиять на становление иммунитета и, в частности, на формирование ГЗТ. Следует отметить, что известная способность бактериальных антигенов неспецифически изменять функцию клеток, принимающих участие в развитии ГЗТ, и биологические особенности представителей ассоци-

аций могут значительно оказывать воздействие на развитие ГЗТ при смешанных инфекциях Кандида-бактериальной этиологии.

Кроме того, кандидоз по праву называется оппортунистической инфекцией, поражая в основном иммунокомпрометированный макроорганизм. При этом особые варианты взаимоотношений между грибами и бактериями могут приводить к повышению невысокого патогенного потенциала ассоциантов-возбудителей, что, в свою очередь, может определять неодинаковое формирование уровня ГЗТ, длительность гнойно-воспалительного процесса, продолжительность циркуляции возбудителей в организме и, как следствие, — влиять на эпидемиологию госпитальных инфекций (ГИ).

Между тем, все эти моменты в проблеме смешанных Кандида-бактериальных инфекций остаются не изученными ни с одного из параметров, характеризующих ГИ: ни с микробиологической, ни с иммунологической, ни с эпидемиологической позиций.

Целью данной работы явилось изучение проявления уровня ГЗТ при гнойно-воспалительном процессе Кандида-бактериальной этиологии у мышей в условиях иммуносупрессии.

Методика исследования

Эксперименты выполнены на мышах линии СВА ($n=240$) массой 250–280 г., полученных из питомника лабораторных животных филиала ИБХ РАН (Пушино), прошедших карантинный режим вивария Курского государственного медицинского университета (КГМУ) и не имевших внешних признаков каких-либо заболеваний. Все животные содержались в одинаковых условиях на обычном пищевом режиме, при свободном доступе к воде и пище. Все исследования проводились с соблюдением принципов Европейской конвенции, директивы Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2010/63/ЕС (от 22 сентября 2010 г.) по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных или иных научных целей, и в соответствии с решением регионального этического Комитета при КГМУ.

Видовую принадлежность выделенных микроорганизмов от больных определяли с помощью диагностических биохимических тест-систем MicroLa-Test («Lachema», Чехия). Интенсивность реакции (ИР) ГЗТ определяли путем сенсбилизации мышей эритроцитами барана (ЭБ) в дозе 1×10^7 с последующим введением разрешающей дозы ЭБ в подушечку правой задней лапы. В левую (контрольную) лапу — 0,85% раствора

хлорида натрия в том же объеме. Степень реакции оценивали через 24 ч [2].

С целью создания модели иммуносупрессии, на депилированном участке кожи спины животного под легким эфирным наркозом воспроизводили ожог III-V степени площадью около 30% с помощью устройства, поддерживающего температуру обжигающей поверхности на уровне 100°C при экспозиции 8 сек. [3]. Для достижения поставленной цели и определения течения и исхода гнойно-септического процесса Кандида-бактериальной этиологии, через сутки после воспроизведения, ожоговую рану орошали свежеприготовленной смесью из одинакового количества микробных клеток грибов рода *Candida albicans* и разных видов бактерий-ассоциантов. Экспериментальное формирование ассоциаций возбудителей было основано на частоте выделения последних (представители домена «Bacteria») от больных при ГСП. Это были *C. albicans*+*St. aureus*; *C. albicans*+*P. aeruginosa* и *C. albicans*+ бактерии рода *Acinetobacter* (по 0,2 мл 1 млрдн. взвеси). Наблюдения за животными проводили в течение 32 суток, ежедневно учитывая количество павших животных.

Все полученные данные были подвергнуты статистической обработке с определением критерия Стьюдента с помощью пакета прикладных программ MS Excel и STATISTICA 13.3 Trial.

Результаты и их обсуждение

Формирование у широких слоев населения иммунологических расстройств (ИР) является неопровержимым фактом нашего времени. На фоне таких ИР гнойно-воспалительные процессы (ГВП), в общем, и гнойно-септические процессы (ГСП) в основном в виде ГИ смешанной этиологии, в частности, неуклонно увеличиваются [1,5].

Такому явлению действительности способствует и то, что этиологическая структура возбудителей ГИ очень многообразна и значительно отличается своей разновидностью не только между географическими регионами, но и между отдельными ЛПУ и в настоящее время [1]. С учетом этого, разрабатывая любые вопросы ГСП смешанной этиологии, изучение структуры возбудителей ГИ в ЛПУ региона, имеет первостепенное и принципиальное значение.

Анализ структуры микробного спектра возбудителей ГИ многопрофильных стационаров г. Курска выявил следующие особенности. За период 2017–2020 гг. нами было изучено 362 штамма микроорганизмов, выделенных из патологического материала от больных ЛПУ больничного типа. При этом значимыми возбуди-

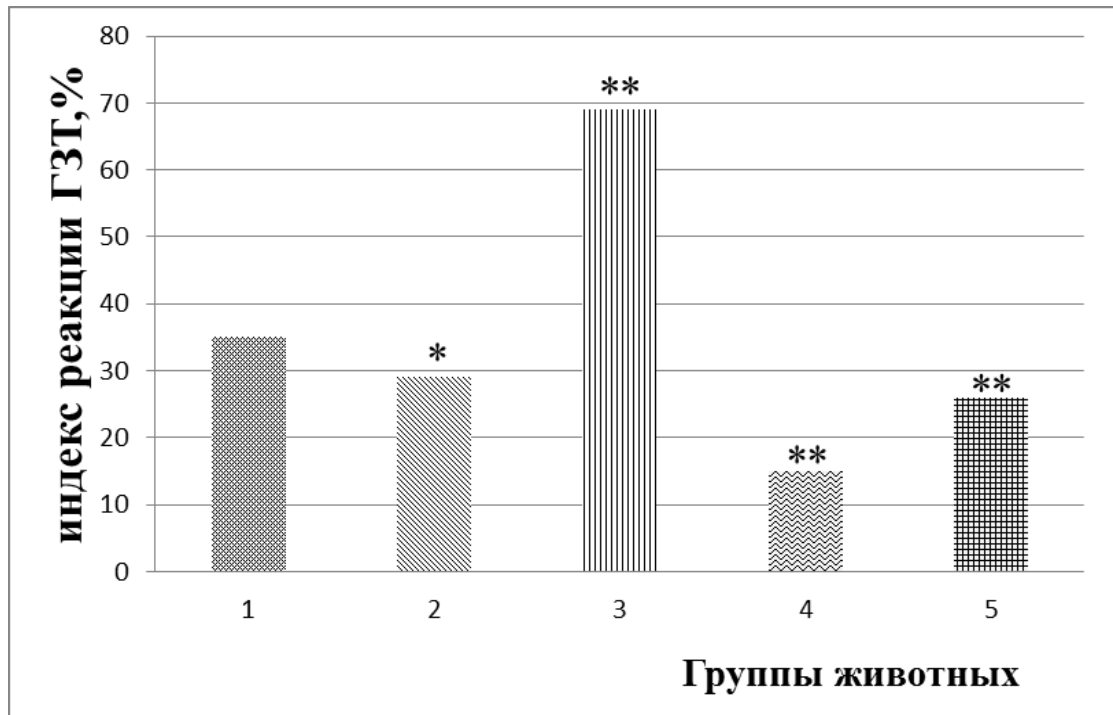


Рис. 1. Интенсивность реакции ГЗТ у животных с ожоговой травмой, осложненной Кандида-бактериальной инфекцией.

Примечание. Группы животных: 1 — интактные; 2 — ожог;

3 — ожог инфицирован *C. albicans*+ *P. aeruginosa*; 4 — ожог инфицирован *C. albicans*+ *St. aureus*;
5 — ожог инфицирован *C. albicans*+ *Acinetobacter*.

Достоверность различий с данными контрольной группы (интактные) — *P <0,05; ** P <0,01.

телями ГСП были бактерии рода *Staphylococcus* spp.— 110 (30,4%) штаммов, грибы рода *Candida* spp.— 90 (24,9%) штаммов, *Pseudomonas aeruginosa* — 65 (18,0%) штаммов, бактерии рода *Acinetobacter*, *Escherichia coli* и *Streptococcus pyogenes* — 42 (11,6%), 35 (9,6%) и 20 (5,5%) штаммов соответственно. Из них 255 (70,4%) культур входили в состав различных ассоциаций, среди которых преобладали двухкомпонентные, однако, среди пациентов хирургических отделений с сопутствующей патологией, выделялась незначительная доля и трёхкомпонентных ассоциаций, что не совпадает с данными литературы [1]. Такая дивергентность структуры возбудителей ГСП ещё раз подтверждает данные литературы об обязательном включении блока параметров микробиологического мониторинга с целью своевременного выявления новых эпидемических штаммов — возбудителей ГИ. Следует отметить, что результаты наших исследований показали достоверное повышение (P<0,01) частоты встречаемости грибов рода *Candida* spp., как возбудителя ГСП, в ассоциациях с различными представителями домена прокариотических клеток относительно монокультур (24,2% и 3,7% соответственно). Доминирующим видом в течение всего периода наблюдения был *C. albicans*.

Между тем, до сих пор роль грибов рода *Candida* spp. во взаимоотношениях с различными другими представителями таксономических групп, равно как и влияние таких ассоциаций на иммунный ответ, течение и исход инфекционного процесса Кандида-бактериальной природы, изучено недостаточно.

Известно, что важным, а иногда и ведущим звеном в патогенезе разнообразных инфекционных осложнений, особенно грибковой этиологии, является формирование ГЗТ, основными действующими факторами которой являются активированные макрофаги. Однако, можно предположить, что на развитие ГЗТ при ГВП грибково-бактериальной природы существенно могут влиять и биологические особенности ассоциантов-возбудителей, которые способны стимулировать выделение гистамина из тучных клеток не только через цитотфильные IgE и IgG, но и при непосредственном их действии на клетку. Адьювантные свойства бактерий очень часто и во многом зависят от способности их антигенов неспецифически изменять функцию клеток, принимающих участие в развитии ГЗТ. Кроме того, следует отметить, что некоторые бактериальные фракции (например, пептидогликаны) вызывают неспецифиче-

Таблица 1. Клиническое течение неинфицированной и инфицированной ожоговой раны.

Характер ожоговой раны	Клинические проявления в динамике (сутки) M+m (n=25)				
	Открытая рана	Формирование струпа	Наличие гнояного отделяемого	Отпадение струпа	Полное заживление
Неинфицированная	2,5 + 0,2	4,9 + 0,8	–	12,1 + 0,7	14,2 + 0,5
Инфицированная ассоциацией:	5,1 + 0,9	8,3 + 1,5	+	17,7 + 1,6	20,3 + 1,9
C. albicans + Acinetobacter					
C. albicans + St. aureus					
C. albicans + St. aureus	7,1 + 1,8	11,4 + 1,5	+	21,2 + 1,7	25,9 + 1,8
C. albicans + P. aeruginosa	Весь срок наблюдения	–	Весь срок наблюдения	–	Не обнаружено до конца набл.

ское торможение миграции макрофагов и часто являются митогенами для Т-лимфоцитов [2].

Нами впервые установлено, что по возрастанию интенсивности формирования реакции ГЗТ и тяжести вызываемой иммуносупрессии у животных, изученные ассоциации возбудителей ГСП располагаются в следующей последовательности: *C. albicans*+ *Acinetobacter* → *C. albicans*+ *St. aureus* → *C. albicans*+ *P. aeruginosa*. Учитывая эти обстоятельства, можно полагать, что такой последовательности расположения микобиоценозов, очевидно, предшествуют разнохарактерные взаимоотношения между грибами рода *C. albicans* и представителями домена «Bacteria».

Полученные нами результаты показывают, что у животных в ответ на ожоговую травму происходит угнетение ГЗТ ($P < 0,05$). — рис. 1

На присоединившуюся Кандида-бактериальную инфекцию организм обожженных животных реагировал по-разному относительно формирования ГЗТ. При исследовании установлено, что разнонаправленное изменение уровня формирования ГЗТ у таких животных находится в прямой зависимости от принадлежности бактерий (участников данных симбиозов) к роду и виду.

Так, у животных с ожогом микобиоценозы, состоящие из *C. albicans*+ *Acinetobacter* и *C. albicans*+ *St. aureus*, вызывали достоверное угнетение ГЗТ (ИР = 26,0 + 1,1 и 15,0 + 1,4 соответственно).

Однако, в тех же условиях, ассоциация возбудителей из *C. albicans*+ *P. aeruginosa* формировала у последних гиперергическую реакцию ГЗТ (ИР = 69,0 + 2,6) — рис. 1.

Известно, что формирование чрезмерной ГЗТ во многих случаях приводит к значительным повреждениям тканей, которые утяжеляют течение ГВП и существенно осложняют течение основного заболевания. Полученные нами данные подтверждают это предположение.

Анализируя полученные нами результаты, отражающие клиническое течение инфицированной ожоговой травмы микроорганизмами изученных микобиоценозов у животных, следует отметить, что полное заживление «чистой» неинфицированной ожоговой раны наблюдалось на 14,2 + 0,5 сутки; инфицированная ассоциацией из возбудителей *C. albicans*+ *Acinetobacter* и *C. albicans*+ *St. aureus* — на 20,3 + 1,9 и 25,9 + 1,8 сутки соответственно.

Особого внимания заслуживает состояние ожоговой раны у животных, подвергнутых заражению ассоциацией из возбудителей *C. albicans*+ *P. aeruginosa*. Признаков заживления такой раны не наблюдалось на протяжении всего срока наблюдения. Клинические проявления ГВП у животных этой группы, наоборот, усугублялись за счет появления кровотокающих язв с гнойным отделяемым и, соответственно, увеличением ожоговой травмы в размерах (табл. 1) и регистрировались высокие показатели летальности таких животных.

Мы полагаем, что такой результат, можно объяснить развитием синергических взаимоотношений не только между псевдомонадами и грибами, но и продуктами их метаболизма.

Корреляционный анализ проявления ГЗТ при ГВП Кандида-бактериальной природы в условиях иммуно-

супрессии и динамикой клинического течения ожоговой раны позволил установить наличие сильной прямой связи между изучаемыми параметрами ($r = 0,987 + 0,090$).

Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют о выраженном влиянии разнохарактерных взаимоотношений между возбудителями кандид-бактериальных микобиоценозов на формирование ГЗТ и динамику ГВП в условиях иммуносупрессии.

Выявленная особенность влияния возбудителей ГИ в условиях ассоциации с грибами *C. albicans* на формирование ГЗТ при ГВП имеет принципиальное зна-

чение, служит показателем длительной персистенции возбудителей данных симбиозов в организме иммуносупрессированных больных, влияя при этом на эпидемиологию ГИ, и констатирует весомую значимость проблемы смешанных инфекций кандид-бактериальной природы.

Благодарность

Авторы выражают благодарность заведующей бактериологической лаборатории Шевцовой Юлии Александровне ОБУЗ «Курская городская больница скорой медицинской помощи» за организационную поддержку исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ватазин А.В., Зилькарнаев А.Б., Русанова Е.В., Будникова Н.Е. Возбудители бактериальной и грибковой инфекций в центре трансплантологии и диализа. Анализ динамики за восемнадцать лет (1998–2015). Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2016, Т XVIII. — № 2. — С. 56–64.
2. Клиническая иммунология и аллергология: в 3 т. / под ред. Л. Йегера. — М.: Медицина, 1990. — Т. 3. — 528 с.
3. Устройство для нанесения дозированного ожога мелким животным / В.В. Минухин, В.Г. Шамрай, Т.Н. Губина [и др.]. — 1985. — Деп. во ВНИИМИ, № Д-9976
4. Шаталова Е.В. Смешанные инфекции: механизм формирования госпитальных штаммов в условиях ассоциации с грибами рода кандид: монография. Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2016: 86 с.
5. Шаталова Е.В., Парахина О.В., Летова Ю.С. Персистентный потенциал значимых возбудителей нозокомиальных инфекций в условиях ассоциации с грибами рода *Candida*. Проблемы медицинской микологии. 2019; Т. 21, № 3. — С. 46–48.
6. Шкарин В.В., Ковалишена О.В., Саперкин Н.В., Шпрыкова О.Н. Общая характеристика и проблемные вопросы полиэтиологичных инфекций, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами. Журн. микробиол., 2017, № 6. — С. 114–126.

© Шаталова Елена Васильевна (mikrobela@yandex.ru), Парахина Ольга Владимировна (parahina-1970@mail.ru),

Хмелевской Вадим Иванович (vadimdoctor42@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК СЫРОЙ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

APPLICATION OF A SIMULATION MODEL OF A SUPPLY CHAIN OF CRUDE OIL AND PETROLEUM PRODUCTS

**G. Azieva
A. Alimagambetova**

Summary. This article discusses the development of modern mathematical models of supply chains of crude oil and oil products to Kazakhstan for the scientific substantiation of the characteristics of the country's oil and gas industry. Supply chains consist of a structure of stocks and flows designed to acquire, store and retrieve incoming resources and translate them into decision rules governing flows. Supply chains consist of the structure of stocks and flows for the purchase, storage and release of incoming resources, and decision rules governing flows.

In addition, at present, the informational, economic and socio-political development of society is directly related to the culture of digital technologies. The desire for technological and structural reform in many countries, including Kazakhstan, prompts the state to make a number of decisions regarding the use of digital technologies in various spheres of population activity. The oil and gas industry in Kazakhstan is a key sector in its national economy, and it is envisaged that increasing the productivity of oil and gas fields through the use of digital technologies will increase Kazakhstan's competitiveness in the global economy.

To achieve this goal, the following tasks were considered:

- a) analysis of the situation in the oil industry of the Republic of Kazakhstan;
- b) evaluation of the characteristics of agents for the supply of crude oil and oil products based on computer experiments.

A managerial decision made on the basis of computer experiments to assess the characteristics of agents for the supply of crude oil and petroleum products can serve as an information base in the formation and development of clusters of the country's oil industry. By making decisions based on computer experiments in the field of supply chains of crude oil and petroleum products, using computer experiments on the supply of crude oil and petroleum products, we can achieve the ability to assess the performance of agents in the oil and gas industry of a country.

Keywords: simulation model, oil, supply chain, agent, storage, devices, mobile personnel.

Азиева Гульмира Тагибергеновна
Евразийский национальный университет
им. Л.Н. Гумилева
gulmira_azieva@mail.ru

Алимагамбетова Айнагуль Зейнетулловна
К.ф.-м.н., старший преподаватель, Казахский
университет экономики, финансов и международной
торговли
ainash_777@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка современных математических моделей цепочек поставок сырой нефти и нефтепродуктов в Казахстан для научного обоснования характеристик деятельности нефтегазовой отрасли страны. Цепочки поставок состоят из структуры запасов и потоков, предназначенных для приобретения, хранения и извлечения входящих ресурсов и преобразования их в правила принятия решений, регулирующие потоки. Цепочки поставок состоят из структуры запасов и потоков для покупки, хранения и выпуска входящих ресурсов и правил принятия решений, регулирующих потоки.

Кроме того, в настоящее время информационное, экономическое и социально-политическое развитие общества напрямую связано с культурой цифровых технологий. Стремление к технологическому и структурному реформированию во многих странах, в том числе и в Казахстане, побуждает государство принимать ряд решений, касающихся применения цифровых технологий в различных сферах деятельности населения. Нефтегазовая отрасль Казахстана является ключевым сектором в его национальной экономике, и предусмотрено, что повышение производительности нефтегазовых месторождений за счет применения цифровых технологий позволит повысить конкурентоспособность Казахстана в мировой экономике.

Для реализации данной цели были рассмотрены следующие задачи:

- a) анализ ситуации в нефтяной отрасли Республики Казахстан;
- б) оценка характеристик агентов по поставке сырой нефти и нефтепродуктов на основе компьютерных экспериментов.

Управленческое решение, принятое на основе компьютерных экспериментов оценки характеристик агентов по поставке сырой нефти и нефтепродуктов, может служить информационной базой при формировании и развитии кластеров нефтяной отрасли страны. Принимая решения на основе компьютерных экспериментов в области цепочек поставок сырой нефти и нефтепродуктов, используя компьютерные эксперименты по поставке сырой нефти и нефтепродуктов, мы можем достичь возможности оценки характеристик деятельности агентов нефтегазовой отрасли страны.

Ключевые слова: имитационный модель, нефть, цепочка поставок, агент, хранилище, устройства, мобильный персонал.

Введение

Одним из основных направлений прогресса в процессах добычи и транспорта сырой нефти и нефтепродуктов является развитие технологий компьютерного имитационного моделирования. Цепочки поставок состоят из структуры запасов и потоков для приобретения, хранения и преобразования вводимых ресурсов в выходы и правил принятия решений, регулирующих потоки. Цепь поставок транспорта сырой нефти и нефтепродуктов включает сети запаса и подачи материалов как сталь.

Сталь двигает от кренов металлического листа через штемпелевать в части тела к агрегату и пересылке к торговцам. На каждом этапе процесса имеется запас деталей, буферизирующих различные виды деятельности. Структура решений, регулирующих потоки, включает в себя политику заказа стали у поставщиков, планирование штамповки кузовных деталей и сборки, доставку новых автомобилей дилерам и решение о покупке клиентов.

Исходя из особой значимости темы, целью данного исследования является разработка современных математических моделей цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов в Казахстане для научного обоснования характеристик деятельности агентов нефтяной отрасли страны.

В соответствии с поставленной целью проектом предусматривается выполнение основных задач:

- ◆ дать анализ ситуации нефтяной отрасли Республики Казахстан;
- ◆ дать оценку параметрам характеристик агентов цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов на основе компьютерных экспериментов.

Научной новизной проведенных исследований является:

- ◆ оценка параметров характеристик агентов цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов;
- ◆ компьютерный эксперимент модели цепочки поставок нефти и нефтепродуктов в Республике Казахстан: Хранилище, Нефтеперерабатывающий завод, Трубопровод и Терминал нефтепродуктов.

Отметим, что полученными результатами научного исследования служат:

- ◆ овладение знаниями, умениями и навыками принятия решений на основе компьютерных экспериментов в области цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов;
- ◆ практическое использование возможных и реалистичных оценок характеристик деятельности

агентов нефтяной отрасли страны с помощью компьютерных экспериментов цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов [1–6].

Для объяснения происхождения колебаний используется структура управления запасами. Колебания требуют, как временных задержек в негативных обратных связях, регулирующих состояние системы, так и того, чтобы лица, принимающие решения, не учитывали эти задержки, игнорируя линию подачи корректирующих действий, которые были инициированы, но еще не оказали своего воздействия. Хотя глупо игнорировать временные задержки, опыт показывает, что люди часто именно так и поступают. Тематические исследования различных отраслей показывают, что эти ошибочные представления о обратной связи лежат в основе постоянных циклов в недвижимости, судоходстве и смежных отраслях.

Одним из основных направлений научно-технического прогресса в процессах добычи и транспорта сырой нефти и нефтепродуктов является развитие технологий компьютерного имитационного моделирования. Все процессы отрицательной обратной связи включают в себя сравнение состояния системы с желаемым состоянием, а затем инициирование корректирующих действий для устранения любого несоответствия. В такие задачи управления запасами, менеджер стремится поддерживать запас (состояние системы) на определенном целевом уровне, или, по крайней мере в приемлемом диапазоне. Запасы изменяются только за счет изменения их притока и оттока. Как правило, менеджер должен установить скорость притока, чтобы компенсировать потери и использование и противодействовать возмущениям, которые отталкивают акции от желаемой стоимости. Часто между началом контрольного действия и его эффектом и между изменением запаса и восприятием этого изменения лицом, принимающим решение, возникают задержки. Продолжительность этих задержек может варьироваться и зависеть от действий самого человека.

Проблемы управления запасами возникают на многих уровнях агрегирования. На уровне фирмы менеджеры должны заказывать детали и сырье для поддержания запасов, достаточных для продолжения производства с требуемой скоростью. Они должны учитывать различия в использовании этих материалов и изменения в задержках их доставки. На индивидуальном уровне вы регулируете температуру воды в утреннем душе, ведете свой автомобиль по шоссе и управляете балансами своих чековых счетов [4].

Компьютерная имитационная модель цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов будет построена на базе агент-ориентированной модели, которая состоит из следующих активных объектов:

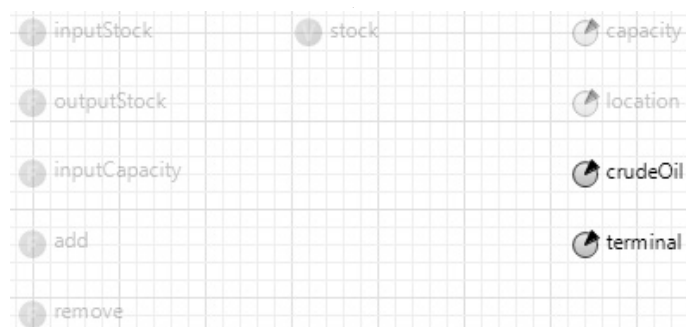


Рис. 1. Блок-схема модели агента Хранилища(Storage)

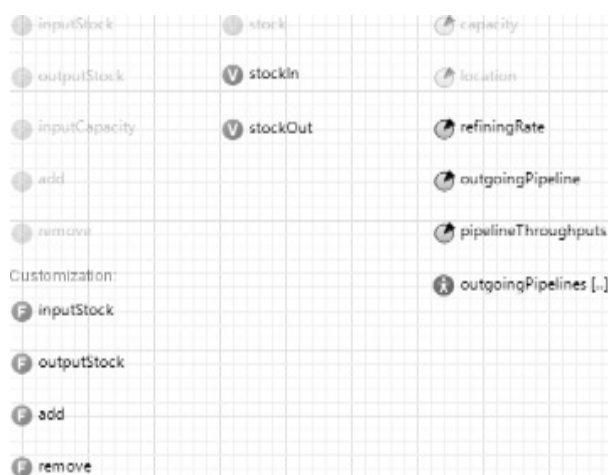












Рис. 2. Блок-схема модели агента НПЗ (Refinery)

– **Агент Хранилища** сырой нефти , Storage (и/или припортовые хранилища сырой нефти и/или нефти при месторождении), в котором активный объект **Параметры** используются для задания статических характеристик объекта, а ее значение остается неизменным во время «прогона» модели. Все параметры видны на презентации модели и обозначены в виде , а также можно изменять их значения во время работы модели либо программе из кода модели, либо с помощью элементов управления. В модели цепочки поставок нефти и нефтепродуктов для агента Хранилища сырой нефти используются два параметра-переменные (см. Рисунок 1).

- ◆ Сырая нефть , crudeOil, Значение по умолчанию: false.
- ◆ Терминал , terminal, Значение по умолчанию: false.

– **Агент НПЗ** , Refinery (нефтеперерабатывающий завод сырой нефти), в котором состоит из трех параметров-переменных (см. Рисунок 2).

- ◆ Норма переработки , refiningRate,

- ◆ Начало трубопровода , outgoingPipeline,
- ◆ Пропускная способность трубопровода , pipeline Throughputs, а также при разработке агента НПЗ используются **Переменные** (которые обозначены в виде ) для моделирования изменяющихся характеристик активного объекта и/или для хранения результатов работы модели, в частности агент НПЗ состоит из двух переменных:
 - ◆ Есть в наличии (запас) , stockIn,
 - ◆ Нет в наличии (запас) , stockOut, а также среда AnyLogic позволяет пользователям создавать свои собственные функции. С помощью функций можно единожды задать определенную последовательность действий (обычно — вычислений, возвращающих результат), которую нужно будет выполнять из разных мест (или в разные моменты жизни) модели [5].

Функции пишутся на языке Java, поэтому в распоряжении Пользователя имеются все преимущества этого языка, такие, как, например, условные операторы (if-



Рис. 3. Блок-схема модели агента Ритейлера (Retailer)

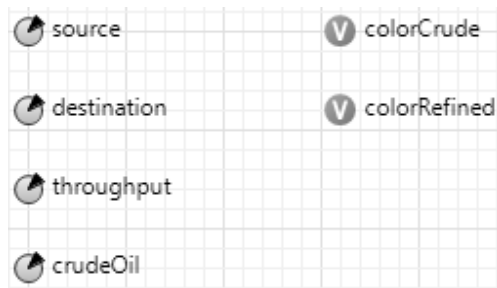


Рис. 4. Блок-схема модели агента Нефтепровод (Pipeline)

then-else), циклические операторы (while, for), операторы ветвления (switch) и т.д., в частности агент НПЗ состоит из четырех функции:

- ◆ Добавить **F**, add, которая определяет действие: `if(stockIn + amount > capacity) error("Overflow: trying to add above capacity"); stockIn += amount;`
- ◆ Вход в запас **F**, inputStock, которая возвращает значение: `stockIn;`
- ◆ Выход из запаса **F**, outputStock, которая возвращает значение: `stockOut;`
- ◆ Удалить **F**, remove, которая определяет действие: `if(stockOut — amount < 0) error("Trying to remove more than available"); stockOut -= amount;`

– **Агент Ритейлер** нефтепродуктов **T**, Retailer (ритейлер нефтепродуктов, розничная торговля нефтепродуктов), который состоит из трех параметров-переменных (см. Рисунок 3).

- ◆ Дневное потребление нефтепродуктов **T**, dailyConsumption, Значение по умолчанию:
- ◆ Уровень запроса на нефтепродукты **T**, orderLevel, Значение по умолчанию: 10
- ◆ Запрос на нефтепродукты до востребования **T**, orderUpTo, Значение по умолчанию: 30, а также

агент Ритейлер нефтепродуктов состоит из двух переменных:

- ◆ Бензовоз нефтепродуктов **V**, fuelTruck, Начальное значение: `main.fuel Trucks.get(getIndex()),`
- ◆ Терминал-хранилище нефтепродуктов **V**, storage Terminal.

– **Агент Нефтепровод** для транспортировки сырой нефти и нефтепродуктов **T**, Pipeline (нефтепровод для транспортировки сырой нефти и нефтепродуктов), который состоит из трех параметров-переменных (см. Рисунок 4):

- ◆ Сырая нефть **T**, crudeOil, Значение по умолчанию: false
- ◆ Пункт назначения для транспортировки сырой нефти и нефтепродуктов **T**, destination, Значение по умолчанию: false.
- ◆ Начало транспортировки сырой нефти и нефтепродуктов **T**, source,
- ◆ Пропускная способность транспортировки для сырой нефти и нефтепродуктов **T**, throughput, Значение по умолчанию: 10, а также агент транспортировки сырой нефти и нефтепродуктов состоит из двух переменных:
- ◆ Цвет сырой нефти **V**, colorCrude, Начальное значение: `Color(64, 64, 64, 230),`
- ◆ Цвет нефтепродуктов **V**, colorRefined, Начальное значение: `Color(255, 165, 0, 210).`



Рис. 5. Блок-схема модели агента Узлы Нефтепровода (PipelineNode)

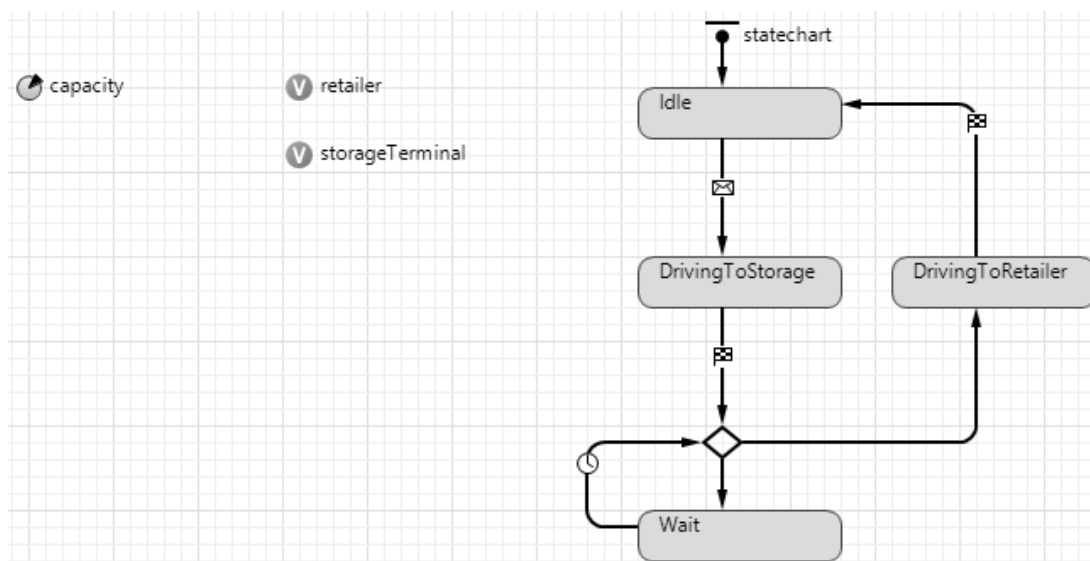


Рис. 6. Блок-схема модели агента Бензовоз (FuelTruck)

– **Агент Узлов Нефтепровода** для транспортировки сырой нефти и нефтепродуктов \oplus , PipelineNode, который состоит из двух параметров-переменных (см. Рисунок 5):

- ◆ Емкость \odot , capacity, Начальное значение: 5 000;
- ◆ Местонахождение \odot , location, а также агент Узлов Нефтепровода состоит их одной переменной:
- ◆ Запас (есть в наличии) \odot , stock, Начальное значение: $\text{uniform}(\text{capacity}/2, \text{capacity})$; а также агент Узлов Нефтепровода состоит из пяти функции:
- ◆ Добавить \oplus , add, которая определяет действие: $\text{if}(\text{stock} + \text{amount} > \text{capacity})$ $\text{error}(\text{"Overflow: trying to add above capacity"}); \text{stock} += \text{amount};$
- ◆ Вход в емкость \oplus , inputCapacity, которая возвращает значение: Capacity;
- ◆ Вход в запас \oplus , inputStock, которая возвращает значение: stock;
- ◆ Выход из запаса \oplus , outputStock, которая возвращает значение: stock;

- ◆ Удалить \oplus , remove, действие: $\text{if}(\text{stock} - \text{amount} < 0)$ $\text{error}(\text{"Trying to remove more than available"}); \text{stock} -= \text{amount};$

– **Агент Бензовоз** для транспортировки нефтепродуктов \oplus , FuelTruck, который состоит из одного параметра-переменной (см. Рисунок 6):

- ◆ Емкость \odot , capacity, Начальное значение: 10, а также агент Бензовоз состоит их двух переменной:
- ◆ Ритейлер \odot , retailer, Начальное значение: $\text{main.retailers.get}(\text{getIndex}());$
- ◆ Терминал для хранения нефтепродуктов \odot , storageTerminal, а также агент Бензовоз состоит из одного Диаграммы состояния [5].

Здесь отметим, что если у агента можно выделить несколько состояний, выполняющих различные действия при происхождении каких-то событий, или если

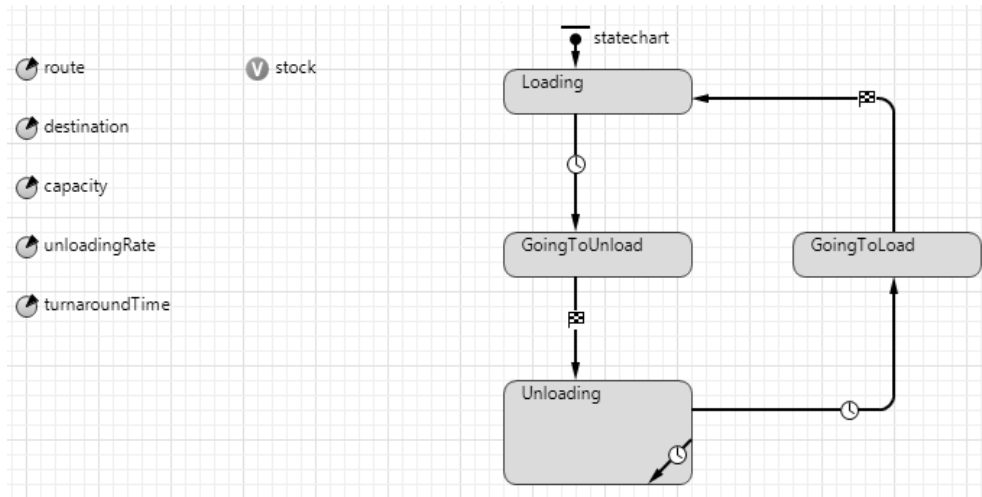


Рис. 7. Блок-схема модели агента Танкера (Tanker)

у агента есть несколько качественно различных поведений, последовательно сменяющих друг друга при происхождении определенных событий, то поведение такого объекта может быть описано в терминах диаграммы состояний. С помощью диаграмм состояний можно графически задать дискретные поведения объектов любой сложности, куда более разнообразные, чем элементарные состояния свободен/занят (idle/busy), открыт/закрыт (open/closed), исправен/неисправен (up/down) и т.п., предлагаемые большинством блочных инструментов моделирования [2–9].

Диаграмма состояний представляет собой состояния, соединенные переходами. Переходы могут сработать в результате заданного в качестве условия перехода события — это может быть истечение заданного таймаута, получение диаграммой состояний сообщения, выполнение заданного логического условия и т.д. Срабатывание перехода приводит к переходу управления диаграммы состояний в то состояние, в которое ведет этот переход. Состояния могут быть иерархическими, т.е. содержать другие состояния и переходы.

Таким образом, Диаграмма состояния statechart, которая состоит из:

- ◆ Начало диаграммы состояний statechart,
- ◆ Состояние Холостой ход Idle,
- ◆ Состояние Движение к хранилищу DrivingToStorage,
- ◆ Состояние Движение к ритейлеру DrivingToRetailer,
- ◆ Состояние Ожидание Wait,
- ◆ Ветвление branch,
- ◆ Переход transition; Действие: storageTerminal = msg;

- moveTo(storageTerminal.getX() + uniform(-3,3), storageTerminal.getY() + uniform(-3,3));
- ◆ Переход transition1, Происходит: По прибытию агента.
- ◆ Переход transition2, Происходит: По прибытию агента. Действие:

retailer.add(capacity);

if(retailer.stock < retailer.orderUpTo)













- send(retailer.storageTerminal, this);
- ◆ Переход transition3, Условие: storageTerminal.outputStock() >= capacity; Действие: storageTerminal.remove(capacity); storageTerminal = null;

moveTo(retailer.getX() + uniform(-3,3), retailer.getY() + uniform(-3,3));

- ◆ Переход transition4,
- ◆ Переход transition5, Происходит: Потаймауту. Таймаут: day().

– **Агент Танкер** для транспортировки сырой нефти Tanker, который состоит из пяти параметра-переменной (см. Рисунок 7):

- ◆ Емкость capacity, Начальное значение: 5 000,
- ◆ Пункт назначения для транспортировки нефтепродуктов из узлов нефтепровода destination,
- ◆ Дорога route,
- ◆ Время оборачиваемости turnaroundTime, Значение по умолчанию: 10,
- ◆ Норма разгрузки unloadingRate, Значение по умолчанию: 500, а также агентаТанкера состоит из одной переменной:

- ◆ Запас (есть в наличии) , stock, а также агент Танкер состоит из одного:
- ◆ Диаграмма состояния , statechart, которая состоит из:
- ◆ Начало диаграммы состояний , statechart,
- ◆ Состояние погрузка , Loading,
- ◆ Состояние Объем идущие выгрузки , GoingToUnload,
- ◆ Состояние Разгрузка , Unloading,
- ◆ Состояние Объем идущие разгрузки , GoingToLoad,
- ◆ Переход , transition; Происходит: Потаймауту. Таймаут: turnaroundTime*day(). Действие: stock = capacity; tanker.setVisible(true); moveTo(route.getNode(1));
- ◆ Переход , transition1, Происходит: Поприбытию агента.
- ◆ Переход , transition2, Происходит: Потаймауту. Таймаут: 10 Действие: moveTo(route.getNode(0));
- ◆ Переход , transition3, Происходит: Поприбытию агента. Действие: tanker.setVisible(false);
- ◆ Переход , transition4, Происходит: Потаймауту. Таймаут: day(). Действие: //limit the amount with the unloading rate double a = min(stock, unloadingRate); //further limit it with the space available in the destination storage a = min(a, destination.inputCapacity() – destination.inputStock()); stock -= a;

destination.add(a);

Цепочки поставок являются важными для многих систем, и многие из них показывают постоянную нестабильность и колебания. Каждая цепочка поставок состоит из запасов и политики управления, используемой для их управления. Эта политика управления направлена на поддержание запасов на целевом уровне, компенсацию потерь от использования или потерь, а также непредвиденных нарушений в окружающей среде. Часто возникают значительные задержки между попыткой отслеживания и началом результата, что создает сеть доставки незаполненных заказов.

В статье представлена разработка современных математических моделей цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов в Казахстане для научного обоснования характеристик деятельности агентов нефтяной отрасли страны и получены следующие результаты:

- ◆ предоставлен полный обзор ситуации нефтяной отрасли Республики Казахстан;
- ◆ проведен компьютерный эксперимент модели цепочки поставок нефти и нефтепродуктов в Республике Казахстан: Хранилище, Нефтеперерабатывающий завод, Трубопровод и Терминал нефтепродуктов;
- ◆ на основе компьютерных экспериментов были определены оценки параметров характеристик агентов цепочки поставок сырой нефти и нефтепродуктов;

ЛИТЕРАТУРА

1. Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Inc. — 2000. p. 740.
2. Официальный сайт открытых проектов имитационного моделирования The AnyLogic Company. URL: <https://www.anylogic.com>
3. Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. — М.: Вузовский учебник, 2017. — 344 с.
4. Колпаков В.Ф. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум: Учебное пособие / В.Ф. Колпаков. — М.: Инфра-М, 2018. — 672 с
5. Вьюненко Л.Ф. Имитационное моделирование: Учебник и практикум для академического бакалавриата / Л.Ф. Вьюненко, М.В. Михайлов, Т.Н. Первозванская. — Люберцы: Юрайт, 2016. — 283 с

© Азиева Гульмира Тагибергеновна (gulmira_azieva@mail.ru), Алимагамбетова Айнагуль Зейнетулловна (ainash_777@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ АВТОМОБИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

DEVELOPMENT OF A VEHICLE DAMAGE DETECTION SYSTEM USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

**A. Arysbek
N. Saparkhodzhaev
R. Abdrakhmanov**

Summary. Images and their processing are an important part of understanding the world. Therefore, incomplete images do not allow us to determine and analyze the state of the image. This robs us of a lot of opportunities, but modern machine learning platforms can recover lost or damaged parts of such images, making it easier to understand the behind-the-scenes context and effectively analyze the created images. Extrapolation in drawing can be done by splitting local structures into unknown parts to create a single pixel (or part) of the missing part, while maintaining harmony with neighboring pixels. This deep learning app is used to identify vehicle damage and obtain initial characteristics before the event for timely insurance payments.

Currently, the development of the automotive industry is directly related to the increase in the number of car accidents. Thus, insurance companies are faced with the spread of many complaints and claims at the same time. Using Mask R-CNN, owned by CNN neural networks based on machine learning and deep learning algorithms, can help solve such problems for insurance companies.

Keywords: CNN, Mask R-CNN, machine learning, Deep Learning, computer vision, neural network, Object detection, RoIAlign, RPN.

Арысбек Алымхан Болатханович

Международный казахско-турецкий университет
имени Ходжи Ахмеда Ясави
arysbek.alymkhan@mail.ru

Сапарходжаев Нурбек Пажарбекович

PhD, доцент, Международный казахско-турецкий
университет имени Ходжи Ахмеда Ясави
nurbek.saparkhojayev@ayu.edu.kz

Абдрахманов Рустам Бахтиерович

К.т.н., и.о. доцента, Международный казахско-
турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави
a.rustam.a@mail.ru

Аннотация. Изображения и их обработка являются важной частью понимания мира. Поэтому неполные изображения не позволяют нам определять и анализировать состояние изображения. Это лишает нас больших возможностей, но современные платформы машинного обучения могут восстанавливать потерянные или поврежденные части таких изображений, что облегчает понимание закулисного контекста и эффективный анализ созданных изображений. Экстраполяция в рисовании может быть выполнена путем разделения локальных структур на неизвестные части для создания одного пикселя (или части) недостающей части, сохраняя гармонию с соседними пикселями. Это приложение глубокого обучения используется для выявления повреждений автомобиля и получения первоначальных характеристик перед событием для своевременных страховых выплат.

В настоящее время развитие автомобильной промышленности напрямую связано с ростом числа автомобильных аварий. Таким образом, страховые компании сталкиваются с распространением множества жалоб и претензий одновременно. Использование Mask R-CNN, принадлежащего нейронным сетям CNN, основанным на алгоритмах машинного обучения и глубокого обучения, может помочь в решении таких проблем для страховых компаний.

Ключевые слова: CNN, Mask R-CNN, машинное обучение, Deep Learning, компьютерное зрение, нейронная сеть, обнаружение объекта, RoIAlign, RPN.

Обнаружение объектов — одно из основных направлений исследования компьютерного зрения. Он предназначен для определения степени и информации о местонахождении интересующего объекта на рисунке на уровне экземпляра. В настоящее время наиболее популярными алгоритмами обнаружения объектов являются R — CNN [1], Fast R-CNN [2], Faster

R-CNN [3] и SSD [4]. Однако эти структуры требуют больших объемов обучающих данных. Возможность определения окружности положения ограничена, и при извлечении данных часто происходит потеря градиента или взрыв градиента из-за увеличения числа сверточных слоев. Из-за этих недостатков Хе Каминг и т.д. предложил остаточную сеть (ResNet) [5] [8], которая

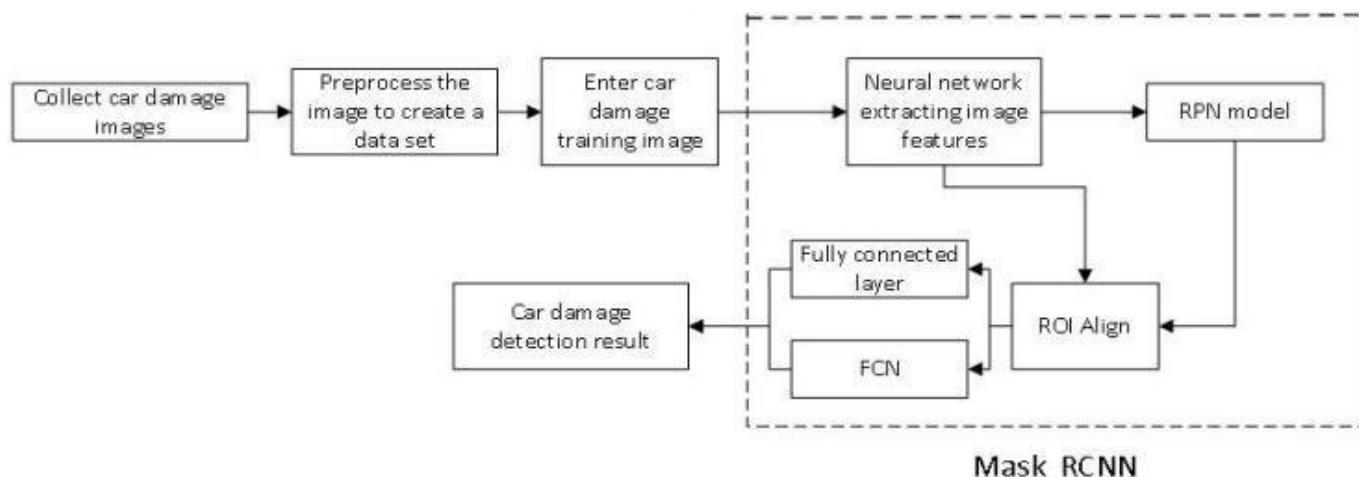


Рис. 1. Фреймворк системы обнаружения повреждений автомобилей

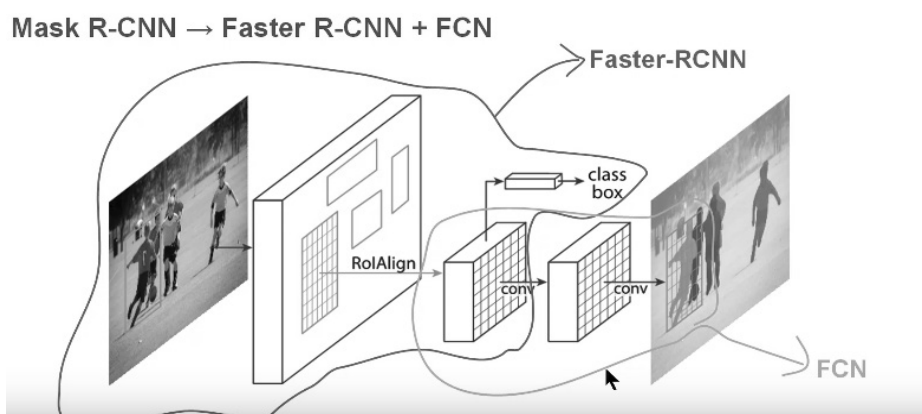


Рис. 2. Архитектура Mask R-CNN

ускоряет обучение нейронной сети с использованием остаточного модуля и интегрируется с моделью обнаружения объекта Mask R-CNN [6] [9] [10] для реализации обнаружения и сегментации объектов, тем самым значительно улучшая точность определения модели. Mask R-CNN-первая модель глубокого обучения, объединяющая определение объекта и сегментацию в единую сеть [7]. По сравнению с традиционным методом обнаружения объекта, модель обнаружения объекта Mask R-CNN не только значительно повышает точность обнаружения, но и обладает большими преимуществами при обнаружении небольших объектов.

В статье используется алгоритм Mask R — CNN для выявления и сегментации зон повреждения автомобилей в дорожно-транспортных происшествиях. Это имеет очень важное исследовательское значение и широко используется в области транспортировки. В этой статье структура линии модели будет улучшена путем кор-

ректировки внутренней структуры, повышения способности к обобщению и коррекции функции потери для повышения точности повреждения транспортного средства, чтобы уменьшить количество слоев в остаточной сети и усилить регуляцию модели. В результате проекта будет предложена улучшенная модель Mask R-CNN, применимая к области обнаружения поврежденных автомобилей и на ее основе предназначенная для обнаружения и разделения поврежденной части транспортного средства в результате аварии.

Система обнаружения и сегментации повреждений транспортных средств на основе разработанной в данной статье модели Mask R-CNN представлена на рисунке 1.

На рисунке видно, что изображение поврежденной части автомобиля подобрано и собрано в соответствии с требованиями. Данные передаются в Mask R-CNN для

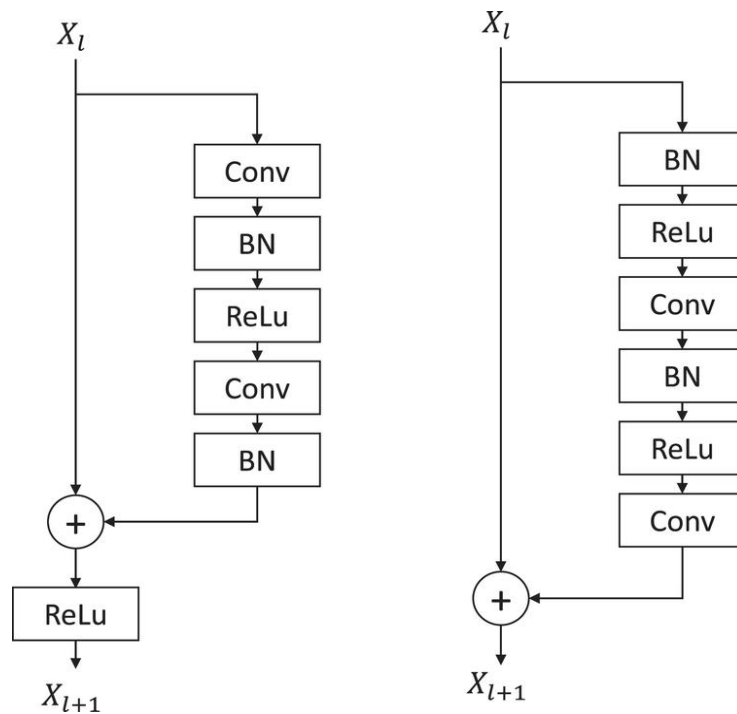


Рис. 3. Структура ResNet и улучшенная структура ResNetV2

получения признаков, прогнозирования классификации и маскировки сегментации, и отображается результат обнаружения повреждения автомобиля.

Алгоритм Mask R-CNN

Mask R-CNN-это усовершенствованная структура сегментирования объектов с помощью Faster RCNN. Он делится на два этапа: первый этап сканирует изображение и делает предложение, а второй этап классифицирует предложение и создает ограничительную рамку и маску. Блок-схема сетевой структуры алгоритма Mask R-CNN представлена на рисунке 2.

Схема алгоритма Mask R-CNN выглядит следующим образом.

1. Введите редактируемое изображение в заранее подготовленную сетевую модель ResNet50 + FPN, извлеките метки и получите соответствующие карты символов.
2. Эта карта описания использует классификатор softmax для выполнения предыдущей и фоновой двоичной классификации с использованием регрессии кадров для получения более точного кандидата, который получает много кадров-кандидатов (т.е. область интересов или ROI) через RPN.
3. Карта функции и последняя область оставшегося интереса передаются на слой RoIAlign, таким

образом, каждая область интереса создает карту объектов заданного размера.

4. Наконец, поток проходит через две ветви: одна ветвь входит в полностью связанный слой для классификации объектов и регрессии кадра, а другая входит в полную сверточную сеть (FCN) для сегментации пикселей.

Увеличение структуры магистральной сети

Как правило, сеть поддержки Mask R-CNN использует ResNet101; то есть количество уровней сети равно 101, но слишком много уровней значительно снижает скорость сетевой структуры. Степень повреждения автомобилей, изученных в этой статье, относительно проста, а требования к линейному уровню ниже. Таким образом, мы использовали ResNet50 для дальнейшего увеличения скорости алгоритма.

Поскольку размер транспортного повреждения на изображениях различен, только одна сверточная нейронная сеть не может хорошо воспроизводить все атрибуты изображения. Поэтому в этой статье была использована структура ствола ResNet50 и сеть пирамидальных функций FPN. FPN [21] использует иерархию сверху вниз с боковыми связями от одномасштабных входов до построения пирамиды сетевых функций, что решает задачу получения целевых объектов на изображении.

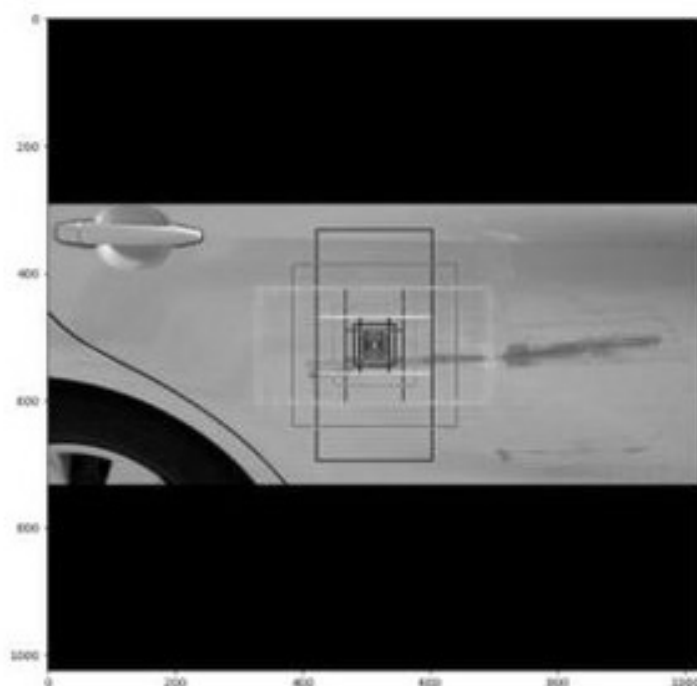


Рис. 4. Изображение, обработанное в модели RPN

жениях. Эта структура очень надежна и гибка и требует меньше настроек.

Совершенствование модели RPN

Этот раздел принимает структуру сети пирамид знаков и дает изображения различных размеров для создания объектов, которые соответствуют различным критериям. Мелкие элементы могут различать простые большие цели, в то время как более глубокие элементы могут различать маленькие цели.

RPN эквивалентен бесклассовому детектору объектов на основе раздвижного окна. Он основан на структуре сверточной нейронной сети. Сканирование подвижной рамы производит якоря из якорной рамы. Предлагаемая область может создавать множество якорей различных размеров и соотношений, и они перекрываются, чтобы охватить как можно больше изображений; размер предлагаемой области и предпочтительная область перекрытия (IOU) напрямую влияют на эффект классификации. Чтобы приспособиться к поврежденным участкам автомобиля, алгоритм регулирует масштаб точки привязки « $\{32 \times 32, 64 \times 64, 128 \times 128, 256 \times 256, 512 \times 512\}$ », а соотношение точек привязки изменяется, как показано на рисунке 4{1: 2,1: 1,3: 1}. Под IoU мы подразумеваем заранее предсказанную крышку коробки и фактическую коробку, значение которой равно пересечению двух коробок,

разделенных на объединение двух коробок. В этой статье значение IoU устанавливается на 0,8; то есть, когда соответствующая рамка якоря и фактическая целевая область больше 0,8, на переднем плане; когда коэффициент перекрытия меньше 0,2, это фон; между двумя значениями он удаляется. Усовершенствованный RPN дает меньший ROI, что, в свою очередь, повышает эффективность модели, уменьшает объем вычислений, экономит время.

RoIAlign модели

В сетевой структуре Mask RCNN ветка маски должна определить, является ли данный пиксель частью цели, и точность должна быть на уровне пикселей. После того, как исходное изображение было сильно упаковано и объединено, размер изображения изменился. Когда сегментация на уровне пикселей выполняется непосредственно, невозможно точно расположить целевой объект изображения, поэтому Mask RCNN Faster улучшается на основе RCNN, а слой RoI Pooling заменяется слоем выравнивания интересующей области (RoIAlign). Метод билинейной интерполяции [23] сохраняет пространственную информацию на карте функций, что часто решает ошибку, вызванную двумя квантованиями карты функций на слое интеграции RoI, и решает проблему регионального несоответствия объекта изображения. Таким образом, можно добиться сегментации детектирования на уровне пикселей.

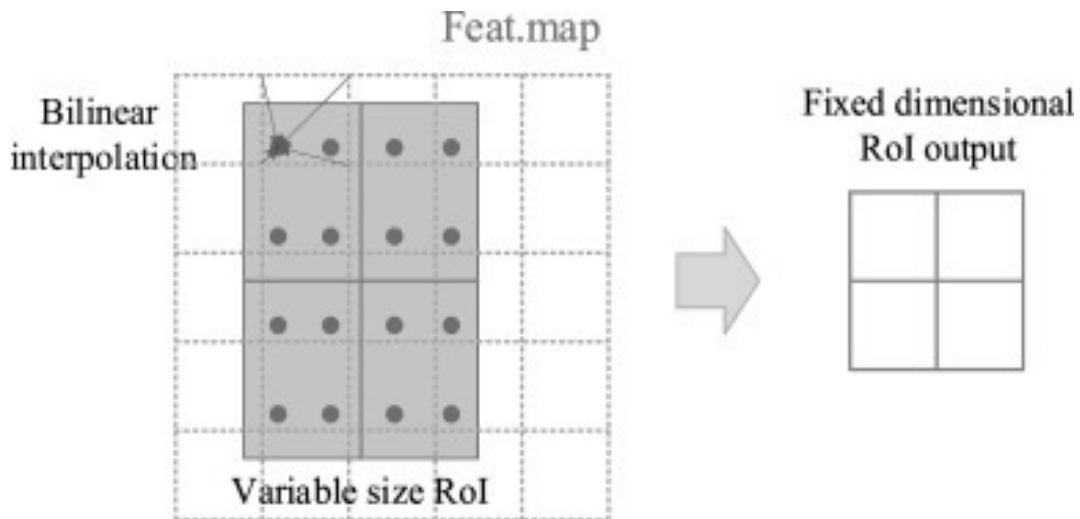


Рис. 5. Схема RoIAlign

Слой выравнивания интересующей области RoIAlign отличается от объединения ROI тем, что он удаляет операцию квантования и не пересчитывает область интереса и границы единицы, а использует нелинейную интерполяцию для вычисления фактического местоположения точек выборки в каждой единице с сохранением десятичного числа, а затем использует максимальное или среднее объединяющее действие для получения последнего фиксированного значения ROI. Как показано на рисунке 5, синяя пунктирная линия представляет собой карту знаков 5 × 5 после сборки, сплошная линия представляет собой небольшой блок знаков, соответствующий интересующей области на карте знаков, в то время как RoIAlign сохраняет границы числа с плавающей точкой без квантования. Сначала блок меньшего знака делится на блоки 2 × 2 (каждая граница блока не считается), а затем делится на четыре меньших блока в каждом блоке; центральная точка воспринимается как синяя точка на рисунке как четыре координаты. Затем значения четырех позиций вычисляются путем нелинейной интерполяции и, наконец, создается максимальная или средняя единица операций для получения карты характеристик 2 × 2.

Улучшение затрат

Многофункциональная функция потерь Mask RCNN:

$$L = L_{cls} + L_{box} + L_{Mask} \tag{1}$$

Приведенное выше уравнение аналогично функции потерь в модели Faster R-CNN, которая представляет соответственно ошибку классификации и ошибку определения. Ветка маски и ветка прогнозирования класса являются отдельными, тогда как ветка классификации

бинарной маски прогнозируется индивидуально для каждой категории, не полагаясь на результаты прогнозирования. Faster R-функция потерь CNN:

$$L(\{p_i\}, \{t_i\}) = \frac{1}{N_{cls}} \sum_i L_{cls}(p_i, p_i^*) + \lambda \frac{1}{N_{reg}} \sum_i p_i^* L_{reg}(t_i, t_i^*) \tag{2}$$

В приведенной выше формуле i — индекс бокса якоря в небольшой партии; N_{cls} и N_{reg} указывают количество уровней классификации и уровней регрессии соответственно; P_i — прогнозируемое значение того, является ли i связывание объектом; P_i^* равен 0, если блок привязки отрицательный, а блок привязки положительный, равен 1; t_i указывает 4 параметризованные координаты окна кандидата на предсказание; t_i^* относится к 4 параметризованным координатам области действительного значения; L_{cls} и L_{reg} означают соответственно потерю классификации и потерю регрессии. λ — это коэффициент равновесия, используемый для управления соотношением двух функций потерь.

Faster RCNN вводит контрольный баланс гиперпараметра $\lambda = 10$ между потерей классификации и потерей регрессии, в то время как крупномасштабная цель и меньшая цель разделяют этот единственный параметр.

В Mask RCNN функция ошибки пункта прогнозирования класса может быть вычислена по формуле:

$$L(p, u, t^u, v) = L_{cls}(p, u) + \lambda[u \geq 1]L_{loc}(t^u, v) \tag{3}$$



Car Damage Images

Рис. 6. Набор данных

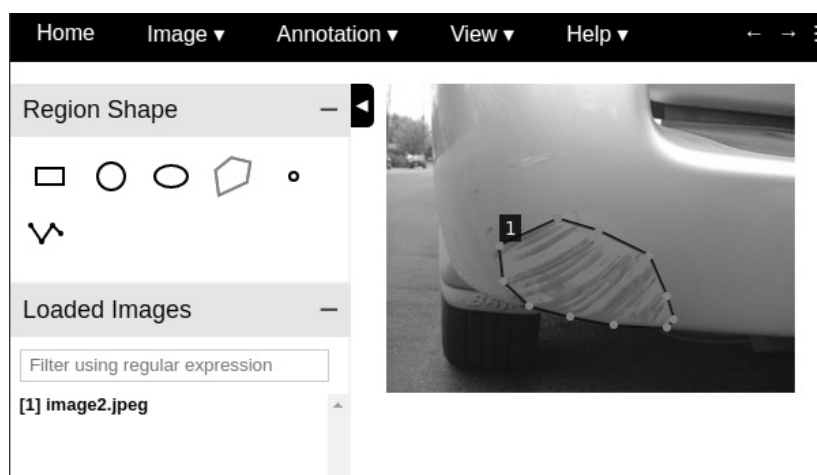


Рис. 7. VGG image Annotator — инструмент аннотатора V 1.0.6

где p — предполагаемый класс, u — класс GT, t^u — предполагаемая ограничительная рамка для класса u , v — ограничительная рамка GT.

Если гиперпараметр $\lambda = 10$ все еще вводится в Mask R-CNN, это вызывает явление. В основной элемент вводится семантическая информация высокого уровня. Маленькая цель имеет четкие точки подъема, тогда как более широкая цель не ясна. Дополнительная информация об основной функции вводится или поддерживается в функции более высокого уровня. Цель в больших масштабах имеет четкие точки подъема, в то время как

меньшая цель не ясна. Рамка большой цели на самом деле более точна, но отклонение позиции более важно, поэтому для позиционирования требуется хорошая информация, которая помогает улучшить большую цель на индикаторе карты. Возможное место для маленькой цели более точное. Тем не менее, оценка семантической информации относительно слаба, поэтому семантическая информация более высокого уровня необходима, чтобы помочь различию, которая может помочь улучшить меньшую цель в индексе карты. Таким образом, основное внимание уделяется оптимизации информации о местоположении для больших целей. Для

Таблица 1. Информация об экспериментальной среде

Имя атрибута	Значение атрибута
TensorFlow version	1.14.0
Keras version	2.2.5
Processor	Intell CoreI5-8300H CPU
Graphics	GeForceGTX 1080/Pcle/SSE2
Operating system version	Windows 10

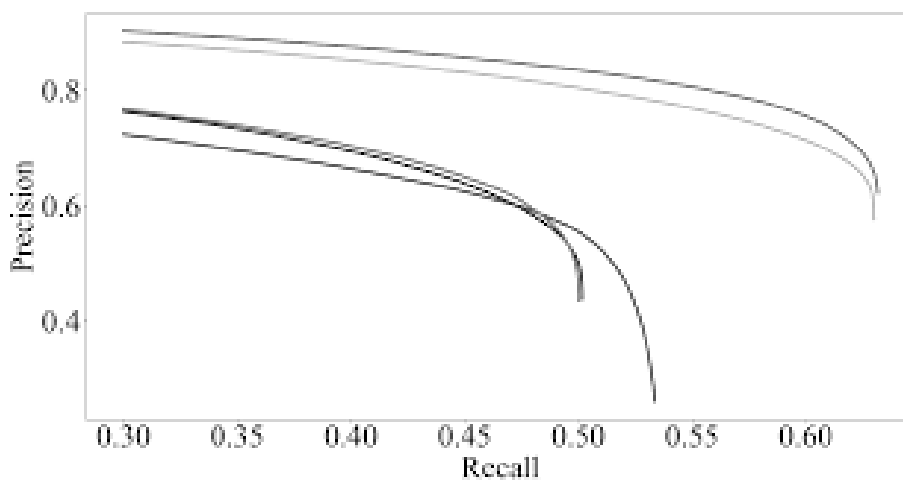


Рис. 8. Кривая P-R

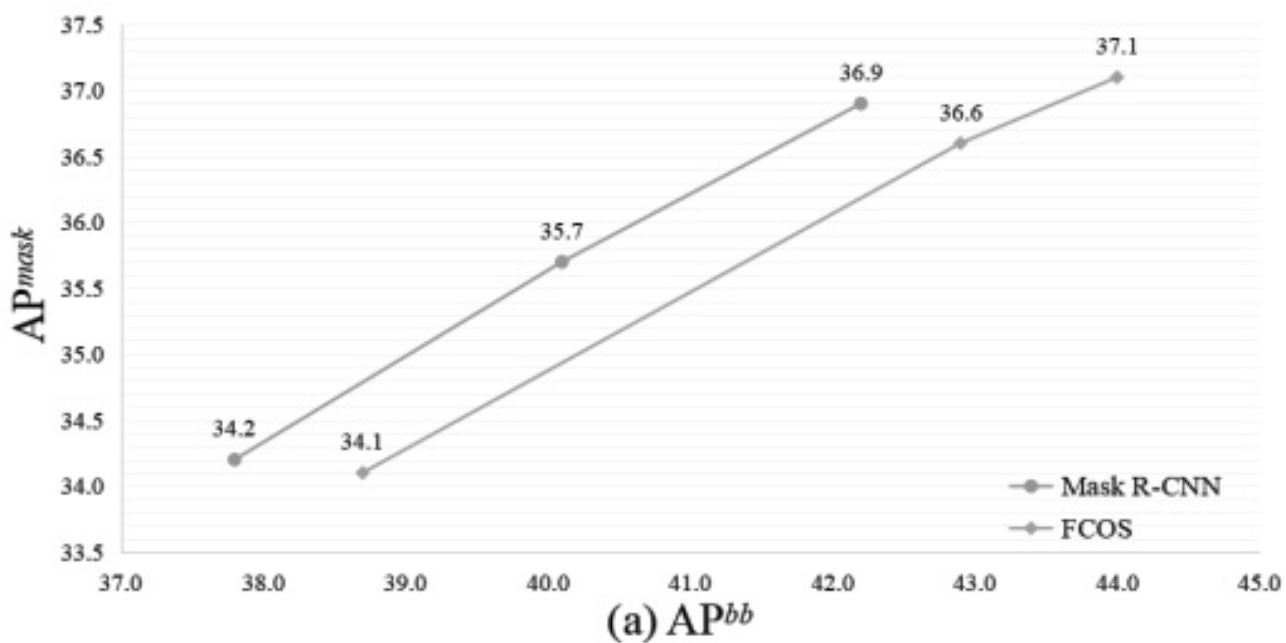


Рис. 9: значения AP двух алгоритмов

Таблица 2. Сравнение точности результатов испытаний

Алгоритм	Точность определения (%)	Точность Mask (MioU) (%)
Mask R-CNN	94.53	81.25
Улучшенный Mask R-CNN	96.68	83.14



Рис. 10. Результат обнаружения повреждений автомобиля на основе алгоритма Mask RCNN.



Рис. 11. Результат обнаружения повреждений автомобиля на основе улучшенного алгоритма Mask R-CNN.

небольших целей основное внимание уделяется оптимизации прогнозирования категорий. То есть для целей разного масштаба необходимо вводить в функцию потерь разные веса для повышения точности пунктов определения.

Сбор данных

Для этого проекта я собрал фотографию поврежденных автомобилей из Google.

Аннотирование данных

Модель Mask R-CNN требует аннотирования изображений и определения области повреждения. Поэтому я использовал VGG Image Annotator — инструмент аннотатора V 1.0.6.

В таблице 1 также приведены значения технологий, использованных в ходе проведения эксперимента.

Результаты научно-исследовательской работы

Для изучения эффективности определения усовершенствованного алгоритма в наборе данных о повреждениях автомобиля я сравнил его с расширенным алгоритмом обнаружения Mask R-CNN. На рисунке 8 показана кривая P-R, полученная с помощью двух алгоритмов. Затем область под кривой P-R получается интегрированием и получается средняя точность двух алгоритмов определения повреждений автомобиля, т.е. значение AP и результат показаны на рис. 9.

На рисунках 9 и 10 видно, что улучшенный алгоритм Mask R-CNN значительно улучшил характеристики обнаружения по сравнению с алгоритмом Mask R-CNN. Как видно из рисунка 10, значение маски Mask R-CNN равно 0,75, а значение AP улучшенного алгоритма обнаружения равно 0,83, что на 0,08 выше значения Mask R-CNN расширенного алгоритма обнаружения цели.

Как видно из таблицы 2, улучшенный по сравнению с Mask R-CNN Mask R — CNN увеличил точность определения на 2,15%, точность маски-на 1,89%. Усовершенствованный алгоритм не только улучшает точность, но и ускоряет скорость обнаружения, обладает хорошими эксплуатационными преимуществами и позволяет увидеть, что на поврежденном участке автомобиля могут быть применены более высокие результаты.

Сравнивая рисунок 10, рисунок 11 и таблицу 2, улучшенный Mask R-CNN показал улучшение детализации и низкой точности в недостающих местах. Таким образом, усовершенствованный алгоритм показал высокую надежность и адаптивность к обнаружению повреждений транспортных средств. Но для того, чтобы усовершенствованный Mask R-CNN обладал более высокой производительностью, необходимо: увеличить

объем набора данных, собрать больше изображений поврежденных автомобилей в различных погодных условиях и на разных уровнях освещенности, улучшить данные, улучшить изображение контуров кромок и более точное отображение поврежденных участков автомобиля.

Заключение

В работе, описанной в этой статье, я думаю, что алгоритм обнаружения Mask R-CNN, основанный на глубоком обучении обнаружению повреждений транспортных средств, станет незаменимой системой для решения проблемы страховых компаний в дорожно-транспортных происшествиях. После тестирования и усовершенствования, транспортировка является рекомендуемым методом обнаружения повреждений транспортных средств, основанным на методе обучения, и представляет собой усовершенствованную систему на основе Mask R-CNN. Модель показала хорошие результаты обнаружения в различных сценариях. Независимо от силы света, поврежденного участка нескольких автомобилей или слишком высоких воздействий, эффект соответствия лучше и более надежен. Несмотря на то, что в этой статье принят надежный алгоритм Mask R-CNN, который улучшает исходный алгоритм и дает отличные экспериментальные результаты, некоторые аспекты еще не изучены. Например, точность обнаружения очень высока, но сегментация части маски не может быть полностью правильной, и некоторые области, где повреждение не является очевидным, не могут быть сегментированы. В будущем он может быть предназначен для сбора большего количества изображений поврежденных автомобилей в различных погодных условиях и при различных уровнях освещения, улучшения данных, расширения данных для улучшения краев изображений и маскировки поврежденных участков автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation // in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit, 2014. — № 1 pp. 580–587.
2. R. Girshick Fast R-CNN // in Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis. (ICCV), 2015. pp. 1440–1448.
3. S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun Faster R-CNN: Towards realtime object detection with region proposal networks // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell, 2017. — № 6 pp. 1137–1149. doi: 10.1109/tpami.2016.2577031.
4. W. Liu, D. Anguelov, and D. Erhan SSD: Single shot multibox detector // in Proc. IEEE Eur. Conf. Comput. Vision, 2016. pp. 21–37.
5. K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun Deep residual learning for image Recognition // in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), 2016. pp. 770–778.
6. K. He, G. Gkioxari, P. Dollar, and R. Girshick Mask RCNN // in Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis. (ICCV), 2017. pp. 2980–2988.
7. N. Kumar and R. Verma A multi-organ nucleus segmentation challenge // IEEE Trans. Med. Imag, 2019. — № 1 pp. 34–39. doi: 10.1109/TMI.2019.2947628.
8. G. Han, J. Su, and C. Zhang A method based on multi-convolution layers joint and generative adversarial networks for vehicle detection // in Proc. KSII Trans. Internet Inf. Syst, 2019. pp. 1795–1811.
9. Y. Yu, K. Zhang, L. Yang, and D. Zhang Fruit detection for strawberry harvesting robot in non-structural environment based on mask-RCNN // Comput. Electron. Agricult, 2019. № 104846.

10. Y. Liu, P. Zhang, Q. Song, A. Li, P. Zhang, and Z. Gui Automatic segmentation of cervical nuclei based on deep learning and a conditional random field // IEEE Access, 2018. pp. 53709–53721.
11. I.F. Suvorov, B.B. Utegulov, A.B. Utegulov, A.B. Uakhitova Development of methods for determining the capacitive insulation conduction in three-phase networks with isolated midpoint neutral conductor with voltage up to 1000v // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, 2015. — № 4 (87). С. 98–101
12. Мусалимов Т.К., Ахметов Е.С., Анисимова Л.Н. Использование современных инновационных технологий обучения в профессионально-графической подготовке бакалавра // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный), 2017. — № 4 (95) С. 101–108
13. S.V. Fedorova B.B. Utegulov, A.B. Utegulov, I.V. Koshkin Development of the arc-suppression coil control method for capacitive current compensation in the network of voltage 6–10 kv // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный), 2018. — № 4 (99) P. 144–154
14. Nukeshev S., Lichman G., Lichman A. Information technologies in precision agriculture // Вестник науки Казахского агротехнического университета им.С.Сейфуллина (междисциплинарный), 2015. — № 1 (84) С. 216–220
15. Кожажулов Е.Т. Фазово-управляемые колебания нейронных сетей: Сборник тезисов Международной конференции студентов и молодых ученых, Мир науки. — Алматы, 2012. С. 191.
16. B. Amirgaliyev, P. Kupagulova, C. Kenshimov Pedestrian detection algorithm for overlapping and non-overlapping conditions: в 12-th international conference on electronics computer and computation, ICECCO, Almaty, 2015.

© Арысбек Алымхан Болатханович (arysbek.alymkhan@mail.ru),

Сапарходжаев Нурбек Пажарбекович (nurbek.saparkhojayev@ayu.edu.kz), Абдрахманов Рустам Бахтиерович (a.rustam.a@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБХОДА ЗАЩИТЫ ВЕБ-САЙТОВ ОТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ

Бабарицкий Павел Александрович

Аспирант, ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский университет ИТМО»
redbear95@gmail.com

ANALYSIS OF METHODS TO BYPASS DATA EXTRACTION PROTECTION OF WEBSITES

P. Babaritsky

Summary. This article is devoted to the study and analysis of methods for bypassing the protection of sites based on web technologies from data extraction. At the same time, the main goal of the article is to analyze methods for bypassing the protection of web resources from unauthorized access from the point of view of mathematical models and their algorithmic representation. As part of the study, we propose our own system for analyzing technologies for bypassing site protection. The developed system is based on a set of criteria-signs, on the basis of the analysis of which it becomes possible to comprehensively evaluate algorithms for bypassing the protection of web resources in terms of efficiency, danger level and other characteristic parameters. The scientific novelty of the work is determined by considering the problem of analyzing methods for bypassing the protection of sites precisely at the model level, and not at the technology level. Practical usefulness lies in the effectiveness of the proposed analysis system, as well as in the results of the study, which can later be used in practice to improve methods of protecting websites from unauthorized data extraction.

Keywords: data extraction, websites, the bypass protection, analysis, vulnerabilities.

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию и анализу методов обхода защиты сайтов на основе веб-технологий от извлечения данных. При этом основной целью статьи является анализ методик обхода защиты веб-ресурсов от несанкционированного доступа с точки зрения математических моделей и их алгоритмического представления. В рамках проведенного исследования предлагается собственная система анализа технологий обхода защиты сайтов. Разработанная система основана на совокупности критериев-признаков, на основе анализа которых становится возможной комплексная оценка алгоритмов обхода защиты веб-ресурсов с точки зрения эффективности, уровня опасности и прочих характеристических параметров. Научная новизна работы определяется рассмотрением проблемы анализа методов обхода защиты сайтов именно на уровне модели, а не на уровне технологий. Практическая полезность заключается в эффективности предложенной системы анализа, а также в полученных результатах исследования, которые в дальнейшем могут быть использованы на практике для совершенствования методов защиты веб-сайтов от несанкционированного извлечения данных.

Ключевые слова: извлечение данных, веб-сайты, обход защиты, анализ, уязвимости.

Введение

Сохранение конфиденциальности данных в сети является определяющим требованием качества системы безопасности веб-ресурса. Можно привести большое количество примеров операций на сайтах в сети Интернет, в процессе выполнения которых решение вопроса защиты данных от несанкционированного извлечения становится неотъемлемой задачей (онлайн-покупки, банковские переводы, хранение конфиденциальных данных сотрудников, хранение корпоративных данных организации и прочие).

В данной статье выполняется комплексный анализ методов обхода защиты веб-сайтов от несанкционированного извлечения конфиденциальных данных. Сегодня такие методы активно совершенствуются злоумышленниками, следовательно, задачу совершенствования технологий противодействия подобным мето-

дикам следует охарактеризовать как весьма значимую и актуальную. Важной информацией для задач совершенствования методов защиты сайтов будут являться результаты исчерпывающего анализа методов обхода защиты сайтов. Для наибольшей информативности, эффективности и практической полезности полученных результатов, предлагается провести исследование не на уровне внешнего исполнения (уровень технологии), а на уровне математических закономерностей и принципов работы алгоритмов (уровень модели) злонамеренных методов несанкционированного извлечения данных.

Разработка системы анализа методов обхода защиты веб-сайтов от извлечения данных

В рамках задачи разработки системы анализа методов обхода защиты веб-ресурсов было принято во вни-



Рис. 1. Схема целевых критериев анализа с описанием

мание требование к проработке исследования методов с точки зрения моделей, а не технологий. Таким образом, предложенная система анализа должна быть ориентирована специальным образом не на оценку результатов реализации той или иной технологии обхода защиты (задействованный инструментарий, выполняемые злоумышленником операции и т.д.), на оценку тех характеристических критериев, которые могут быть справедливы для внутренних механизмов метода (математические концепции, модели, алгоритмы и т.д.).

Также в процессе разработки системы анализа была принята в различность технического воплощения методов обхода защиты. Так, например, метод обхода аутентификации на веб-ресурсе и метод обхода защиты на основе визуального ввода (так называемая, CAPTCHA) будут иметь отличающуюся техническую специфику: первый случай будет из области криптографии и шифрования данных, когда заданный пароль может быть установлен злоумышленником с помощью стандартной операции автоматического подбора (перебора); вторая ситуация с обходом CAPTCHA будет относиться к области распознавания образов — в этом случае недоброжелатель может использовать, напри-

мер, нейронную сеть, которая ориентирована на распознавание символов (ныне существует множество разнообразных готовых библиотек, натренированных на большой выборке данных).

В связи с вышеперечисленными факторами для анализа методов обхода защиты не могут быть избраны стандартные для оценки алгоритмов целевые критерии, поскольку, в этом случае различность технических моделей методов снизит объективность результатов анализа. Необходимо подобрать целевые признаки для анализа таким образом, чтобы была возможность оценить модели разной технической организации из различных предметных областей с минимальным влиянием на объективность полученных результатов исследования. Иллюстрация 1 демонстрирует схему целевых критериев, избранных для анализа методов обхода защиты веб-ресурсов от несанкционированного извлечения данных, с их детальным описанием.

Предполагается, что для каждого метода по каждой целевой характеристике будет в процессе непосредственного исследования экспертом будет выставлена соответствующая оценка от одного до пяти баллов,

где «1» — критерий абсолютно не удовлетворяется, «5» — критерий полностью удовлетворяется. Целью анализа является выявление наиболее мощного и лучшего метода обхода защиты сайтов с точки зрения злоумышленника. Таким образом, наилучший метод для недоброжелателя будет для специалиста по информационной безопасности тем методом, которого следует опасаться более остальных.

В рамках дальнейших мероприятий по анализу методов обхода защиты веб-сайтов от несанкционированного доступа планируется:

- ◆ дать подробное описание каждому из рассматриваемых методов;
- ◆ провести анализ с выставлением экспертных оценок по целевым характеристикам (см. рисунок 1);
- ◆ задокументировать выводы по результатам анализа в виде сравнительной таблицы, дать экспертное заключение.

Описание целевых методов и проведение анализа

Очевидно, что методы обхода имеют непосредственную связь с технологиями, посредством которых организована защита веб-сайта. Глобально рассматриваемые методы обхода могут разделены на три группы:

1. Методы обхода аутентификации (authentication bypass) — критическая уязвимость, характерная максимальным уровнем влияния с точки зрения информационной безопасности.
2. Методы обхода SSL — данная группа методов ориентирована на перехват конфиденциального трафика, передача которого организована на основе криптографического протокола SSL (Secure Socket Layer) для обеспечения безопасного соединения.
3. Методы обхода CAPTCHA — группа методов, направленных на взлом защиты, организованной посредством сокрытия содержимого в нетекстовых элементах. Примером CAPTCHA может быть принуждение пользователя к распознаванию изображений с определенными объектами, либо решение математического примера, представленного на картинке.

Совокупность методов каждой группы может быть представлена с точки зрения механизмов исполнения и алгоритмов функционирования.

Далее выполняется анализ условно определенных моделей обхода защиты веб-ресурсов. Относительно каждой из моделей приводится описание сильных и слабых сторон с учетом целевых критериев, опреде-

ленных в рамках мероприятий по разработке системы анализа.

Встраивание и выполнение произвольного кода в исходный контекст

Практическими примерами данной модели могут быть SQL-инъекции и XPath-инъекции, реализация которых заканчивается успешным взломом веб-ресурса в 99% случаев [1]. Об эффективности модели свидетельствует статус критической уязвимости с максимальным уровнем угрозы, присвоенный модели специалистами по организации информационной безопасности (максимальная угроза класса A1 по классификации OWASP [2]). Для практической реализации модели достаточно знать логику выполнения запросов или специфику структуры XML-файлов в случае с XPath-инъекцией.

При большой эффективности практическое воплощение модели не требует каких-либо финансовых затрат или использование нагруженной программно-аппаратной архитектуры. При наличии информации об используемой базе данных и хороших познаний в SQL/XML инъекция может быть реализована в относительно сжатые сроки.

Использование готового специализированного программного обеспечения

Для достижения злонамеренных целей — примерами специализированного ПО могут быть реверс-прокси «Modlishka» [3] для обхода двухфакторной аутентификации с генерацией собственного подменного сертификата, а также фреймворк «Frida», позволяющий организовать перехват мобильного SSL-трафика [4]. Использование готового программного обеспечения в злонамеренных целях существенно ускоряет реализацию мероприятий по взлому за счет готовых компонентов и возможности их быстрой настройки (например, злоумышленнику не нужно писать прокси и с нуля настраивать поддельный сертификат, если используется «Modlishka»). При использовании готового ПО следует учитывать требования к программно-аппаратной архитектуре такого специализированного ПО, а также условия использования (большинство подобных продуктов являются платными).

Реализация атак на основе злонамеренных криптоалгоритмов

В эту категорию относятся криптографические модели обхода безопасного соединения на основе SSL. В качестве примеров воплощения таких атак следует

```

// Исходный запрос на аутентификацию
mysql_query('SELECT id, login FROM users WHERE login = '' .
$password . '' and password = hash('' . $password . '')');
// Вместо ввода логина передаем специальную строку "OR 1=1;
--", воплощая SQL-инъекцию
SELECT id, login FROM users WHERE login = ";" OR 1=1 LIMIT
0,1; - and password = hash(;"Some password")];

```

Рис. 2. Пример реализации SQL-инъекции

отметить «BEAST» [5] и «RC4» [6], которые в основе своей криптоаналитической модели используют уязвимости SSL и методики перебора для дешифровки трафика, паролей и прочей конфиденциальной информации. Модели на основе криптоалгоритмов предъявляют жесткие требования к аппаратной архитектуре, ввиду необходимости выполнения большого количества операций дешифровки символов. Так, например, прогон колоссального объема данных через шифр для инициализации атаки с помощью «RC4» может занимать более 32 часов [6]. Также следует отметить высокую сложность практической реализации с точки зрения криптоаналитики.

Написание собственных вредоносных программных модулей и инструкций

В эту категорию моделей можно отнести веб-роботов для автоматизированного сбора данных пользовательского ввода с целью дальнейшей организации базы знаний для взлома защиты на основе CAPTCHA. Также следует отметить алгоритмы на основе наиболее продвинутых технологий, например, модули распознавания символов на основе нейросетей глубокого обучения [7, 8]. Для данных моделей следует отметить высокую эффективность и возможность быстрого получения первых результатов за счет наличия готовых библиотек и наборов обучения нейросетей (так называемых датасетов) и многочисленных обучающих материалов. Более высокая точность и эффективность конечных результатов потребует наиболее глубокого обучения сети для распознавания символов, а также мощную аппаратно-вычислительную инфраструктуру [9].

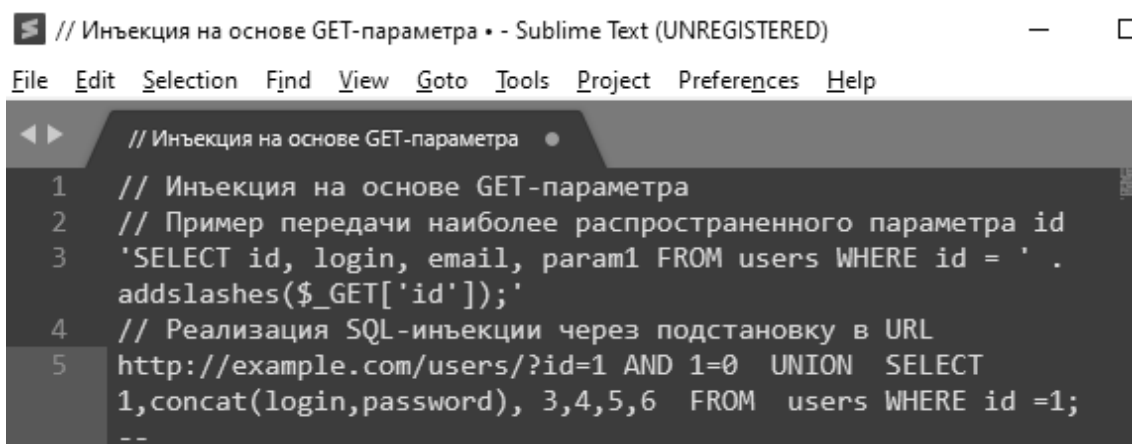
Документирование и анализ результатов исследования

В процессе выполнения практической части исследования были реализованы два алгоритма, имитирующих атаку с целью извлечения данных, а также два алгоритма защиты противодействующих двум атакующим алгоритмам.

В некоторых ситуациях извлечение данных может выполняться с целью доступа к конфиденциальным данным web-сервиса. Примером таких данных могут быть логины и пароли для учетных записей зарегистрированных пользователей того или иного web-ресурса. Подавляющее большинство сайтов для обработки, хранения и прочих операций с пользовательскими данными использует возможности СУБД. Наиболее распространенным вариантом являются СУБД на основе реляционной модели, поддерживающей язык SQL-запросов. В связи с этим обстоятельством было принято решение реализовать алгоритмы двух альтернативных моделей извлечения данных: SQL-инъекцию и XPath-инъекцию, где, вместо запросов для хранения данных используется синтаксис на основе языка разметки XML [10, 11].

На рисунках 2 и 3 представлены реализованные примеры SQL-инъекций для извлечения конфиденциальных данных с сайта. В инструменте реализации использован наиболее часто встречающийся язык PHP.

В данном примере в исходном запросе отсутствует проверка на ввод некорректных данных. Таким образом, значения передаются из полей ввода формы не-



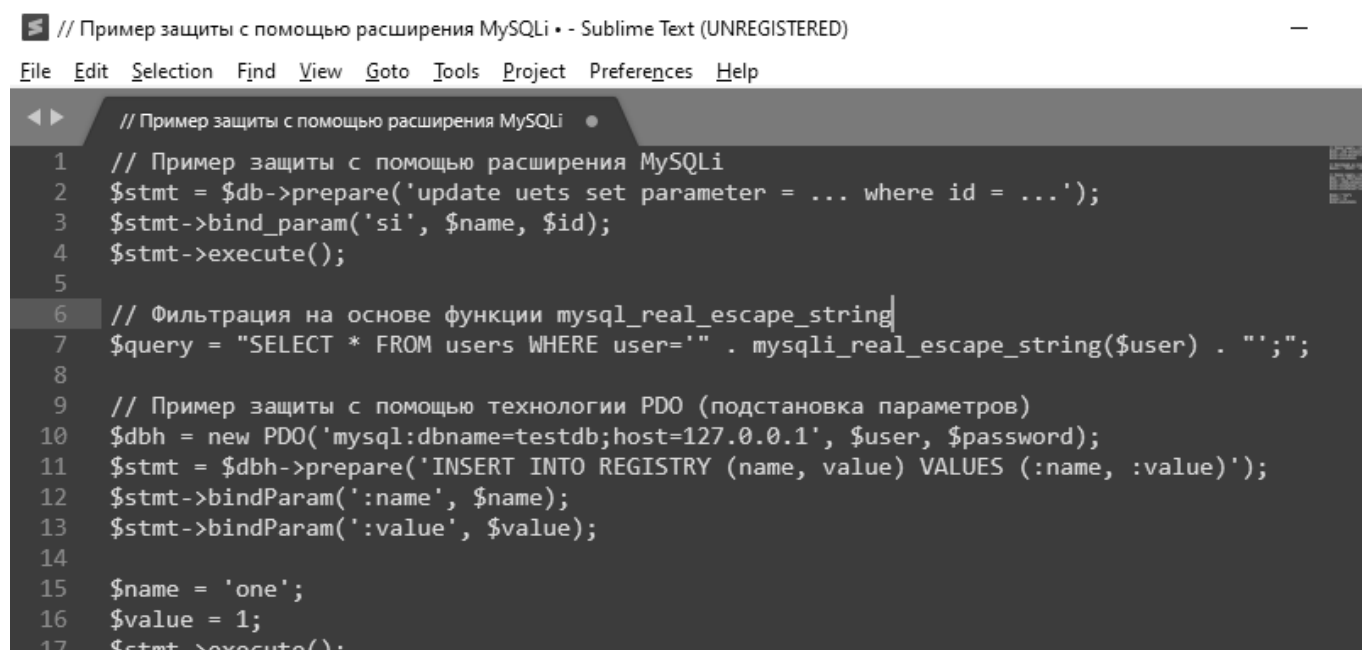
```

// Инъекция на основе GET-параметра • - Sublime Text (UNREGISTERED)
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help

// Инъекция на основе GET-параметра
1 // Инъекция на основе GET-параметра
2 // Пример передачи наиболее распространенного параметра id
3 'SELECT id, login, email, param1 FROM users WHERE id = ' .
  addslashes($_GET['id']);'
4 // Реализация SQL-инъекции через подстановку в URL
5 http://example.com/users/?id=1 AND 1=0 UNION SELECT
  1,concat(login,password), 3,4,5,6 FROM users WHERE id =1;
--

```

Рис. 3. Пример реализации SQL-инъекции



```

// Пример защиты с помощью расширения MySQLi • - Sublime Text (UNREGISTERED)
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help

// Пример защиты с помощью расширения MySQLi
1 // Пример защиты с помощью расширения MySQLi
2 $stmt = $db->prepare('update uets set parameter = ... where id = ...');
3 $stmt->bind_param('si', $name, $id);
4 $stmt->execute();
5
6 // Фильтрация на основе функции mysql_real_escape_string
7 $query = "SELECT * FROM users WHERE user='" . mysql_real_escape_string($user) . "'";
8
9 // Пример защиты с помощью технологии PDO (подстановка параметров)
10 $dbh = new PDO('mysql:dbname=testdb;host=127.0.0.1', $user, $password);
11 $stmt = $dbh->prepare('INSERT INTO REGISTRY (name, value) VALUES (:name, :value)');
12 $stmt->bindParam(':name', $name);
13 $stmt->bindParam(':value', $value);
14
15 $name = 'one';
16 $value = 1;
17 $stmt->execute();

```

Рис. 4. Пример реализации методик защиты от SQL-инъекций

посредственно в SQL-запрос. В данном случае встраивание строки «OR1=1; —» будет инициировать попытку входа в качестве первого пользователя базы данных, это, как правило, запись администратора. При благополучном воплощении инъекции запрос вернет данные первого пользователя базы данных и, даже, в некоторых случаях, сразу войдет в систему. Так, незарегистрированный пользователь может получить привилегии и доступ к данным в качестве легитимного пользователя web-ресурса и даже администратора.

Приведенная инъекция основана на злоупотреблении потребностью в передаче наиболее часто-

го параметра «id». Сильной стороной данного типа инъекции является возможность использования вне зависимости от вида URL. Благополучная реализация такого запроса-инъекции вернет в ответе набор типа «prepared data», в котором будет id, логин, хеш пароля и ряд других параметров. С помощью специализированных программ хеш пароля может быть дешифрован и использован для несанкционированной аутентификации на web-ресурсе с целью извлечения данных.

На рисунке 4 представлены примеры реализации защиты от приведенных SQL-инъекций. В частности,

```

String username = req.getParameter("username");
1 String username = req.getParameter("username");
2
3 String password = req.getParameter("password");
4 XPathFactory factory = XPathFactory.newInstance();
5
6 Xpath xpath = factory.newXPath();
7 File file = new File("/usr/webappdata/users.xml");
8
9 InputSource src = new InputSource(new FileInputStream(file));
10 XPathExpression expr = xpath.compile("//users[username/text()=' " +
11 username + " ' and password/text()=' " + password + ' ']/id/text()');
12
13 String id = expr.evaluate(src);

```

Рис. 5. Запрос аутентификации

```

// Запрос получения ID, привязанного к логину и па
1 // Запрос получения ID, привязанного к логину и паролю
2 users[username/text()='admin' and password/text()='admpass'] /id/text()
3
4 // Реализация XPath-инъекции
5 users[username/text()='admin' and password/text()=' ' or '1'='1'
6 ]/id/text()

```

Рис. 6. Исходный запрос и основанная на нем XPath-инъекция

это использование расширения MySQLi, в случае, когда работа с базой данных ведется посредством СУБД MySQL [12]. Настоящее расширение обеспечивает возможность работы со связанными параметрами, за счет чего исходный запрос становится единой конструкцией и исключает возможность встраивания стороннего контекста в виде инъекции.

Другой вариант защиты предполагает использование вместо уязвимой функции «addslashes()», которая не предусматривает большинство методик взлома, альтернативной более надежной функции «mysql_real_escape_string», обеспечивающей фильтрацию строковых параметров.

Третья тактика защиты предполагает использование технологии «PHP Data Objects (PDO) — специализированной прослойки для работы с объектами, делающей возможной подстановку параметров [13].

Все три представленные методики в комплексе могут быть использованы как полноценный алгоритм защиты от SQL-инъекций.

В случае XPath-инъекций код для извлечения данных встраивается в базу данных на языке XML [14, 15]. В рамках демонстрации алгоритма атаки на основе XPath-инъекции была реализована небольшая база данных на XML, содержащая в себе пользователей <user> с их <id>, <username> и <password>.

Для этой базы данных запрос, реализующий аутентификацию, может иметь вид, приведенный в листинге на рисунке 5.

Вид исходного запроса на получение ID легитимного пользователя и реализация XPath-инъекции на основе этого запроса приведены на рисунке 6.

Отсутствие проверки на корректность введенных данных позволяет применить встраиваемую конструкцию. В результате запрос вернет ID пользователя «admin» с пустым паролем ввиду истинности выражения «1=1».

В качестве практической реализации алгоритма защиты от XPath-инъекций предлагается комбинация методов, реализованных в листинге на рисунке 7.

Таблица 1. Результаты анализа алгоритмов извлечения данных web-ресурсов и алгоритмов защиты

Алгоритм /Критерий	SQL-инъекция	XPath-инъекция	Защита от SQL-инъекции	Защита от XPath-инъекции
Простота реализации	5	5	5	5
Скорость реализации	5	5	5	5
Эффективность	5	4	3	3
Сложность архитектуры	4	3	4	3
Стоимость реализации	5	5	5	5
Скорость работы алгоритма	4	4	3	4
Итого	28	26	25	25

```

// Экранирование контекста с ненадежными данными
1 // Экранирование контекста с ненадежными данными
2 String FindUserXPath;
3 FindUserXPath = "//Employee[UserName/text()=' + Request("Username").Replace("'",
  '&apos;') + "' And
4 Password/text()=' + Request("Password").Replace("'", "&apos;") + "']";
5
6 // Использование параметризованного запроса
7 "users[LoginID/text()= $LoginID and passwd/text()= $password]"
    
```

Рис. 7. Методы защиты от XPath-инъекций

В случае, когда для завершения ненадежного ввода в динамическом запросе XPath используются кавычки, предлагается экранировать такое содержимое ненадежного ввода для предотвращения «утечки» ненадежных данных из цитируемого контекста.

Также предлагается использовать параметризованные конструкции, в рамках которых запросы предварительно скомпилированы и вводимые пользователем данные передаются как параметры, а не выражения.

По результатам анализа выполненных разработок алгоритмов атаки и защиты была сформирована итоговая таблица с оценками по каждому целевому критерию анализа

Заключение

По результатам проведенного исследования в полной мере были решены следующие задачи:

1. Разработка и описание собственной системы анализа методов обхода защиты веб-ресурсов.
2. Краткое описание и анализ целевых моделей обхода защиты веб-сайтов от несанкционированного извлечения данных.
3. Документирование результатов анализа методов обхода защиты сайтов.

Полученные результаты анализа позволяют оценить извлечение данных на основе SQL-инъекции как наиболее эффективный и опасный алгоритм атаки. XPath-инъекция также отмечается высоким уровнем эффективности, однако, немного уступает по общей эффективности и сложности архитектуры, поскольку архитектуры СУБД на основе SQL наиболее распространены и понятны. Алгоритмы защиты от реализованных алгоритмов атак показали аналогичные результаты по всем целевым критериям анализа.

Научная новизна работы определяется рассмотрением проблемы анализа методов обхода защиты сайтов именно на уровне модели, а не на уровне технологий.

Практическая полезность заключается в эффективности предложенной системы анализа, а также в полученных результатах исследования, которые в дальнейшем

могут быть использованы на практике для совершенствования методов защиты веб-сайтов от несанкционированного извлечения данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shoshitaishvili Yan, Ruoyu Wang, Christophe Hauser, Christopher Kruegel, and Giovanni Vigna. "Firmallice-automatic detection of authentication bypass vulnerabilities in binary firmware." In NDSS. 2015.
2. Poston Howard. "Mapping the OWASP Top Ten to Blockchain." *Procedia Computer Science* 177 (2020): 613–617.
3. Pillay Rishalin. *Learn Penetration Testing: Understand the art of penetration testing and develop your white hat hacker skills*. Packt Publishing Ltd, 2019.
4. D’Orazio Christian J. and Kim-Kwang Raymond Choo. "A technique to circumvent SSL/TLS validations on iOS devices." *Future Generation Computer Systems* 74 (2017): 366–374.
5. Meyer Christopher and Jörg Schwenk. "Lessons Learned From Previous SSL/TLS Attacks-A Brief Chronology Of Attacks And Weaknesses." *IACR Cryptol. ePrint Arch.* 2013 (2013): 49.
6. Weerasinghe T.D.B. and Chamara Disanayake. "Usage of RC4 cipher in SSL configurations in web portals of Sri Lankan banking/non-banking financial institutes and Awareness levels of relevant staff about it." In 2018 National Information Technology Conference (NITC), pp. 1–6. IEEE, 2018.
7. Brodić Darko, Alessia Amelio and Ivo R. Draganov. "Statistical analysis of dice captcha usability." *arXiv preprint arXiv:1706.10177* (2017).
8. Yan Jeff and Ahmad Salah El Ahmad. "Breaking visual captchas with naive pattern recognition algorithms." In *Twenty-Third Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC2007)*, pp. 279–291. IEEE, 2007.
9. Ursu Cristian. "Techniques for securing web content." *Journal of Mobile, Embedded and Distributed Systems* 4, no. 2 (2012): 63–79.
10. Kieyzun Adam, Philip J. Guo, Karthick Jayaraman, and Michael D. Ernst. "Automatic creation of SQL injection and cross-site scripting attacks." In *2009 IEEE 31st international conference on software engineering*, pp. 199–209. IEEE, 2009.
11. Clarke-Salt Justin. *SQL injection attacks and defense*. Elsevier, 2009.
12. Subagia A., 2016. *Membuat web dengan PHP 7 dan Database PDO MySQLi*. Elex Media Komputindo.
13. Tatroe Kevin and Peter MacIntyre. *Programming PHP: Creating Dynamic Web Pages*. O’Reilly Media, 2020.
14. Clincy Victor and Hossain Shahriar. "Web service injection attack detection." In *2017 12th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, pp. 173–178. IEEE, 2017.
15. Moul, Varsha R. and K.P. Jevitha. "Web services attacks and security-a systematic literature review." *Procedia Computer Science* 93 (2016): 870–877.

© Бабарицкий Павел Александрович (redbear95@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УЧЕТ ESG ФАКТОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

Барышева Александра Евгеньевна

Программист-аналитик, ООО «ЭКО — ТОМСК»
(Томск)

alexandramelnikk@mail.ru

ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE FACTORS AS A PART OF THE INVESTMENT STRATEGY

A. Barysheva

Summary. The paper provides an overview of methods for integrating environmental, social, and corporate governance (ESG) factors into the modern portfolio theory. According to the Global Alliance for Sustainable Investment (Global Sustainable Investment Alliance), the inclusion of ESG factors in the investment portfolio is the second most popular alternative investment strategy since 2018 [11, p. 10]. In the paper, we consider the main principles of ESG integration into an investment strategy, methods of obtaining ESG data, and show how to include ESG factors into the classic optimal Markowitz portfolio.

Keywords: Markowitz portfolio, environmental, social and governance factors, ESG, portfolio investment, alternative investment strategies.

Аннотация. В настоящей работе представлен обзор методов интеграции факторов экологического, социального и корпоративного управления (ESG) в структуру современной портфельной теории. Согласно Глобальному Альянсу за Устойчивые Инвестиции (Global Sustainable Investment Alliance), включение ESG факторов в инвестиционный портфель является второй по популярности альтернативной инвестиционной стратегией с 2018 года [11, с. 10]. В рамках работы рассмотрены основные принципы интеграции ESG в инвестиционную стратегию, способы получения данных ESG, а также на примере была показана интеграция ESG в классический оптимальный портфель Марковица.

Ключевые слова: портфель Марковица, факторы экологического, социального и корпоративного управления, ESG, портфельное инвестирование, альтернативные инвестиционные стратегии.

Основная инвестиционная характеристика, интересующая любого инвестора, — это соотношение риска и доходности портфеля. Нахождение баланса между этими показателями, в зависимости от индивидуальных инвестиционных целей, является основной задачей в теории управления инвестиционным портфелем, которая сводится к определению оптимальной пропорции долей распределения вкладываемой суммы между доступным набором фондовых активов.[31] Несмотря на то, что однозначного подхода к формированию оптимального портфеля в финансовой теории не существует [13], классической, в этом направлении, считается портфельная теория Гарри Марковица, опубликованная в 1952 году [5]. Опираясь на работы Х. Марковица, Дж.Л. Трейнора [28, 29], В.Ф. Шарпа [26], Дж. Линтнера [14] и Дж. Мосина [20], была представлена так называемая Модель ценообразования капитальных активов (сокращенно CAPM), которую можно использовать для связи ожидаемой доходности актива с присущим ему риском [12]. Последняя модель концентрируется на систематическом риске (риск, связанный с доходом от рынка в целом, который нельзя диверсифицировать), в то время как первая модель рассматривает несистематический или специфический риск (риск, уникальный для актива, который может быть диверсифицирован путем выбора портфеля из различных активов). В конце 1960-х

годов появились инвестиционные стратегии, которые использовали нетрадиционные факторы как часть процесса принятия решений. Наиболее популярными среди них являются стратегии, включающие:

- ◆ социально-ответственное инвестирование (SRI для краткости);
- ◆ учет факторов экологического, социального и корпоративного управления (далее ESG факторы);
- ◆ корпоративная социальная ответственность (CSR для краткости) [10].

По данным Глобального Альянса Устойчивых Инвестиций (GSIA для краткости), в 2018 году такие альтернативные инвестиционные стратегии составляли 30,7 триллионов долларов США на пяти основных рынках в начале 2018 года (рост на 34% за два года), как показано в таблице 1.

1. История появления ESG факторов

Термин ESG происходит от концепции Triple Bottom Line (TBL), также известной как Люди, Планета и Прибыль (или просто 3P), введенной Элкингтоном в его книге [8]. Он определил несколько нефинансовых факторов, которые, по его мнению, следует учитывать при

Таблица 1. Альтернативные инвестиции по данным GSIA, 2016–2018

Регион	2016, млрд. \$	2018, млрд. \$
Европа	12 040	14 075
США	8 723	11 995
Япония	474	2 180
Канада	1 086	1 699
Австралия	516	734
Всего	22 890	30 683

оценке долгосрочных перспектив бизнеса. Эти идентифицированные элементы включают три измерения:

1. Социальный (люди): измеряет степень социальной ответственности бизнеса.
2. Экологический (планета): измеряет влияние деловой активности на окружающую среду.
3. Финансовый (прибыль): идентифицируется из отчета о прибылях и убытках (отчет о прибылях и убытках).

Появление данного подхода стимулировалось разочарованием традиционными (то есть, сфокусированными на финансах) показателями эффективности бизнеса, которые, как правило, выделяли прибыль ключевым показателем.

2. Внедрение ESG факторов в инвестиционную стратегию

Внедрение ESG факторов подразумевает инвестиционную стратегию, которая объединяет существенные (т.е. влияющие на финансовые показатели) факторы ESG с традиционными финансовыми показателями для анализа компаний. Экологические факторы включают в себя отношение компании к природной среде, например, то, как компания решает такие проблемы, как загрязнение, использование энергии или использование воды. Социальные факторы нацелены на трудовые отношения, включая обращение с работниками, условия для работников и вознаграждение работников. Социальные факторы также включают в себя то, как компания взаимодействует с сообществами, в которых она работает. Факторы управления сконцентрированы на том, как компания управляет собой, включая вознаграждение руководителей, внутренний контроль, аудит и прозрачность для акционеров и общественности.

Финансовые аналитики используют внедрение ESG факторов для улучшения выбора акций, поскольку факторы ESG могут помочь определить потенциальные возможности и риски компании. Интеграция ESG позволяет учесть информацию, имеющую отношение к сильным и слабым сторонам компании, и, следова-

тельно, потенциально может привести к принятию более эффективных инвестиционных решений. Например, в [2] автор описывает интеграцию ESG как «золотой стандарт» ответственных инвестиций из-за его эффективности в сочетании финансовой, экологической и социальной выгоды. Поскольку все больше доказательств показывает, что учет факторов ESG может улучшить доходность портфеля с поправкой на риск, все больше финансовых аналитиков используют некоторую форму интеграции ESG. Многочисленные исследования, сравнивающие фонды SRI с фондами не-SRI или с рыночными ориентирами, в целом не выявили различий в результатах между фондами, определенным в какой-то степени социально ответственными, и фондами без такого назначения. Исследования, которые смотрят на интеграцию ESG более детально, показывают большую вероятность улучшения результатов портфеля при учете ESG факторов.

В настоящее время нет единого мнения ни в академических кругах, ни в отрасли относительно точного определения критериев ESG [31]. Тем не менее, среди участников отрасли были многочисленные попытки по их стандартизации. Во-первых, существует обширный каталог, опубликованный Европейской федерацией обществ финансовых аналитиков (EFFAS для краткости), в котором указаны ключевые показатели эффективности (KPI) для вопросов ESG. Рассматриваемые KPI делятся на общие и отраслевые. Помимо уже упомянутой ESG, каталог включает в себя так называемую долгосрочную жизнеспособность, которая предназначена для охвата тех KPI, которые отражают концепцию устойчивости рынков капитала. Точнее говоря, он представляет собой способность компании получать долгосрочную прибыль, не жертвуя активами, навыками или ресурсами из-за краткосрочной эксплуатации [7]. Во-вторых, существуют Принципы ответственного инвестирования ООН (сокращенно, UNPRI), в которых, однако, подчеркивается, что список пунктов ESG нежелателен из-за динамического характера требований ESG к любому участнику. Вместо этого в UNPRI приводятся некоторые общие рекомендации относительно того, что следует включать в ESG, как показано в таблице 2.

Таблица 2. Классификация факторов ESG согласно UNPRI.

Е (экологические)	S(социальные)	G (управленческие)
Изменение климата, Истощение ресурсов, Отходы, Выброс газов, Загрязнение окр.среды.	Человеческие права, Современное рабство, Детский труд, Условия труда, Отношение работодателя	Взятки и коррупция, Своевременная оплата труда, Прозрачная структура управления, Налоговая стратегия, Политическое лоббирование

Несмотря на соглашение по определенным широким определениям, таким как вышеупомянутые экологические, социальные и управленческие вопросы, есть очевидные причины, по которым трудно найти консенсус по сути ESG. Концепции ESG отличаются не только от сектора к сектору, но также сильно зависят от точки зрения заинтересованных сторон. Нормативные требования, инвесторы, компании или неправительственные организации, вероятно, будут отличаться в своих представлениях о том, какие ESG факторы следует включать.

3. Подходы к внедрению ESG факторов в инвестиционную стратегию

Наиболее популярной инвестиционной стратегией ESG является исключение или отрицательный скрининг. Стратегия в основном избегает компаний или секторов, которые не соответствуют этическим или ESG-критериям, определенным инвестором. В зависимости от инвестора это может быть мотивировано соображениями управления рисками, требованиями об ответственности, а также религиозными принципами. Такая стратегия может быть добровольно выбрана или применена законом. В целом критерии исключения может быть применена за нарушение прав человека, плохие условия труда, экологическую беспечность, обороны, испытания на животных, алкоголь, табак, азартные игры, порнография и т.д. На практике часто определяют пороговое значение, например, в процентах от максимальной прибыли компании, получаемой в результате несоответствующей деловой активности. При выполнении вышеупомянутого предварительного исключения применяется финансовый и количественный отбор. Другая стратегия, похожая на исключение, — это скрининг на основе определенных стандартов. Здесь применяется набор стандартов, которые обычно определяются международной организацией, такой как Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) или Глобальное воздействие ООН (UNGI). Инвесторы обычно реагируют на несоблюдение этих стандартов, во-первых, проводя более глубокий анализ и, во-вторых, либо исключая соответствующие инвестиции из портфеля, либо взаимодействуя с соответствующей компанией.

Помимо двух отрицательных стратегий фильтрации, существует также положительная стратегия, называемая лучшей в своем классе. После этого положительно-го скрининга слабые исполнители ESG «наказываются» или исключаются, а сильные получают вознаграждение или включаются. На практике при выборе портфеля учитывается только определенный верхний перцентиль в отношении критериев ESG в секторе. Таким образом, сужается не только вселенная для инвестиций, но и относительное распределение в портфеле может зависеть от факторов ESG, а не только критериев финансового вклада.

Последней стратегией, рассматриваемой в этой статье, является интеграция ESG, которая определяется как явное включение рисков и возможностей ESG в традиционный финансовый анализ. Это включение охватывает использование как качественной, так и количественной информации ESG в инвестиционном процессе и направлено на повышение эффективности принятия инвестиционных решений. Интеграция может использоваться на уровне портфеля, акций, эмитента или уровня инвестиций. Акцент делается на интеграцию критериев ESG в традиционный финансовый анализ ценных бумаг и компаний, помимо риска и доходности. В этом также заключается один из потенциальных барьеров для управляющих активами при реализации интеграции: риск и доход являются объективно измеримыми критериями, в то время как оценки ESG оспариваются с точки зрения сопоставимости и прозрачности.

4. Данные для оценки ESG

Все инвестиционные стратегии ESG, рассмотренные в предыдущем разделе, основаны на данных ESG компании. Следуя [15, с. 26–27], растущий интерес к инвестиционным стратегиям ESG в сочетании с уже упоминавшимся отсутствием стандартизации привел к формированию нескольких индексов и рейтинговых агентств (обратите внимание, что первые рейтинги ESG появились в 1980-х годах как услуга для инвесторов по проверке компаний, не только по финансовым характеристикам, а также по характеристикам, связанным с социальными и экологическими показателями [1, с. 5]). Все они предоставляют определенный рейтинг

ESG компании (например, число от 0 до 100). Анализируя рейтинговый рынок ESG, французская рейтинговая компания Novethic обнаружила, что на рынке наблюдается консолидация агентств, но работа становится все более разнообразной. Обычно рынок данных ESG можно разделить на две части: компании, предоставляющие рейтинги, и компании, предоставляющие необработанные данные (которые могут использоваться инвесторами для создания собственных рейтингов). Компании, которые предоставляют рейтинги, обычно количественно оценивают необработанные данные для измеримых KPI или рейтингов. Рейтинговые агентства обычно объединяют политики ESG компании и реализацию, исполнение и отчетность этих политик. Рейтинговые агентства ESG, упомянутые, например, в [13, 15, 31], включают Индекс устойчивых инвестиций Folksam, индекс ESG STOXX и Thomson Reuters. Thomson Reuters признает, что сегодня многие инвесторы хотели бы инвестировать ответственно. Таким образом, он направлен на поддержку желаний путем предоставления этих баллов ESG. Компания заявляет, что «результаты Thomson Reuters ESG Scores предназначены для прозрачного и объективного измерения относительной эффективности, приверженности и эффективности ESG компании по 10 основным темам (выбросы, инновации в области экологических продуктов, права человека, акционеры и т.д.) на основе данных, представленных компанией» [23, с. 3]. Баллы доступны в форме простого перцентиля: как в процентах, так и в виде буквенной оценки от D- до A+. Эти оценки сравниваются с отраслевой группой бизнес-классификаций Thomson Reuters. Оценки ESG являются улучшением базы данных «Asset4» [23, с. 3]. Сопоставимость улучшается за счет введения контрольных показателей на уровне отрасли и страны на уровне оценки данных. Веса категорий, управляемые данными, добавляются для того, чтобы отразить доступность данных в каждой категории, таким образом, поддерживая дифференциацию между компаниями [23, с. 3].

С точки зрения Thomson Reuters **экологические** ESG аспекты заключаются в следующем:

1. Использование ресурсов: это включает способность компании использовать как можно меньше с точки зрения материалов, воды и энергии. Поиск более экологичных подходов рассматривается как преимущество.
2. Выбросы: измеряет эффективность и приверженность компании сокращению выбросов при производстве и других производственных процессах.
3. Инновации: отражает способность компании внедрять инновации таким образом, чтобы снизить экологические издержки и бремя для своей клиентской базы, что можно сделать путем

создания новых рыночных возможностей, экологических технологий или разработки экологически чистых продуктов.

Социальные аспекты включают в себя следующее:

1. Рабочая сила: включает в себя эффективность в повышении удовлетворенности работой, безопасное и здоровое рабочее место, открытость для разнообразия и поддержку равных возможностей, а также возможностей для развития.
2. Права человека: просто исследует, насколько эффективно компания придерживается основных конвенций по правам человека.
3. Сообщество: измеряет приверженность компании стремлению быть хорошим корпоративным гражданином, защите общественного здоровья и ведению этического бизнеса.
4. Ответственность за продукцию: измеряет способность производить качественные товары и услуги, сохраняя при этом здоровье, безопасность, целостность и конфиденциальность данных клиента.

Наконец, аспекты **управления** состоят из:

1. Управление: измеряет приверженность и эффективность в соответствии с передовыми принципами корпоративного управления.
2. Акционеры: меры по равному обращению с акционерами и использованию средств защиты от поглощения.
3. Стратегия: отражает усилия компании по интеграции экономических, социальных и экологических аспектов в повседневные процессы.

Кроме того, Thomson Reuters заявляет, что все вышперечисленные десять категорий имеют бальную структуру. Например, подсчет рабочей силы состоит из 29 различных показателей. Баллы по стратегии в области прав человека и стратегии имеют наименьшее количество отдельных подкатегорий из 8. Всего имеется 178 показателей ESG, которые собираются и анализируются до последующего формирования балла ESG [23, с. 8]. Данные собираются из шести основных источников: годовых отчетов, веб-сайтов компаний, веб-сайтов НПО, фондовых бирж, отчетов по КСО и новостных источников. Для достижения наилучшего качества данных используются как человеческие, так и алгоритмические процессы.

5. Внедрение ESG факторов в классическую портфельную теорию

Напомним, что с учетом n активов соответствующая доходность портфеля R_p может быть рассчитана как:

Таблица 3. Доходность индексов на 31 января 2020 г.

	1М	3М	1Y	% годовых			
				3Y	5Y	10Y	C2007
MSCI World ESG Leaders	0,02	5,78	20,23	12,54	9,69	10,39	5,77
MSCI World	-0,58	5,34	18,4	12,08	9,62	10,48	5,69



Рис. 1. Совокупный показатель эффективности — валовой доход (долл. США) (сентябрь 2007 г.— январь 2020 г.)

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i = x^T \mu \quad (1)$$

где R_i — доходность актива i , x_i — вес актива i в портфеле.

Риск портфеля записывается в виде:

$$Var(R_p) = x^T \Sigma x, \Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \dots & \sigma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \dots & \sigma_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

где Σ есть матрица ковариаций активов портфеля, $\sigma_{i,j}$ отображает ковариацию между активами i, j . Тогда оптимизационная задача Марковица может быть записана в следующем виде:

$$\begin{cases} x^T \Sigma x \rightarrow \min \\ x^T \mu \geq \lambda \\ x^T ESG \geq ESG_{tagret} \\ x^T \mathbf{1} = 1 \end{cases} \quad (3)$$

Б. Влияние внедрения ESG на доходность портфеля

В настоящее время нет единого мнения по вопросу влияния факторов ESG, включенных в портфель на его доходность. Стратегии устойчивого инвестирования (и, следовательно, их варианты с ESG), как правило, ориентированы на долгосрочное инвестирование, что подпитывает заблуждение, что такие стратегии менее эффективны, чем классические. Тем не менее, рассмотрим рисунок 1, на котором показаны показатели MSCI World ESG Leaders и индексы MSCI World (USD) за последние 13 лет.

Кроме того, в таблице 3 представлены показатели обоих индексов в виде доходности за несколько периодов времени.

Как видно из таблицы 3 (и из рисунка 3), MSCI World ESG Leaders превосходит MSCI World за все рассматриваемые периоды времени, исключая 10-летний период, который можно рассматривать как выброс. Наиболь-

шее различие наблюдается в течение 1 года, когда MSCI World ESG Leaders превосходит MSCI World почти на 2%, при этом другие различия не совсем значительны.

Заключение

В данном исследовании представлен краткий обзор одного из вариантов устойчивого инвестирования, а именно интеграции ESG в Классическую портфельную теорию Марковица. Как указано в [10, с. 801], «Интеграция ESG — это не просто новый термин для социальных инвестиций, которые описывают стратегию, фокусирующуюся на экологических или социальных воздействиях без учета финансовых факторов. Скорее, интеграция

ESG объединяет традиционные финансовые показатели с информацией, касающейся экологических, социальных или управленческих поведений компании или рисков для улучшения анализа потенциала компании как инвестиции». Согласно [11, с. 10], интеграция ESG является второй по популярности среди стратегий устойчивого инвестирования, в которой рост активов составил 69% за период 2016–2018 гг. Несмотря на очевидный рост интереса к альтернативным инвестиционным стратегиям, основанным на «социальной ответственности», уже имеющаяся практическая реализация еще не созрела по двум основным причинам:

1. Отсутствие стандартизации к оценке ESG;
2. Отсутствие у инвесторов веры в эффективность;

ЛИТЕРАТУРА

1. F. Berg, J.F. Koelbel, and R. Rigobon, Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings, MIT Sloan School of Management, MIT Sloan School Working Paper 5822–19, August 2019.
2. M. Cappucci, The ESG integration paradox, *Journal of Applied Corporate Finance* 30 (2018), no. 2, 22–28.
3. V. DeMiguel, L. Garlappi, and R. Uppal, Optimal versus naive diversification: How inefficient is the 1/N portfolio strategy?, *The review of Financial studies* 22 (2009), no. 5, 1915–1953.
4. A. Descl'ee, L. Dynkin, J. Hyman, and S. Polbennikov, Sustainable investing and bond returns. Research study into the impact of ESG on credit portfolio performance, Impact Series 01, Barclays Bank PLC, 2016.
5. B. Drut, Social responsibility and mean-variance portfolio selection, CEB Working Paper 10/002, Universit'e Libre de Bruxelles — Solvay Brusells School of Economics and Management, Centre Emile Benrheim, January 2010.
6. DWS, Digging Deeper into the ESG Corporate Financial Performance Relationship, DWS Investment GmbH, Global Research Institute, September 2018, available online at <https://download.dws.com/download?elib-assetguid=714aed4c2e83471787d1ca0f1b559006>.
7. EFFAS, KPIs for ESG. A Guideline for the Integration of ESG into Financial Analysis and Corporate Valuation, EFFAS The European Federation of Financial Analysts Societies, Version 1.2, 2009, available online at <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/1547/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>.
8. J. Elkington, *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Capstone Publishing Limited, Oxford Center for Innovation, 1997.
9. EU, Sustainable finance: Council agrees position on a unified EU classification system, Council of the EU, Press Release 608/19, 25/09/2019, September 2019, available online at <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/09/25/sustainable-finance-council-agrees-position-on-a-unified-eu-classification-system/pdf>.
10. S.N. Gary, Best interests in the long term: fiduciary duties and ESG integration, *University of Colorado Law Review* 90 (2019), 731–801.
11. GSIA, Global Sustainable Investment Review 2018, Global Sustainable Investment Alliance, 2019, available online at http://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2019/03/GSIR_Review2018.3.28.pdf.
12. J.C. Hull, *Options, Futures, and Other Derivatives*, 10th ed., Pearson, NY, 2018.
13. R. Jakobsson and L. Lundberg, The Effect of ESG Performance on Share Price Volatility, Degree Project, Department of Business Administration, Ume'a School of Business, Economics and Statistics, Ume'a University, 2018.
14. J. Lintner, The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets, *The Review of Economics and Statistics* 47 (1965), no. 1, 13–37.
15. E. Lundstr'om and C. Svensson, Including ESG concerns in the portfolio selection process: an MCDM approach, Degree Project in Applied Mathematics and Industrial Economics, KTH Royal Institute of Technology, SCI School of Engineering Sciences, Stockholm, Sweden, 2014.
16. B. Marigo, Socially Responsible Investment: integrating financial and non-financial criteria into a portfolio selection model, Master's thesis, Universit'a Ca'Foscari Venezia, 2016.
17. H. Markowitz, Portfolio selection, *The Journal of Finance* 7 (1952), no. 1, 77–91.
18. H. Markowitz, *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, John Wiley, New York, 1959.
19. H. Markowitz, The early history of portfolio theory: 1600–1960, *Financial Analysts Journal* 55 (1999), no. 4, 5–16.
20. J. Mossin, Equilibrium in a capital asset market, *Econometrica* 34 (1966), no. 4, 768–783.
21. MSCI, MSCI World ESG Leaders Index (USD), MSCI Inc., January 2020, available online at <https://www.msci.com/documents/10199/db88cb95-3bf3-424c-b776-bfdcca67d460>.
22. I. Oikonomou, E. Platanakis, and C. Sutcliffe, Socially responsible investment portfolios: Does the optimization process matter?, *The British Accounting Review* 50 (2018), no. 4, 379–401.1. 14

23. Refinitiv, Environmental, Social and Governance (ESG) Scores from Refinitiv, Refinitiv, June 2019, available online at https://www.refinitiv.com/content/dam/marketing/en_us/documents/methodology/esg-scores-methodology.pdf.
24. G. Serafeim, J. Huang, J. Linder, P. Faul, and J. Streur, The Financial and Societal Benefits of ESG Integration: Focus on Materiality, The Calvert-Serafeim Series, June 2016, available online at <https://www.hvst.com/posts/the-financialand-societal-benefits-of-esg-integration-focus-on-materiality-X34TPKjd>.
25. J. Serafeim, The role of the Corporation in Society: An Alternative View and Opportunities for Future Research, Working Paper 14–110, Harvard Business School, May 2014.
26. W.F. Sharpe, Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, The Journal of Finance 19 (1964), no. 3, 425–442.
27. M.C. Steinbach, Markowitz revisited: mean-variance models in financial portfolio analysis, SIAM review 43 (2001), no. 1, 31–85.
28. J.L. Treynor, Market value, time, and risk, unpublished manuscript, 1961.
29. J.L. Treynor, Toward a theory of market value of risky assets, unpublished manuscript, 1962.
30. UNPRI, What is responsible investment?, United Nations Principles for Responsible Investment, 2019, available online at <https://www.unpri.org/download?ac=6998>. [31] P. Zuber, Risk, Return, Responsibility — Inclusion of ESG Criteria in a Portfolio Optimization Framework, Master's thesis, Center for Microfinance, Department of Banking and Finance, University of Zurich, January 2017.
31. Барышева А.Е. Актуальные проблемы портфельного инвестирования/ Экономика и предпринимательство. 2020. — № 10. С. — 887–882.

© Барышева Александра Евгеньевна (alexandramelnikk@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Томск

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ В КОНТЕКСТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ КОЛЛЕКТИВНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

THEORETICAL FOUNDATIONS OF COMPUTER SCIENCE IN THE CONTEXT OF THE INFORMATION NEEDS OF COLLECTIVE AND INDIVIDUAL USERS

E. Belyakova

Summary. The article is devoted to the generalization of scientific views and approaches of various scientists to understanding the essence of the theoretical foundations of computer science. The study concluded that it is necessary to separate similar and synonymized concepts of "theoretical informatics" and "theoretical foundations of informatics", since the latter term is broader. In the conclusions of the article, the author's own definition of the concept of "theoretical foundations of computer science" is formulated.

Keywords: informatics, informatics theory, information needs of society, theoretical informatics, theoretical foundations of informatics.

Белякова Екатерина Владимировна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Московский технологический университет (МИРЭА)», г. Москва; старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва
ekaterinaw@list.ru

Аннотация. Статья посвящена обобщению научных взглядов и подходов различных ученых к пониманию сути теоретических основ информатики. В рамках исследования сделан вывод о необходимости разделения схожих и синонимизируемых понятий «теоретическая информатика» и «теоретические основы информатики», поскольку последний термин является более широким. В выводах статьи сформулировано собственное авторское определение понятию «теоретические основы информатики».

Ключевые слова: информатика, теория информатики, информационные потребности общества, теоретическая информатика, теоретические основы информатики.

Актуальность темы исследования обусловлена стремительным развитием информационных интернет-технологий (ИТ), что ставит на первое место необходимость в получении умений и навыков в области теоретических основ информатики. Немаловажную роль при этом играет и то, что потребность в ИТ-специалистах на современном российском рынке труда имеет положительную динамику, то есть спрос на данную категорию сотрудников не просто стабилен, но и имеет благоприятные перспективы роста [1]. В связи с этим важно обладать определенным набором знаний в области информационных технологий, в основе которых, как в принципе и в основе любых других областей наук, лежит теория.

Когда речь идет о теоретических основах информатики, то в данном случае, как справедливо отмечает О.Е. Лебедев, следует иметь ввиду комплекс научно-обоснованных позиций, взглядов, точек зрения, логически подкрепленных определенными доводами, суждениями и выявленными закономерностями [4].

Если обратиться к научным взглядам Н.В. Липчиу, то можно увидеть, что в основе любой теоретической основы должны лежать доказанные научные теории, обоснованные концепции, логические умозаключения, исторически сложившиеся взгляды, идеи, положения ученых и исследователей в конкретной области знаний [5, с. 23].

Следовательно, применительно к теоретическим основам информатики, в данную область знаний можно отнести все без исключения понятия, относящиеся к информационным технологиям (например, такие термины, как информация, алгоритм, автоматизация, программа, кодирование, компьютер и многие другие), весь комплекс и эволюцию знаний в данной сфере, различные теории (например, речь может идти о теории информации Шеннона, либо о достаточно известной теории кодирования, а также необходимой для понимания сути информационно-технологических процессов теории алгоритмов и других не менее важных теорий [8, с. 2]), выражения и мысли ученых, представленных на бумажных и электронных носителях.

Теоретические подходы к исследованию информатики отображаются в научных трудах известных деятелей в данной сфере, причем уже довольно давно. Всесторонне изучение теоретических основ информатики началось, в частности, с исследования самого понятия информации (А. Урсул [9]).

В отечественной литературе термин «теоретические основы информатики» был впервые введен в конце XX века исследователем Б. Наумовым [7], посвятившим большое количество своих научных трудов изучению процессов автоматизации с теоретической и практической точки зрения. Данный термин рассматривался ученым как часть теоретической информатики, но точного определения ни тому, ни другому понятию профессором сформулировано так и не было.

Интересно, что определение понятию «теоретические основы информатики» встретить достаточно проблематично, хотя данным словосочетанием называются научные труды, учебные пособия, статьи, то есть термин встречается достаточно часто.

Более определенным является понятие «теоретическая информатика». К примеру, с точки зрения В.Б. Голубковой теоретическая информатика является той областью знаний, в рамках которой происходит теоретическое осмысление и эмпирическое рассмотрение всех аспектов человеческой деятельности, так или иначе связанных с процессами автоматизации информационных систем. С позиции названного ученого, если речь идет о теоретической информатике, то в данном случае следует иметь ввиду исследование теоретических аспектов теории проектирования автоматизированных систем, процессов обработки, распределения и использования различных потоков информации с помощью компьютеров и других технических систем, а также изучение всех понятий, связанных с историей, эволюцией, современным и будущим развитием информатики, её взаимодействием с человеком и окружающей действительностью [2, с. 7].

С позиции И.В. Черпакова, теоретическая информатика охватывает области знаний, исследующие теорию информации, математическую логику и теорию алгоритмов [10, с. 12]. Данное определение, на наш взгляд, является достаточно узким, поскольку абстрактная сторона информатики как науки представлена гораздо более широким набором теоретических исследований. Так, к примеру, данное определение не рассматривает теорию проектирования и ряд других важных подотраслей информатики.

В целом, как видится, целесообразно было бы разделить понятия «теоретическая информатика» и «те-

оретические основы информатики», несмотря на их синонимизационную схожесть. Обосновать данное суждение можно тем, что теоретические основы информатики могут включать в себя и теоретическую информатику, и изучение теоретических аспектов прикладной информатики, в то время как в трудах ученых два последних термина ставятся совершенно противоположными друг другу [10, с. 12]. Некоторые авторы и вовсе рассматривают теоретическую информатику, отделяя её от общей информатики [6, с. 5], хотя последняя также имеет определенные теоретические основы.

В связи с этим целесообразно было бы дать четкое единое для понимания всеми исследователями и учеными определение термину «теоретические основы информатики».

С позиции А.Г. Ермолаевой, возможность к глубокому, профессионально-ориентированному, организованному и качественному преподаванию теоретических основ информатики лежит в необходимости ориентации педагогического процесса на философские взгляды (мировоззренческий подход к познанию системно-информационной картины мира), на ключевые аспекты современной филологии (в частности это может касаться, к примеру, освоения теоретических аспектов пользования текстовыми редакторами, системами искусственного интеллекта), а также на теорию изобразительного искусства и теоретические основы графики (осмысление обучающимися теоретических аспектов пользования профильными редакторами, мультимедийными комплексами и т.д.) [3, с. 467].

Таким образом, исследование теоретических основ информатики позволяет сделать ряд следующих выводов.

Во-первых, следует различать понятия «теоретическая информатика» и «теоретические основы информатики».

Во-вторых, исследование различных позиций и взглядов ученых к определению самого термина «теоретические основы информатики» позволяет констатировать факт отсутствия его единого понимания.

В связи с этим формулируем собственное авторское определение рассматриваемому понятию: теоретические основы информатики — это совокупность понятий, позиций, взглядов, точек зрения, концепций, определений, теорий, выражений и мыслей в области различных подотраслей информатики, логически подкрепленных обоснованными умозаключениями, выводами, доводами, суждениями и выявленными закономерностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. В России резко вырос спрос на дорогих ИТ-специалистов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-24_spros_na_dorogih_itspetsialistov (дата обращения: 19.02.2021).
2. Голубкова В.Б. Вопросы теоретической и прикладной информатики: учебное пособие / В.Б. Голубкова, А.И. Брагинский. — М.: МАДИ, 2019. — 72 с.
3. Ермолаева А.Г. Формирование теории и методик преподавания информатики как инструмент повышения информационной грамотности / А.Г. Ермолаева, Н.С. Чистякова // Интеграция наук, 2018. — № 8. — С. 466–467.
4. Лебедев О.Е. Теоретические основы педагогического целеполагания в системе образования: дисс. док. пед. наук [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008041932> (дата обращения: 19.02.2021)
5. Липчиу Н.В. Методология научного исследования: учебное пособие / Н.В. Липчиу, К.И. Липчиу. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — 290 с.
6. Майоров А.А. Общая и теоретическая информатика: учебное пособие / А.А. Майоров, В.П. Седакин. — М.: МИИГАиК, 2017. — 128 с.
7. Наумов Б.Н. Информатика и компьютерная грамотность [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27309131> (дата обращения: 19.02.2021).
8. Стариченко Б.Е. Теоретические основы информатики: учебник для вузов, 3-е изд. перераб. и доп. / Б.Е. Стариченко. — М.: ГЛТ, 2016. — 400 с.
9. Урсул А.Д. Природа информации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-informatsii-rets-na-kn-ursul-a-d-priroda-informatsii-filosofskiy-ocherk> (дата обращения: 19.02.2021).
10. Черпаков И.В. Теоретические основы информатики: учебник и практикум для академического бакалавриата / И.В. Черпаков. — М.: Юрайт, 2017. — 353 с.

© Белякова Екатерина Владимировна (ekaterinaw@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет

АНАЛОГИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО КРИТЕРИЯ ПИРСОНА

ANALOGUES OF THE PEARSON CORRELATION TEST

T. Zolotareva

Summary. This paper considers discrete analogs of the Pearson correlation criterion, presents a numerical experiment that reproduces the conditions for modeling the spectral representation of data, and presents the results of a numerical experiment. The discrete-differential analogs of the Pearson correlation criterion are also considered. The dual representation of randomness using analogs of the Pearson correlation criterion is considered.

Objective: to consider the dual representation of randomness in two different forms.

Methods: discrete analogs of the Pearson correlation test and discrete-differential analogs of the Pearson correlation test.

Results: the classical Pearson correlation coefficient and its differential-discrete analog are almost significantly less correlated ($\text{corr}(r, r_{13}) \approx -0.60871$) than the Pearson difference correlations. At the same time, the probabilities of errors of the first and second kind for this class of transformations turn out to be applicable at a rate of 0.45 for practice.

Conclusions: it is not the procedure of transition from one form of randomness description to another that is fundamentally important, but the fundamentally different properties of the data presented in two different forms.

Keywords: pearson's criterion; discrete representations; continuous representations; neuron; error; continuum.

Золотарева Татьяна Александровна

Старший преподаватель, Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет) (Москва), г. Липецк
zolotarevatatyana2016@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены дискретные аналоги корреляционного критерия Пирсона, приведен численный эксперимент, воспроизводящий условия моделирования спектрального представления данных, представлены результаты численного эксперимента. Так же рассмотрены дискретно-дифференциальные аналоги корреляционного критерия Пирсона. Рассмотрено дуальное представление случайности с помощью аналогов корреляционного критерия Пирсона.

Цель: рассмотреть дуальное представление случайности в двух разных формах.

Методы: дискретные аналоги корреляционного критерия Пирсона и дискретно-дифференциальные аналоги корреляционного критерия Пирсона.

Результаты: классический коэффициент корреляции Пирсона и его дифференциально-дискретный аналог практически существенно меньше коррелированы ($\text{corr}(r, r_{13}) \approx -0.60871$), чем разностные корреляции Пирсона. При этом вероятности ошибок первого и второго рода для этого класса преобразований оказывается применимы $\text{PEE} \approx 0.45$ на практике.

Выводы: принципиально важна не сама процедура перехода от одной формы описания случайности к другой, а принципиально разные свойства данных представленных в двух разных формах.

Ключевые слова: критерий Пирсона; дискретные представления; непрерывные представления; нейрон; ошибка; континуум.

Введение

По классическим представлениям линейной статистики существуют отдельно непрерывные плотности распределения и дискретные плотности распределения. Дискретные и непрерывные представления данных никак не связаны между собой (у них разная природа, а мы просто наблюдатели, фиксирующие факт нашего наблюдения).

Примерно такая же ситуация наблюдалась в физике в 20-х годах XX-го века, тогда в понимании физиков отсутствовал дуализм частицы материи одновременно, являющейся и волной, и частицей. Однако позднее фи-

зики поняли, что обе формы описания частиц одинаковы. Каждый из наблюдателей имеет право пользоваться либо волновым, либо корпускулярным представлением данных (существует корпускулярно-волновой дуализм описания действительности).

Материалы и методы

Дискретные аналоги корреляционного критерия Пирсона

Непрерывные распределения состояния частиц (опытов малых выборок) существовало независимо от волнового представления этих же частиц дискрет-

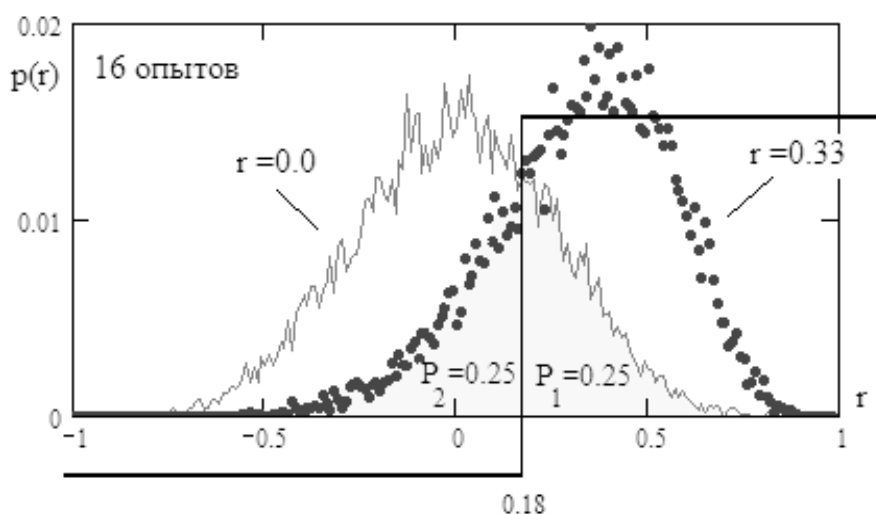


Рис. 1. Вероятности ошибок первого и второго рода корреляционного критерия Пирсона при различении независимых данных малых выборок в 16 опытах и зависимых данных $r=0.33$

ным спектром. Первый звонок о дуализме статистических наблюдений прозвенел в 1973 году, когда Дахия и Гурланд [1], отказались верить тому, что видят. Классический непрерывный хи-квадрат закон распределения корпускул Пирсона при определенных условиях наблюдения оказался дискретным (волновым) [1]. Авторы этого наблюдения были озадачены своим данными и именно по этой причине поставили знак вопроса в названии своей статьи.

Во второй раз тот же самый эффект дуальности позиции наблюдателя был обнаружен через 40 лет в 2015 году при анализе биометрических данных [2]. Однако в этом случае у наблюдателей никаких сомнений уже не было, так как они знали, как изменить условия наблюдения для кардинального изменения видимого результата. В 2015 году уже были понятны условия, при которых хи-квадрат закон распределения Пирсона выглядит, как непрерывный (корпускулярный) процесс или как дискретный (волновой) процесс [3].

Располагая этими знаниями, следует ожидать, что параллельно с классическим корреляционным непрерывным критерием Пирсона (рис. 1), должен существовать его дискретный (спектральный) аналог.

Из рис. 1 видно, что при вычислениях на малых выборках ошибки первого и второго рода для формулы Пирсона значительны. Если рассматривать критерий Пирсона как некоторый искусственный нейрон с 32 входами (16 входов — для координат отсчетов выборки по одной оси и 16 входов нейрона для координат от-

счетов выборки по второй оси), то высока вероятность ошибочных оценок, попадающих в интервал ± 0.75 [4].

Численный эксперимент, воспроизводящий условия моделирования спектрального представления данных на языке MathCAD представлен на рис. 2.

Результаты

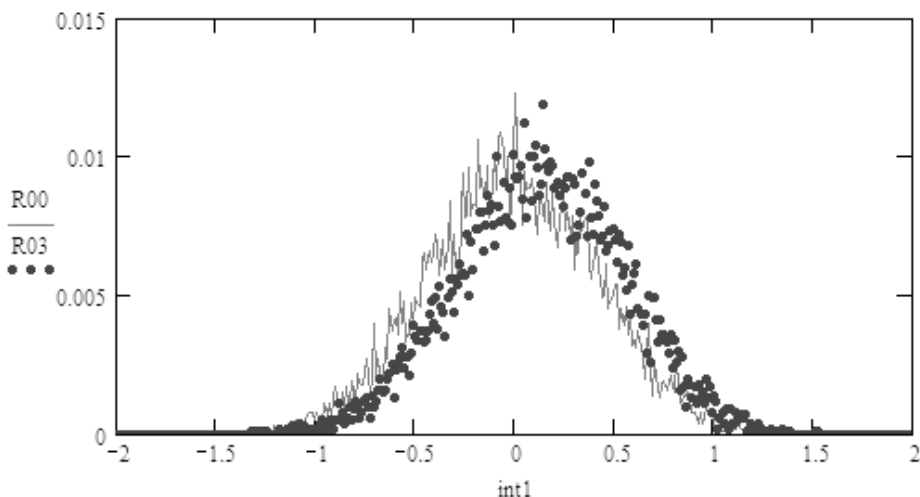
Результаты численного эксперимента представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что непрерывный спектр состояний корреляционного критерия Пирсона превратился в дискретный спектр, состоящий из 11 наиболее значимых спектральных линий амплитуд вероятности, сумма которых дает вероятность 0.99.

При вычислениях амплитуды и положения спектральных линий рис. 3, каждый знак элементов суммы коэффициента корреляции Пирсона, рассматривается как положительный или отрицательный ранги. В качестве статистики нового критерия — s рассматривается сумма отрицательных знаков. Компаратор статистики $r8$, соответствующего нейрона, имеет порог принятия решений $k=7.5$. При $\langle r8 \rangle \geq 7.5$ искусственный нейрон принимает выходное состояние «0», соответствующее решению о подтверждении гипотезы независимости данных малой выборки. Равновероятные ошибки первого и второго рода для нейрона статистики $\langle r8 \rangle$ имеют приемлемые для практического применения значения $PEE \approx 0.45$. Важным является то, что классический нейрон Пирсона (рис. 1) и его дискретный аналог « $r8$ »

$j := 0..999$

$$\text{int1}_j := -2 + 0.01 \cdot j \quad R00 := \frac{\text{hist}(\text{int1}, Rr00T^{(1)})}{9999} \quad R03 := \frac{\text{hist}(\text{int1}, Rr03T^{(1)})}{9999}$$



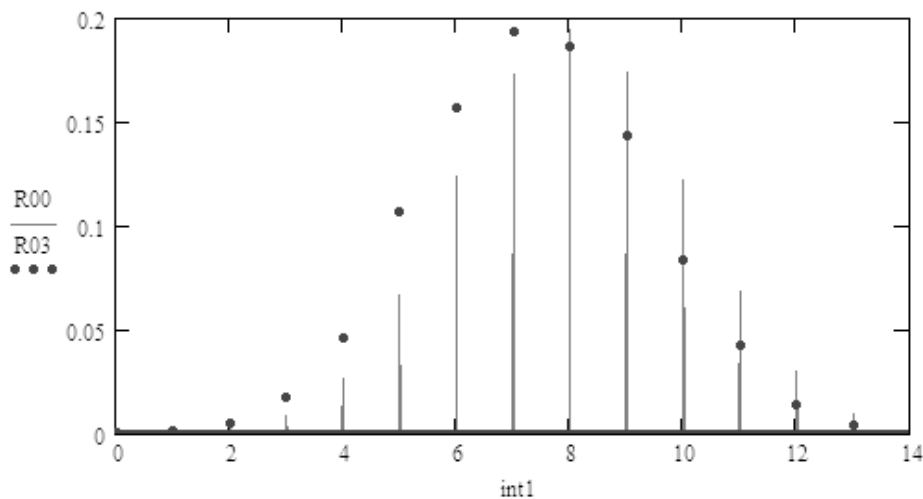
$$\frac{0.427 + 0.423}{2} = 0.425$$

$$1 - \sum_{i=0}^{211} R00_i = 0.384$$

$$\sum_{i=0}^{211} R03_i = 0.487$$

$j := 0..1999$

$$\text{int1}_j := -0 + 0.01 \cdot j \quad R00 := \frac{\text{hist}(\text{int1}, Rr00T^{(2)})}{9999} \quad R03 := \frac{\text{hist}(\text{int1}, Rr03T^{(2)})}{9999}$$



$$\frac{0.504 + 0.396}{2} = 0.45$$

$$\sum_{i=0}^{750} R00_i = 0.401$$

$$1 - \sum_{i=0}^{750} R03_i = 0.474$$

Рис. 2 (часть 1). Дискретные варианты нейронов Пирсона.

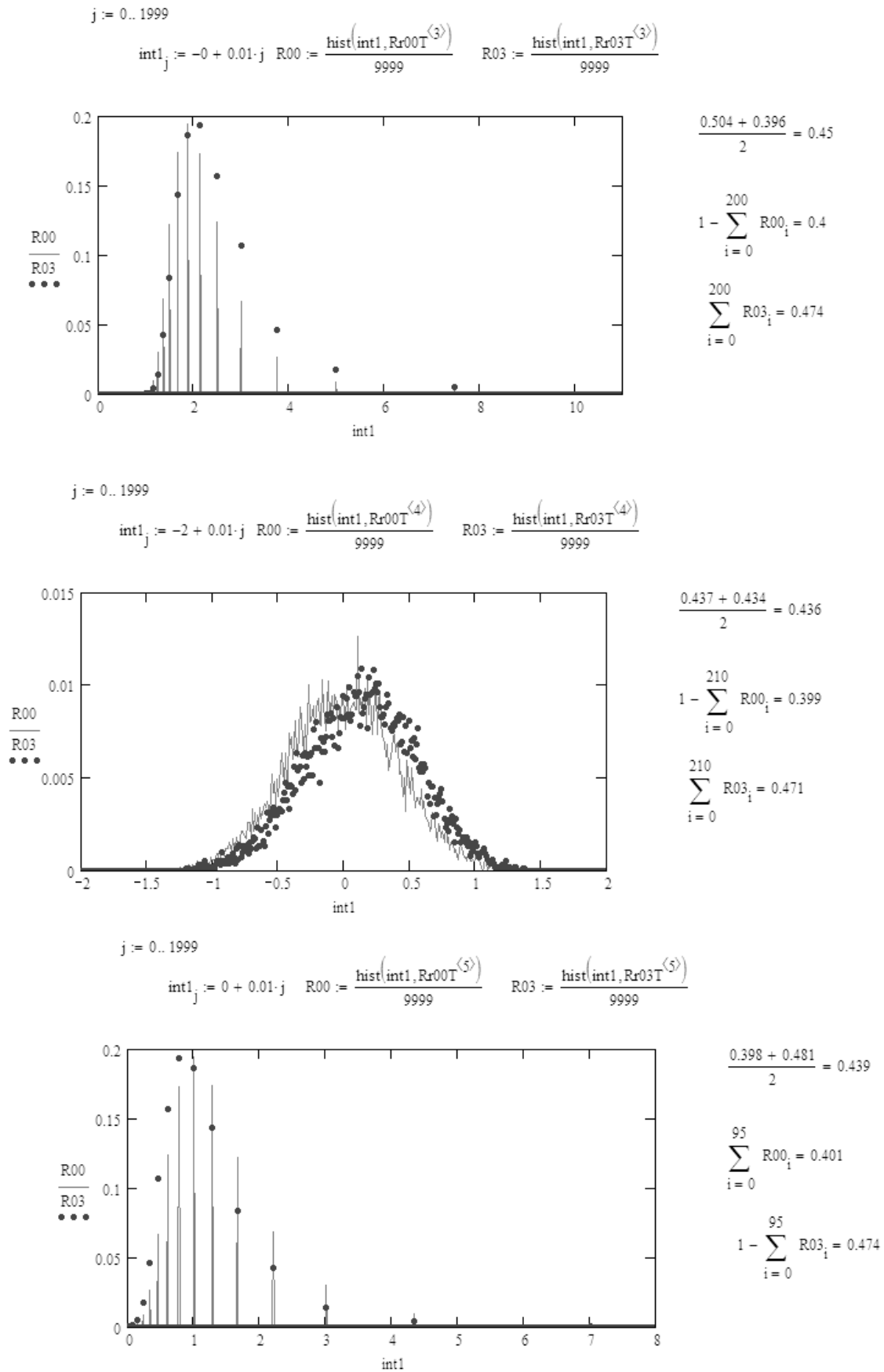


Рис. 2 (часть 2). Дискретные варианты нейронов Пирсона.

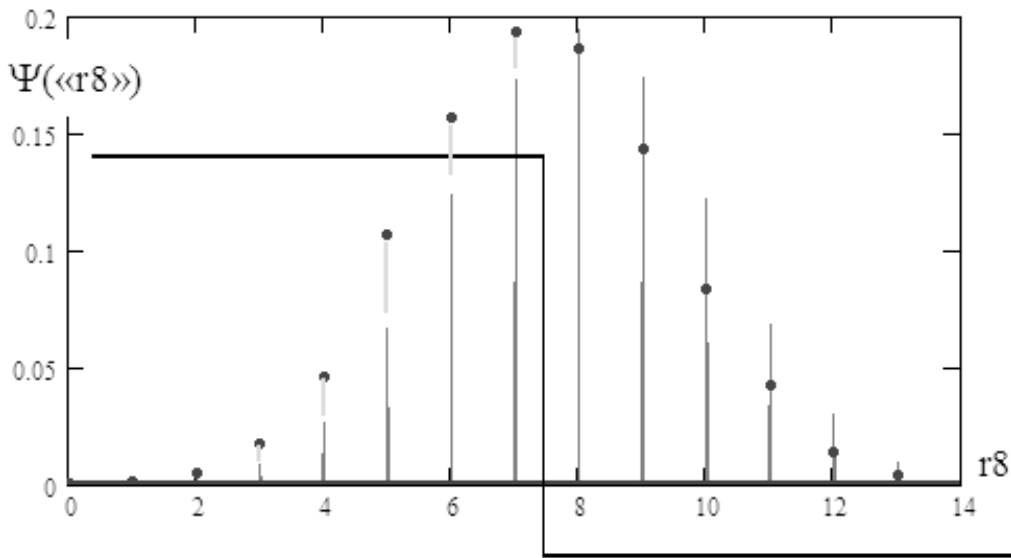


Рис. 3. Дискретный аналог корреляционного критерия Пирсона, содержащий примерно 11 спектральных линий

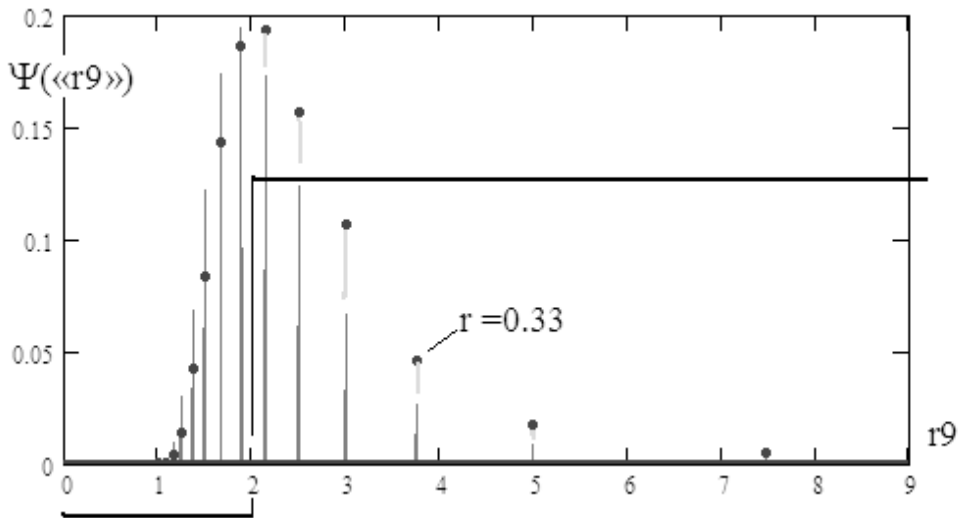


Рис. 4. Нейрон статистики r9, накапливающий (обогащающий) данные в гиперболическом пространстве

имеют значимую независимую компоненту выходных состояний $\text{corr}(r, \langle r8 \rangle) \approx -0.67346$.

Нейрон статистики r8 накапливает (обогащает) данные в линейном пространстве спектральных линий — s, расположенных на одинаковых расстояниях между друг другом. Если мы деформируем пространство накопления данных гиперолой $15/(s+0.01)$, то спектральные линии утрачивают равномерное расположение спектральных линий, как это показана

но на рис. 4. Нелинейная деформация пространства накопления данных нейроном статистики r9 позволяет примерно в 10 раз снизить модуль корреляционной сцепленности данных нейронов Пирсона $\text{corr}(r, \langle r9 \rangle) \approx 0.0546$, $\text{corr}(\langle r8 \rangle, \langle r9 \rangle) \approx -0.0793$ при приемлемой вероятности ошибок первого и второго рода $\text{PEE} \approx 0.45$. В свою очередь среднее значение модулей коэффициентов корреляции для рассматриваемой группы из двух нейронов Пирсона снижается почти в три раза по сравнению с самым большим по модулю

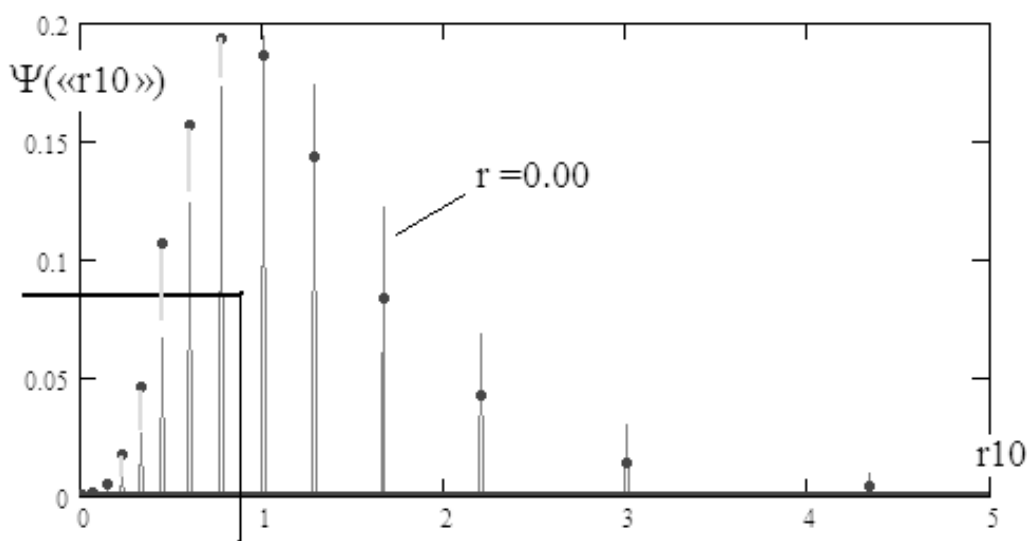


Рис. 5. третий вариант дискретного нейрона Пирсона, полученный нелинейной деформацией $s/(16-s)$ исходного линейного пространства накопления данных первого варианта

коэффициентом коррелированности в этой группе $\text{corr}(r, \langle r8 \rangle) \approx -0.67346$.

Следует подчеркнуть, что появление значимой независимой компоненты выходных состояний исходного и модифицированного нейрона обязательно связано с некоторой нелинейной деформацией пространства накопления данных производным искусственным нейроном. Должен существовать континуум возможных нелинейных деформаций, позволяющий получить десятки приемлемых для практики слабо коррелированных нейросетевых решений. Проиллюстрируем этот тезис на примере применения еще одной гиперболической деформации исходно линейного спектрального пространства вида: $s/(16-s)$. Состояния выходного итогового нейрона иллюстрируются рис. 5.

В отличие от первых двух дискретных нейронов, новый третий вариант нейрона, имеет значения вероятностей ошибок примерно на 5% ниже ($\text{PEE} \approx 0.439$). Для практики показатели корреляционной сцепленности являются вполне приемлемыми: $\{\text{corr}(r, \langle r10 \rangle) \approx -0.593; \text{corr}(\langle r8 \rangle, \langle r10 \rangle) \approx -0.409; \text{corr}(\langle r9 \rangle, \langle r10 \rangle) \approx -0.046\}$.

Дискретно-дифференциальные аналоги корреляционного критерия Пирсона

Следует отметить, что варианты критериев проверки статистических гипотез могут быть формально получены заменой функции вероятности на ее производную (плотность вероятности). Например, используя экспериментально полученную функцию вероятности —

$\tilde{P}(x_i)$ и ее гладкий теоретический эквивалент — $P(x_i)$, то мы можем построить статистический критерий Крамера-фон Мизеса (1928 год):

$$\begin{aligned} \text{KfM} &= \int_{-\infty}^{\infty} (P(x) - \tilde{P}(x))^2 \cdot dx \approx \\ &\approx \sum_{i=1}^{15} [P(x_i) - \tilde{P}(x_i)]^2 \cdot (x_{i+1} - x_i) \end{aligned} \quad (1)$$

При решении задачи различения нормально распределенных данных и равномерно распределенных данных большей мощностью обладает классический статистический критерий Смирнова-Крамера-фон Мизеса (1936 год):

$$\begin{aligned} \text{SKfM} &= \int_{-\infty}^{\infty} (P(x) - \tilde{P}(x))^2 \cdot dP(x) \approx \\ &\approx \sum_{i=1}^{15} [P(x_i) - \tilde{P}(x_i)]^2 \cdot (P(x_{i+1}) - P(x_i)) \end{aligned} \quad (2)$$

На малых выборках в 16 опытов, близкие по программной реализации вычислительные конструкции (1) и (2) дают вероятности ошибок первого и второго рода, отличающиеся в 10 раз (от $\text{PEE} \approx 0.403$ до $\text{PEE} \approx 0.042$) [5,6] при очень низком уровне корреляционной сцепленности ($\text{corr}(\text{KfM}, \text{SKfM}) \approx -0.03$).

Понятно, что в первой половине XX века исследователей интересовала прежде всего мощность отдельных синтезируемых статистических критериев. Сегодня в XXI веке исследователей интересует, прежде всего, групповая корреляционная сцепленность системы новых математических конструкций. В связи с этим при синтезе вариантов нейронов Пирсона необходимо проверять похожие друг на друга разнотипные схемы вычислений.

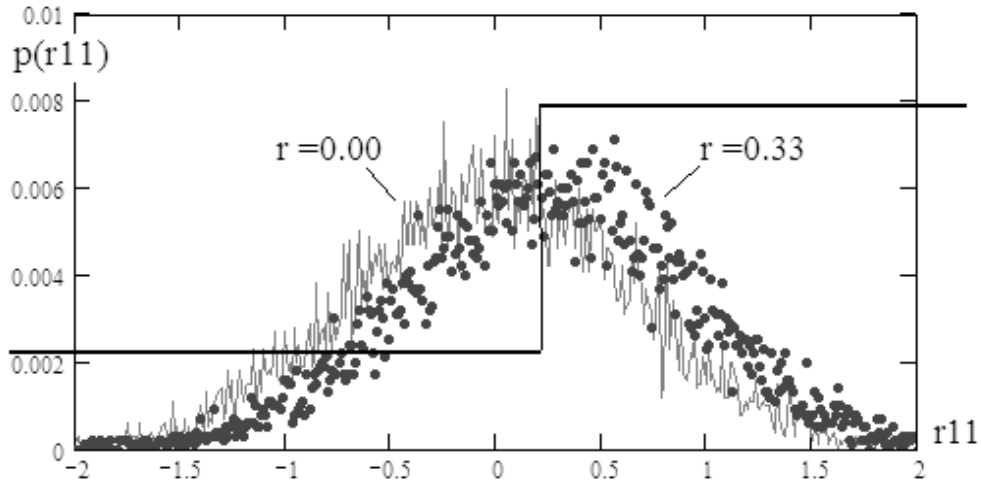


Рис. 6. Разностный аналог классического корреляционного критерия Пирсона

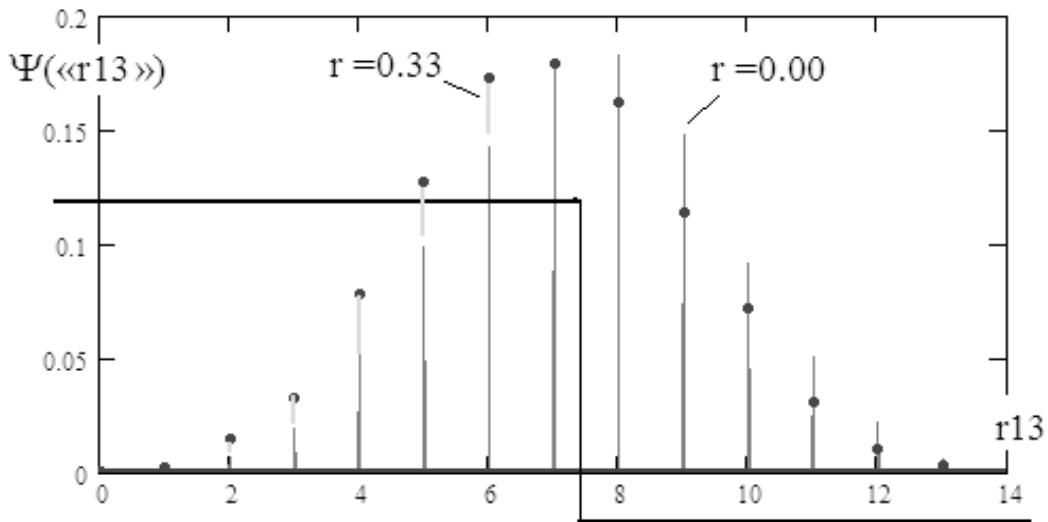


Рис. 7. Дискретный спектр равномерно расположенных 11 наиболее значимых спектральных линий амплитуд вероятности

Новые статистики строятся заменой классической формулы Пирсона

$$r(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(E(x) - x_i) \cdot (E(y) - y_i)}{\sigma(x) \cdot \sigma(y)} \quad (3)$$

на ее разностный аналог:

$$r11 = \sum_{i=0}^{14} \frac{(x_{i+1} - x_i) \cdot (y_{i+1} - y_i)}{\sigma(x) \cdot \sigma(y) \cdot 15} \quad (4)$$

На рис. 6 отражены результаты численного эксперимента.

Классический критерий Пирсона дает $PEE \approx 0.25$, что значительно лучше его разностного аналога $PEE \approx 0.425$. Корреляция откликов этих двух нейронов значительна $\text{corr}(r, r11) \approx 0.82498$. Снизить показатель корреляционной сцепленности удастся путем увеличения интервала разностных данных:

$$r12 = \sum_{i=0}^{11} \frac{(x_{i+4} - x_i) \cdot (y_{i+4} - y_i)}{\sigma(x) \cdot \sigma(y) \cdot 12} \quad (5)$$

Этот прием снижает корреляционную сцепленность до величины $\text{corr}(r, r12) \approx 0.77155$ при практическом сохранении вероятностей ошибок первого и второго рода $PEE \approx 0.436$.

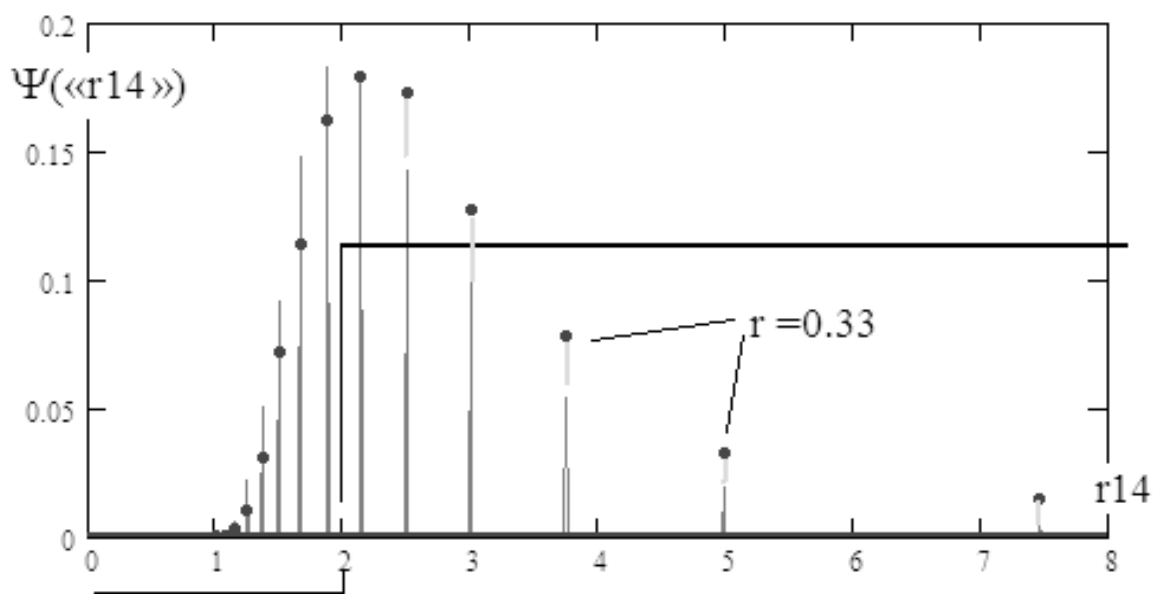


Рис. 8. Дискретный спектр 11 наиболее значимых спектральных линий амплитуд вероятности с гиперболическим расширением расстояний между спектральными линиями

Значительного снижения показателей коррелированности удастся добиться переходом к дискретным аналогам разностных преобразований (4) и (5). Для этой цели знаки суммируемых данных формулы (2), рассматриваются как положительный и отрицательный ранги. Если мы будем рассматривать в качестве статистики сумму отрицательных рангов, то мы получим спектральные линии, отраженные на рис. 7.

Классический коэффициент корреляции Пирсона и его дифференциально-дискретный аналог практически существенно меньше коррелированы ($\text{corr}(r, \langle r_{13} \rangle) \approx -0.60871$), чем разностные корреляции Пирсона. При этом вероятности ошибок первого и второго рода для этого класса преобразований оказываются применимы $\text{PEE} \approx 0.45$ на практике.

Снизить показатель корреляционной сцепленности примерно в 10 раз до величины $\text{corr}(r, \langle r_{14} \rangle) \approx 0.05774$, если данные линейного пространства спектральных линий «r13» деформировать гиперболой $15/(s+0.01)$.

Соответствующий этой деформации спектр приведен на рис. 8.

Состояние спектров состояний метрики «r9» (рис. 4) и спектров состояний метрики «r14» (рис. 8) похожи, но не совпадают.

Заключение

Хи-квадрат критерий Пирсона в 1900 создавался как континуальный критерий, однако уже в 1973 году [1], стала очевидной возможность перехода к дискретной форме его описания для малых выборок. Сегодня дискретно-континуальные формы описания $(x) \leftrightarrow \Psi("x")$ случайностей построены более чем для десятка статистических критериев. Принципиально важна не сама процедура перехода от одной формы описания случайности к другой, а принципиально разные свойства данных представленных в двух разных формах. Необходимо научиться извлекать пользу из возможности дуального представления случайности в двух разных, но дополняющих друг друга формах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dahiya R.C., Gurland J. How many class in the Pearson hi-square test? //Journal of the American Statistical Association. 1973. V.68, № 303, p.p. 707–712.
2. Ахметов Б.Б., Иванов А.И., Фунтикова Ю.В. Дискретный характер закона распределения хи-квадрат критерия для малых тестовых выборок //Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. 2015. № 1. С. 17–25.
3. Иванов А.И. Искусственные математические молекулы: повышение точности статистических оценок на малых выборках (программы на языке MathCAD): препринт // Пенза: Изд-во «ПГУ», 2020, 36 с.

4. Zolotareva T.A. Statistical Characteristics of Decisions Made by a Neural Network Molecule with Quadrant Quantization and a Molecule with Data Quantization by Two Ellipses / T.A. Zolotareva, A.I. Ivanov // Software Engineering Perspectives in Intelligent Systems Proceedings of 4th Computational Methods in Systems and Software 2020, Vol.1 — Q3. — ISSN: 2194–5357 (electronic), p. 829–835.
5. Иванов А.И., Банных А.Г., Куприянов Е.Н., Лукин В.С., Перфилов К.А., Савинов К.Н. Коллекция искусственных нейронов эквивалентных статистическим критериям для их совместного применения при проверке гипотезы нормальности малых выборок биометрических данных. /Сборник научных статей по материалам I Всероссийской научно-технической конференции «Безопасность информационных технологий», 24 апреля, Пенза 2019, с. 156–164.
6. Иванов А.И. Искусственные математические молекулы: повышение точности статистических оценок на малых выборках (программы на языке MathCAD): препринт // Пенза: Изд-во «ПГУ», 2020, 36 с.

© Золотарева Татьяна Александровна (zolotarevatatyana2016@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Липецк

DOI 10.37882/2223–2966.2021.04.20

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ¹

HYDRODYNAMIC APPROACH TO MODELING NON-STATIONARY PROCESSES IN IONOSPHERIC PLASMA

E. Zubkov
Yu. Dedkov
P. Karataeva
V. Khudenko

Summary. Based on an improved mathematical model of low-energy near-Earth space plasma, non-stationary problems of evolution of the ionosphere-plasmasphere system under various heliogeophysical conditions are considered. The model allows solving the complete system of hydrodynamic equations for nine kinds of ions and electrons, taking into account their heat balance, as well as the diffusion equations for metastable and small components.

Based on the results of numerical modeling, the space-time distributions of the key macroscopic parameters of the ionospheric-magnetospheric plasma are obtained and analyzed.

Keywords: mathematical model, ionosphere, plasmasphere, magnetosphere, numerical methods, hydrodynamic description, concentration, velocity, temperature.

Зубков Евгений Вячеславович
Аспирант, ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта
evgenyzubkov@mail.ru

Дедков Юрий Викторович
Аспирант, ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта
yuri.dedkov@gmail.com

Каратаева Полина Михайловна
Аспирант, ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта
karataeva.polina@list.ru

Худенко Владимир Николаевич
К.ф.-м.н., профессор, ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта
VKHudenko@kantiana.ru

Аннотация. На основе усовершенствованной математической модели низкоэнергичной околоземной космической плазмы рассмотрены нестационарные задачи эволюции системы ионосфера-плазмосфера в различных гелиогеофизических условиях. Модель позволяет решать полную систему гидродинамических уравнений для 9 сортов ионов и электронов с учетом их теплового баланса, а также уравнения диффузии для метастабильных и малых компонент.

По результатам численного моделирования получены и проанализированы пространственно-временные распределения ключевых макрофизических параметров ионосферно-магнитосферной плазмы.

Ключевые слова: математическая модель, ионосфера, плазмосфера, магнитосфера, численные методы, гидродинамическое описание, концентрация, скорость, температура.

Введение

Непрерывное возрастание техногенного (химического, электромагнитного) воздействия на ионосферу Земли требует глубокого понимания физико-химических процессов в околоземной плазме, умения прогнозировать возможное поведение этой многокомпонентной среды в различных геофизических условиях. [1–2]

В данном классе задач численное моделирование необходимо проводить для сильно неоднородной разреженной среды (с перепадом плотности более чем

в 15 порядков) — от нейтральной атмосферы до полностью ионизованной плазмы в верхней части ионосферы и плазмосферы. В этой плазменной среде одновременно присутствуют разномасштабные процессы: возникновения и эволюции сильных разрывов (ударных и магнитозвуковых волн), сильно различающиеся доли внутренней и кинетической энергии плазмы в возмущенной области, большая неоднородность параметров на рассматриваемых масштабах ионосферы Земли, длительные времена подлежащих исследованиям процессов, образующихся и эволюционирующих под совместным действием силы тяжести, геомагнитного поля и техногенных возмущений [3].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20–01–00361).

Теоретической базой исследования процессов, контролирующих образование и распределение тепловой плазмы в системе ионосфера-плазмосфера, является метод математического моделирования, реализующий в различных приближениях решения уравнений гидродинамики и физической кинетики, описывающих поведение плазменных компонент ОКП.

В статье представлены полученные для средних широт результаты вычислительных экспериментов в различных гелиогеофизических условиях.

1. Описание физико-математической модели

Используемая в данной работе физико-математическая модель системы ионосфера-плазмосфера, основанная на системе уравнений магнитной гидродинамики, позволяет рассчитывать концентрации, температуры и скорости ионов $H^+, He^+, O^+, N^+, N_2^+, O_2^+, NO^+, H_2O^+, OH^+$ и электронов вдоль геомагнитной силовой трубки от высоты 125 км до нескольких радиусов Земли.

В модели также решаются уравнения диффузии для малых нейтральных и возбужденных компонент, в том числе и таких как $O(^1D), N(^2D), O_2(A^1\Delta g), H_2O, N_2^{(v)}$.

Магнитогидродинамическое описание ионосферной плазмы наиболее естественным образом осуществляется в системе координат, связанной с геомагнитным полем. Выбором дипольной системы координат сведем физическую задачу трехмерного движения плазмы к двумерной математической задаче в переменных s (координата вдоль силовой линии) и t (время).

Математическая модель основана на численном решении системы уравнений гидродинамики частично ионизированной плазмы для ионов и электронов. Система уравнений непрерывности, движения и теплового баланса для заряженных компонент может быть записана [3–4] в следующем виде:

$$\frac{\partial n_\alpha}{\partial t} + \frac{1}{A} \frac{\partial A n_\alpha u_\alpha}{\partial s} + L_\alpha n_\alpha = Q_\alpha \tag{1}$$

$$\frac{\partial u_\alpha}{\partial t} + u_\alpha \frac{\partial u_\alpha}{\partial s} + \frac{1}{m_\alpha n_\alpha} \frac{\partial P_\alpha}{\partial s} = F_\alpha \tag{2}$$

$$\frac{3}{2} k n_\alpha \left(\frac{\partial T_\alpha}{\partial t} + u_\alpha \frac{\partial T_\alpha}{\partial s} \right) + \frac{P_\alpha}{A} \frac{\partial A u_\alpha}{\partial s} - \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial s} \left(A \lambda_\alpha \frac{\partial T_\alpha}{\partial s} \right) = \Theta_\alpha \tag{3}$$

Здесь $n_\alpha, u_\alpha, T_\alpha, m_\alpha, P_\alpha$ — соответственно концентрация, продольная скорость, температура, масса, давление частиц сорта α , A — расходимость силовых линий магнитного поля, L_α — коэффициент рекомбинации, Q_α — функция ионизации, F_α — проекция внешних сил (гравитация, силы трения, электрические силы)

на силовую линию магнитного поля, λ_α — коэффициент теплопроводности, Θ_α — разность скоростей нагрева и охлаждения, k — постоянная Больцмана.

Положим справедливым условие квазинейтральности плазмы

$$u_e = \frac{1}{N_e} \sum_{i=1}^9 n_i u_i.$$

Химические реакции, определяющие кинетику ионов, а также образующихся в результате их взаимодействия с нейтральными компонентами молекулярных ионов, представлены в [5–8].

Учет взаимодействия плазмы с горизонтальным термосферным ветром на ионосферных высотах проводится так же, как в [5]. Члены Θ_α , входящие в уравнение теплового баланса (3), которые учитывают упругие и неупругие процессы обмена энергией между заряженными частицами и нейтральными составляющими, взяты из [8]. Для расчета нагрева тепловой плазмы сверхтепловыми электронами решалось кинетическое уравнение для сверхтепловых электронов [3]. Нестационарные уравнения фотохимического равновесия для молекулярных ионов O_2^+, NO^+, N_2^+ записываются в виде

$$\frac{\partial n_i}{\partial t} = Q_i - \alpha_i n_i, \quad i = 3, 4, 5. \tag{5}$$

Высотное-временное распределение метастабильных и малых нейтральных компонент описывается дифференциальным уравнением в частных производных параболического типа

$$\frac{\partial N_k}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial s} \left(D_k \frac{\partial N_k}{\partial s} + \beta_k N_k \right) - \alpha_k N_k + Q_k,$$

где N_k — концентрация k -й нейтральной составляющей, Q_k и α_k — члены, учитывающие образование и потери частиц в фотохимических реакциях, D_k — коэффициент молекулярной диффузии.

Численное решение системы уравнений модели осуществлялось вдоль геомагнитной силовой линии с применением метода конечных разностей. Линеаризация разностных уравнений проводилась с использованием значений неизвестных функций, взятых с предыдущего временного слоя, с последующими итерациями по нелинейности и связанности уравнений.

Усовершенствованы численные методы решения уравнений для многокомпонентной ионосферно-магнитосферной плазмы [9–11]. Основное внимание уделено методам решения системы уравнений непрерывности

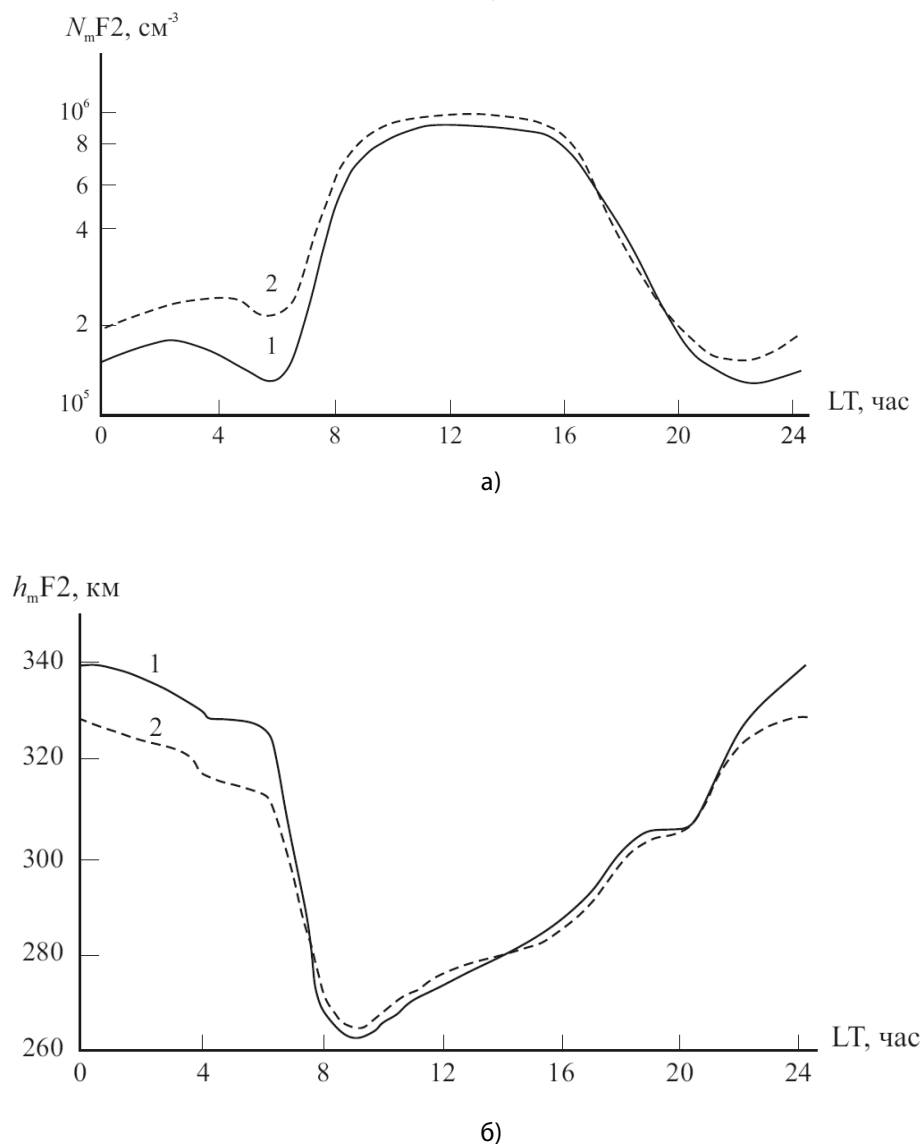


Рис. 1. Суточные вариации $N_m F2$ (а), $h_m F2$ (б).

1 — диффузионное приближение, 2 — гидродинамическое приближение.

и движения ионов. Разработаны вычислительные алгоритмы, решающие уравнения переноса в гидродинамическом приближении. Вычислительные эксперименты показали успешность применения этих алгоритмов при моделировании стационарных и периодических процессов в системе ионосфера-плазмосфера.

Разработан вычислительный алгоритм расчета скорости нагрева тепловой плазмы фотоэлектронами в плазмосфере и ионосфере Земли. С использованием кинетического уравнения вычислялись энергетические спектры сверхтепловых электронов в магнитосжатых областях с учетом эффектов захвата и потерь энергии при их прохождении через плазмосферу. Для решения уравнений переноса сверхтепловых электро-

нов разработаны абсолютно устойчивые разностные схемы и алгоритмы их решения.

Результаты численного моделирования

Для решения нестационарных задач эволюции системы ионосфера-плазмосфера в спокойных и возмущенных условиях были проведены усовершенствования численных методов и алгоритмов.

Для расчета пространственно-временных вариаций температуры и концентраций нейтральных компонентов O, H, He, N, O_2, N_2 используется модель термосферы MSIS [12].

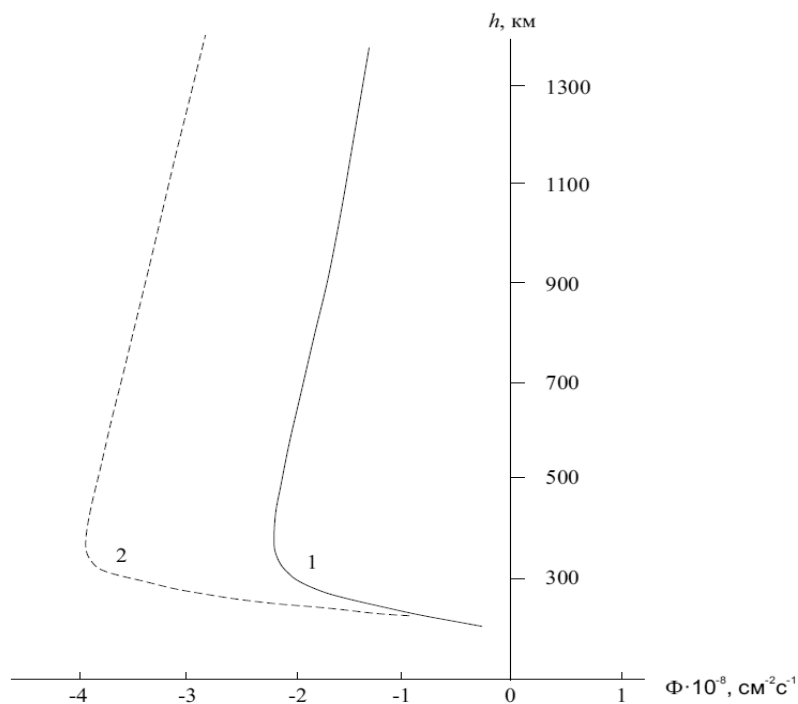


Рис. 2. Высотные профили ионных потоков для 00.00 LT:
1 — диффузионное приближение, 2 — гидродинамическое приближение.

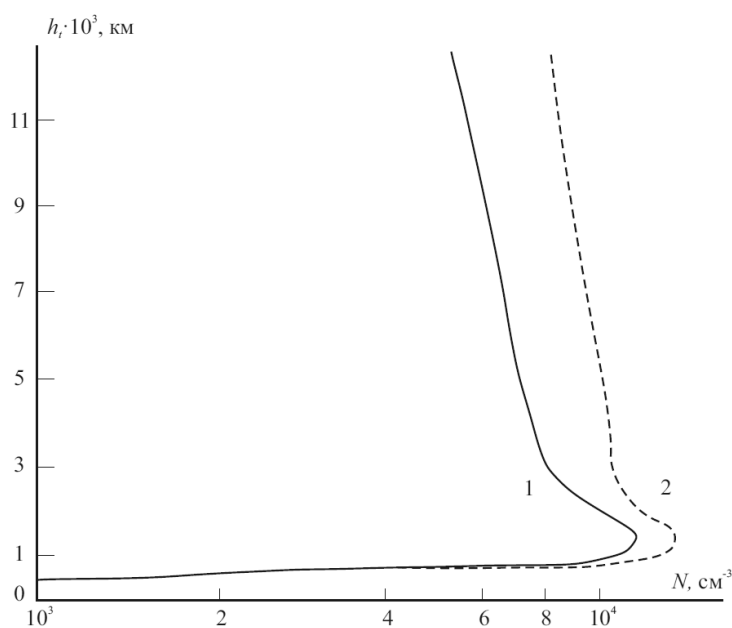


Рис. 3. Высотные профили концентрации ионов Н+, 12.00 LT:
1 — диффузионное приближение, 2 — гидродинамическое приближение.

В качестве первой модельной задачи был выбран расчет ионосферно-плазмосферных параметров в геомагнитной трубке с параметром Мак-Илвайна $L = 3$ для средней геомагнитной активности (индекс $K_p = 3$), низкой солнечной активности (индекс $F_{10.7} = 80$) и на-

чала года (зима в северном полушарии, лето — в южном).

Подобная задача рассматривалась в работе [3], но в данной постановке используется другая модель

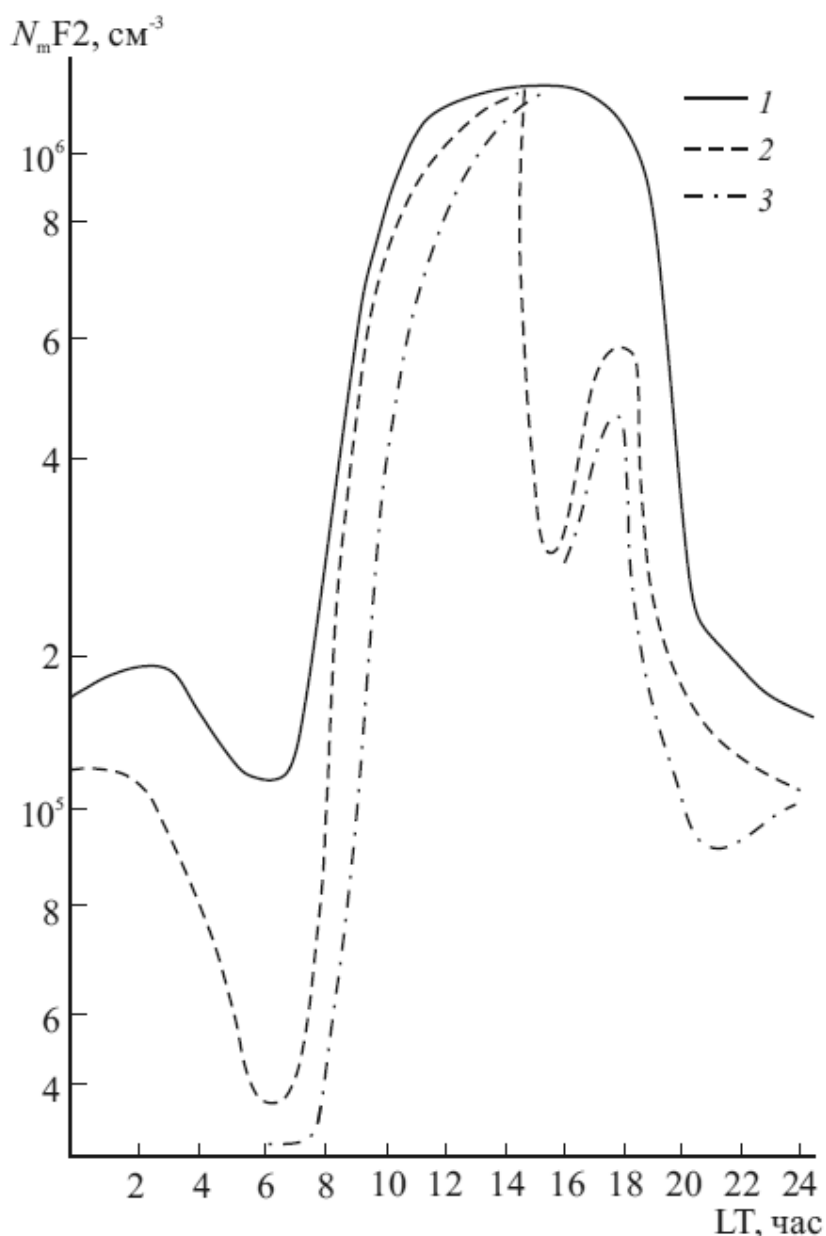


Рис. 4. Суточные вариации максимума F2-слоя.
 1 — фоновые значения $N_m F2$, 2 — значения $N_m F2$ при $[H_2O] = 10^7 \text{ см}^{-3}$,
 3 — значения $N_m F2$ при $[H_2O] = 10^8 \text{ см}^{-3}$.

нейтральной атмосферы [12], учтены новые физико-химические процессы, применен новый вычислительный алгоритм.

На рисунке 1 показан суточный ход концентрации максимума F2 слоя $N_m F2$, а также высоты максимума F2 области $h_m F2$ для среднеширотной ионосферы.

В светлое время суток результаты, полученные в диффузионном и гидродинамическом приближениях, хорошо согласуются.

Однако, как видно из сравнения приведенных профилей, в послезаходный период и в течение всей ночи концентрация электронов различаются значительно (максимум в 1,8 раза).

Это можно объяснить тем, что поддерживающие ночную ионосферу потоки Φ заряженных частиц из плазмосферы, рассчитанные в гидродинамическом приближении, существенно превосходят, как видно из рисунка 2, соответствующие потоки, полученные в диффузионном приближении.

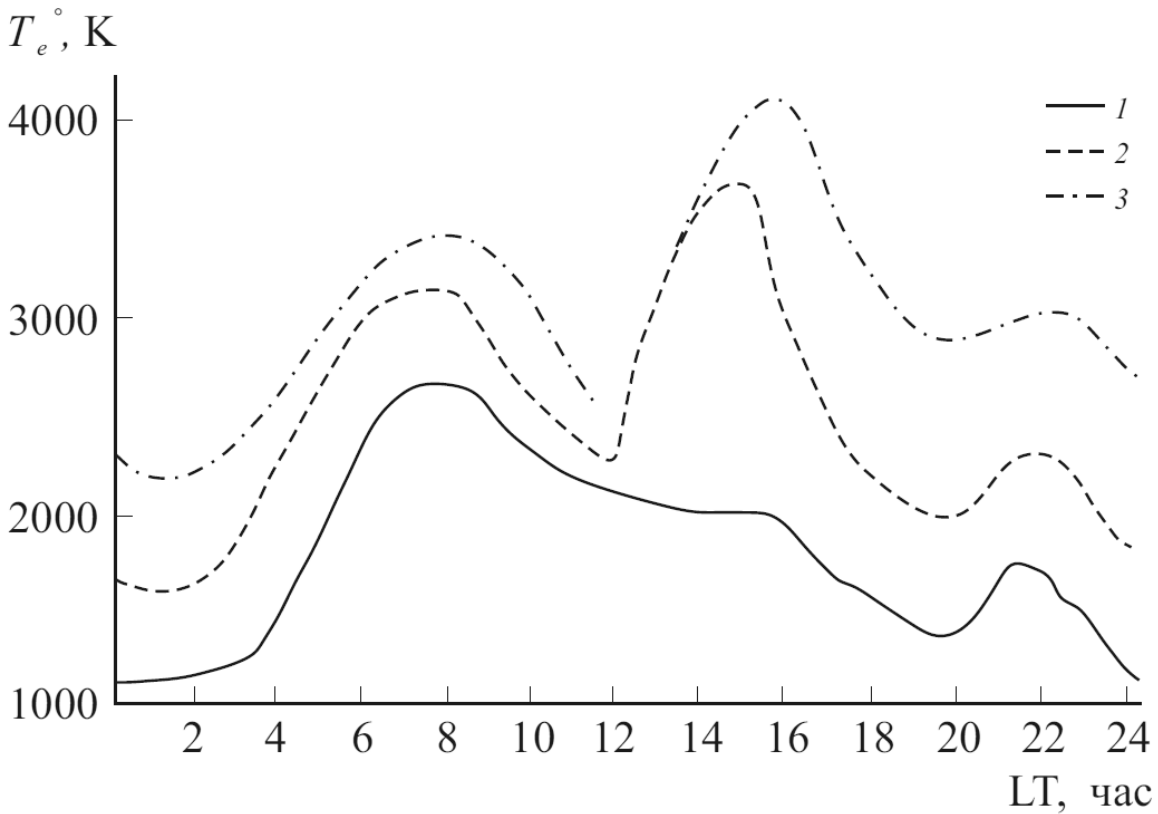


Рис. 5. Суточные вариации электронной температуры T_e на высоте $[N_m F2]$; (обозначения кривых соответствуют рис. 4)

Различия между гидродинамическим и диффузионным приближением наблюдается и в распределение ионов H^+ вдоль геомагнитной трубки (рис. 3)

При этом расхождение высотных профилей ионов H^+ в плазмосфере почти одинаково в течении суток.

Таким образом, в целом гидродинамическое описание дает более высокое содержание заряженных частиц в плазмосфере и ионосфере.

Следовательно, в спокойных геофизических условиях потоки, которыми обмениваются ионосфера и плазмосфера, являются гидродинамическими.

Вторая модельная задача решалась для силовой трубки ($L = 2$) для высокой солнечной активности (индекс $F_{10.7} = 200$) в зимних условиях.

На рис. 4 представлены суточные вариации $N_m F2$ при выбросах H_2O для зимних условий в полдень.

В первом эксперименте выброс воды составил на высоте $h_m F2$ $[H_2O] = 10^7 \text{ см}^{-3}$, во втором эксперименте $[H_2O] = 10^8 \text{ см}^{-3}$.

Начальный профиль $[H_2O]$ задавался согласно работе [5]. Затем концентрация H_2O рассчитывалась численно по диффузионному уравнению.

Из рис. 4 видно, что $[N_m F2]$ в первом случае восстанавливается в течение 2 часов. Во втором эксперименте восстановление $[N_m F2]$ наблюдается через сутки.

Восстановление ионосферной «дыры» происходит как за счет ионизации, так и за счет потоков плазмы из плазмосферы в ионосферу.

На рис. 5 представлена суточная вариация электронной температуры T_e на высоте $h_m F2$ при выбросах H_2O .

При выбросах $[H_2O] = 10^8 \text{ см}^{-3}$ наблюдается существенное изменение в высотно-временном поведении электронной температуры.

Заключение

В работе на основе МГД уравнений рассмотрены нестационарные задачи динамики ионосферно-плазмферного взаимодействия.

В рамках усовершенствований модели проведен ряд вычислительных экспериментов в различных гелиогеофизических условиях и показаны основные закономерности в динамике переноса и химической кинетике компонент ионосферной плазмы.

Более корректная постановка задачи моделирования процессов в ионосферно-плазмосферной плазме формулируется для полной системы уравнений непрерывности и движения гиперболического типа.

Показано, что динамика ионосферно-плазмосферного взаимодействия может быть описана в полной постановке.

Результаты второй модельной задачи подтверждают тесную взаимосвязь между концентрацией и температурой электронов, а также важнейшую роль плазмосферы в формировании структуры F2-области и внешней ионосферы. Показано, что уменьшение концентрации электронов и увеличение температуры существенно зависит от количества активного реагента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ступицкий Е.Л., Холодов А.С. Физические исследования и математическое моделирование крупномасштабных геофизических экспериментов: Монография // Издательский Дом Интеллект. 2018.
2. Плазменная гелиогеофизика. Т. 2 // Под редакцией Л.М. Зеленого, И.О. Веселовского. — М.: ФИЗМАТЛИТ. 2008. — 560 с. — ISBN978-5-9221-1041-9.
3. Латышев К.С., Зинин Л.В., Ишанов С.А. Математическое моделирование околоземной космической плазмы // Энциклопедия низкотемпературной плазмы, 2008, т. 7–1, ч. 3, с. 337–349.
4. Ишанов С.А., Мацула П.В. Вычислительный эксперимент при моделировании динамики антропогенных возмущений ионосферно-магнитосферной плазмы // Математическое моделирование. 2012. Т. 24, № 6. С. 128–136.
5. Ишанов С.А., Леванов Е.И., Медведев В.В. Магнитосферно-ионосферные изменения, вызванные полетами космических аппаратов // Инженерно-физический журнал. Национальная академия наук Беларуси. — 2006. Т. 79, № 6, с. 11–15.
6. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. — М.: Наука, 1988, 528 с.
7. Richards P.G. Reexamination of ionospheric photochemistry. J. Geophys. Res. 2011, vol. 116, iss A8, A08307.
8. Кринберг Н.А., Тацилин А.В. Ионосфера и плазмосфера. — М.: Наука, 1984, 189 с.
9. Елизарова Т.Г., Четверушкин Б.Н. Об одном вычислительном алгоритме для расчета газодинамических течений // ДАН СССР, 1984, т. 279, № 1, с. 80–83.
10. Самарский А.А. Теория разностных схем. — М.: Наука, 1983.
11. Chetverushkin B., D'Ascenzo N., Ishanov S., Saveliev V. Hyperbolic type explicit kinetic scheme of magneto gas dynamics for high performance computing systems // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling. 2015. 30(1). P. 27–36.
12. Hedin A.E. Thermospheric model // J. Geophys. Res., 1987, v. 92, № A5, p. 4649–4662.

© Зубков Евгений Вячеславович (evgenyzubkov@mail.ru), Дедков Юрий Викторович (yuri.dedkov@gmail.com),
 Каратаева Полина Михайловна (karataeva.polina@list.ru), Худенко Владимир Николаевич (VKHudenko@kantiana.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

MODEL OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF AMMONIUM NITRATE PRODUCTION PROCESS

K. Kolyazov
E. Odinokova
A. Ostapenko
D. Smirnov
L. Tuchkina
D. Yashin

Summary. This paper analyzes the technological process for the production of ammonium nitrate. In the course of the analysis, it was revealed that the use of an automated process control system allows solving most of the production problems and increasing production and economic indicators. The authors proposed a method for modernizing an automated control system for a steam boiler in the form of a three-level system, defined a regulator, and presented its settings, which ensure the maintenance of the required temperature in the neutralizer.

Keywords: automated control system, regulator, control object, ammonium nitrate.

Колязов Константин Александрович
К.т.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал)
«Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый
казачий университет)»
kaskad006@mail.ru

Одинокова Елена Владимировна
К.п.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский
государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)»
eodinokova@mfmgtu.ru

Остапенко Алина Евгеньевна
Старший преподаватель, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал)
«Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый
казачий университет)»
hardlinka@mail.ru

Смирнов Денис Юрьевич
К.ф-м.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал)
«Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый
казачий университет)»
dsmirnov@mfmgtu.ru

Тучкина Лариса Константиновна
К.п.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский
государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)»
ltuchkina@mfmgtu.ru

Яшин Денис Дмитриевич
К.п.н. доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский
государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)»
dyashin@mfmgtu.ru

Аннотация. В данной работе проведен анализ технологического процесса производства аммиачной селитры. В процессе анализа выявлено, что применение автоматизированной системы управления технологическим процессом позволяет решить большинство производственных задач и повысить производственно-экономические показатели. Авторами предложен способ модернизации автоматизированной системы управления паровым котлом в виде трехуровневой системы, определен регулятор, и представлены его настройки, обеспечивающие поддержание требуемой температуры в нейтрализаторе.



Ключевые слова: автоматизированная система управления, регулятор, объект управления, аммиачная селитра.

На сегодняшний день отмечается активное развитие химической промышленности, в первую очередь это связано с широким применением выпускаемой продукции промышленными предприятиями. Многие виды выпускаемой продукции химическими заводами используются в качестве удобрений, которые применяются в агропромышленном комплексе, в частности — аммиачная селитра. Некоторые виды продукции используются и в других отраслях промышленности.

Аммиачная селитра применяется во многих сферах деятельности человека. Аммиачная селитра относится к основному виду азотного удобрения, которое активно применяется в сельском хозяйстве. В силу больших территорий, которые отводятся на сельскохозяйственные посевы, спрос на азотные удобрения достаточно велик. Вторым по популярности направлением применения аммиачной селитры является горнодобывающая промышленность. В горнодобывающей промышленности

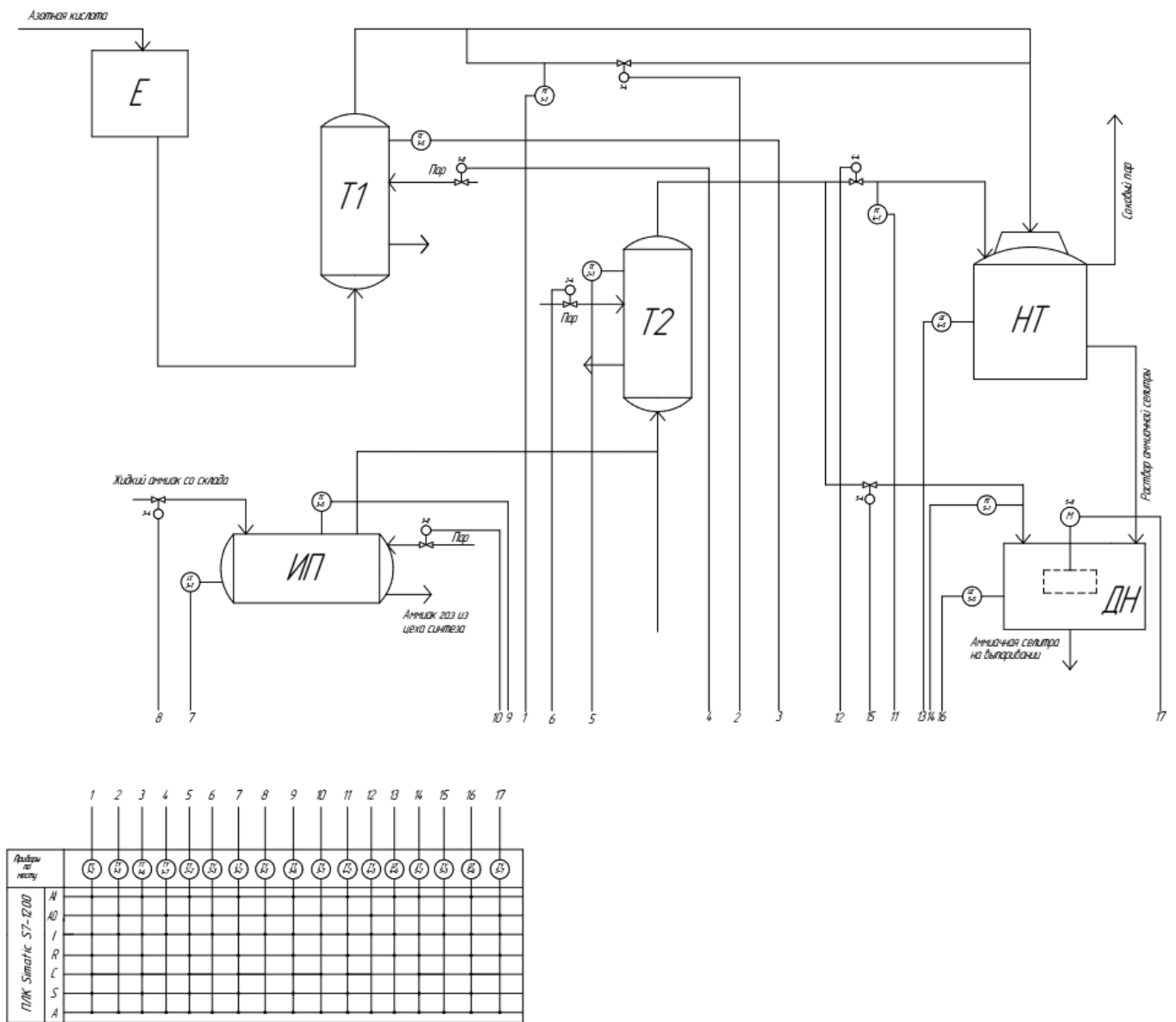


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации технологического процесса нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком

Таблица 1. Экспериментальные данные

t, мин	0	0,1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
x(t), м ³ /ч	15	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
y(t), °C	30	31	42	110	136	175	193	204	213	224	228	230	230

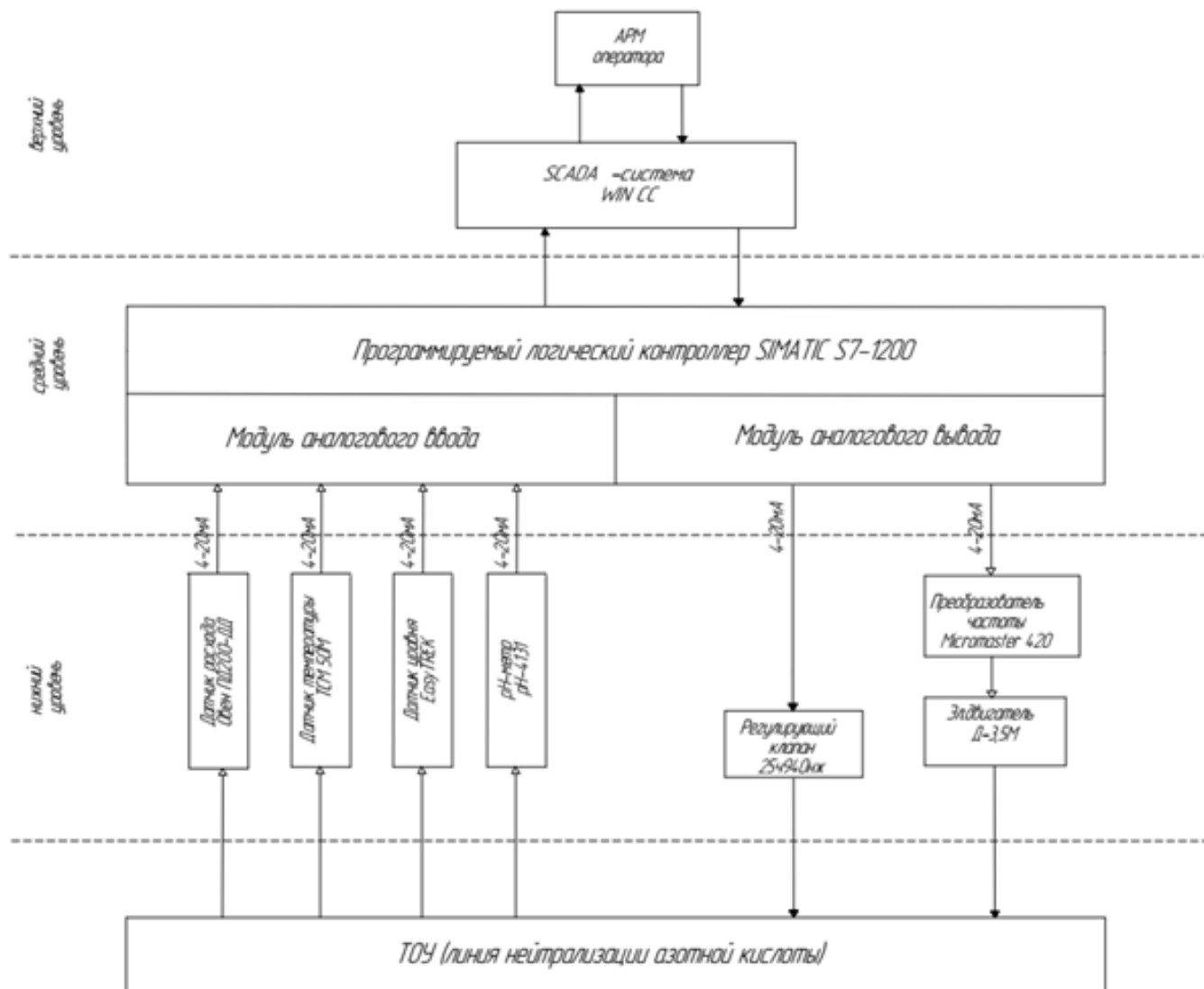


Рис. 2. Структурная схема АСУТП нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком

аммиачная селитра используется в качестве основного компонента для производства взрывчатых веществ.

Промышленный процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком относится к опасному производству, есть риск нанесения вреда здоровью

человека и окружающей среде. Это связано с тем, что в процессе нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком все химические компоненты, используемые в процессе, являются крайне токсичными. В связи с этим, применение автоматизированных систем управления в нейтрализации азотной кислоты газообразным

Таблица 2. Показатели качества замкнутой САР с ПИ и ПИД — регулятором

	T	ψ	σ
ПИ-регулятор	30 сек	0,9	57%
ПИД-регулятор	23 сек	1	4,3%

Для рассмотренного объекта управления выбран ПИД — регулятор.

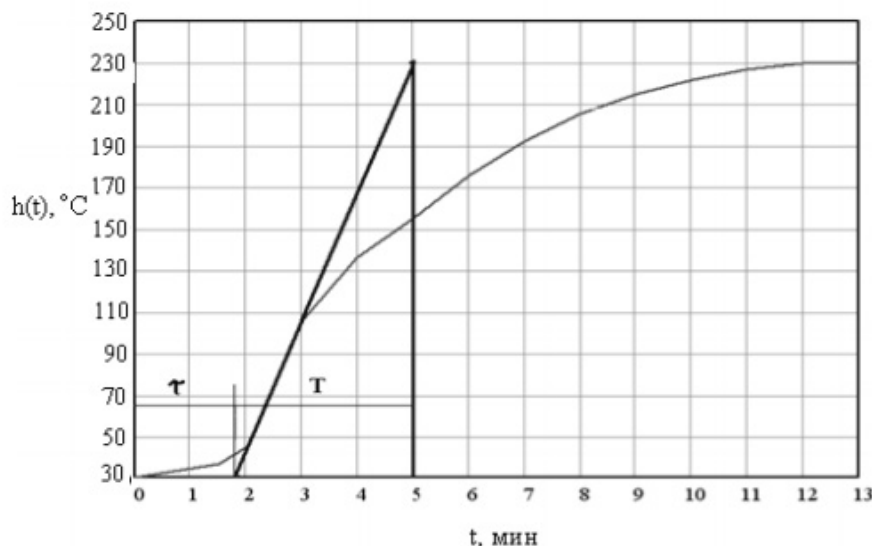


Рис. 3. Переходная функция объекта управления

аммиаком, которое позволит исключить использование человеческих ресурсов в непосредственном производственном процессе, является актуальным вопросом.

Производство аммиачной селитры, как правило, осуществляется путем нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком (рис. 1). В результате данной химической реакции выделяется большое количество тепла, которое затем используется для повышения концентрации аммиачной селитры, что достигается за счет выпаривания воды из раствора аммиачной селитры.

Количество выделяемого тепла при нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком зависит от объема подаваемого газообразного аммиака в нейтрализатор. Слишком большой объем подаваемого газообразного аммиака приведет к существенному увеличению выделяемого тепла, значение которого будет значительно выше температуры кипения азотной кислоты, что может привести к выпадению осадка в виде оксида азота, который будет препятствовать процессу нейтрализации.

Модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком предполагает обновление датчиков, исполнительных механизмов и контроллера, а также построение автоматизированной системы в виде трехуровневой структурной схемы (рис. 2).

Основной задачей автоматизированной системы управления технологическим процессом производства является поддержание требуемой температуры в нейтрализаторе — для этого, необходимо выбрать регулятор и определить его настройки. Рассматривая технологический процесс как объект управления при регулировании температуры в нейтрализаторе, построим экспериментальную переходную функцию объекта управления. Для этого на входе подается ступенчатое воздействие $x(t)$ — расход аммиака, поступающего в нейтрализатор от 15 до 65 м³/ч, измеряется выходное значение — температура в нейтрализаторе (Таблица 1).

С помощью касательной к графику (рис. 3) переходной функции объекта управления определили коэффи-

циенты передаточной функции объекта управления, где:

- ◆ постоянная времени $T_{об} = 3,2$ мин.;
- ◆ время запаздывания $\tau = 1,8$ мин.;
- ◆ коэффициент усиления $K_{oy} = 10$.

Далее был произведен анализ устойчивости АСР с ПИ и ПИД-регуляторами по критерию Найквиста. Ре-

зультаты анализа показали, что замкнутая система с ПИ и ПИД-регуляторами являются устойчивыми.

Для определения качества регулирования замкнутой системы построили графики переходной функции замкнутой системы с ПИ и ПИД-регуляторами, в которых определили время регулирования, степень затухания и перерегулирования (Таблица 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аглиуллин Р.М., Одинокова Е.В., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. Моделирование однослойного персептрона в MS Excel. Стратегии и тренды развития науки в современных условиях. 2018. Т. 2. № 1 (4). С. 58–61.
2. Адигамов М.Б., Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления паровым котлом. В сборнике: Наука. Образование. Инновации. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 6–10.
3. Колязов К.А., Воробьева А.В., Шиянова Н.И. Синтез модели объекта управления с использованием нечеткой логики. Автоматизация в промышленности. 2007. № 7. С. 55–57.
4. Колязов К.А., Одинокова Е.В., Остапенко А.Е., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. Модель рециркуляционного преобразователя на платформе аналогово-цифровой лабораторной установки ETS7000. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 1. С. 103–106.
5. Колязов К.А., Шиянова Н.И., Сиротин П.А. Энергосберегающая система управления на основе нечеткого алгоритма. Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 100–103.
6. Колязов К.А., Одинокова Е.В., Остапенко А.Е., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. Моделирование однослойных нейронных сетей. Colloquium-journal. 2019. № 17–1 (41). С. 44–46.
7. Олейник М.Д., Семенов И.Д., Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления танками в пивоваренном цехе. В сборнике: Интеграция образования, науки и производства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Мелеуз, 2020. С. 110–114.
8. Рахматуллина Э.И., Рудакова Э.В., Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления технологического процесса производства бисквитных рулетов. В сборнике: Интеграция образования, науки и производства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Мелеуз, 2020. С. 134–138.
9. Сиротин П.А., Шиянова Н.И., Колязов К.А. Применение каскадного регулятора для повышения энергоэффективности производства. Наука. Технология. Производство — 2016: Современные методы и средства диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, средств и систем автоматики материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Салавате. УГНТУ, филиал в г. Салавате. 2016. С. 251–253.
10. Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления градирней. В сборнике: Наука. Образование. Инновации. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 131–135.

© Колязов Константин Александрович (kaskad006@mail.ru), Одинокова Елена Владимировна (eodinokova@mfmfgutu.ru),

Остапенко Алина Евгеньевна (hardlinka@mail.ru), Смирнов Денис Юрьевич (dsmirnov@mfmfgutu.ru),

Тучкина Лариса Константиновна (ltuchkina@mfmfgutu.ru), Яшин Денис Дмитриевич (dyashin@mfmfgutu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РОЛЬ ЁМКОСТИ РЫНКА СРЕДСТВ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ ПРИ ОБОСНОВАНИИ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

ROLE OF AIR DEFENSE MARKET CAPACITY IN JUSTIFICATION OF PRODUCTION RELIABILITY

**A. Kryukov
O. Bezverkhy**

Summary. The general characteristics of the world air defense market and the key concepts of market capacity are considered. A study of the competitive positions of the Russian concern AO Concern VKO Almaz-Antey on the domestic and world arms market was carried out. The role of the market capacity in justifying the break-even production of domestic air defense systems based on the materials of the Concern VKO Almaz-Antey JSC is disclosed. The business idea, strategy, tactics and forecast of the demand for weapons with new properties of Russian production have been substantiated.

Keywords: market capacity, production break-even, arms and military equipment market, air defense means, military products.

Крюков Алексей Анатольевич

Исследователь, АО «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей»
kryukov.a_almaz@bk.ru

Безверхий Олег Анатольевич

Заместитель генерального директора,
АО «Машиностроительное конструкторское бюро
«Факел» имени академика П.Д. Грушина»
bezverkhy@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена общая характеристика мирового рынка средств ПВО и ключевые понятия емкости рынка. Проведено исследование конкурентных позиций российского концерна АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» на отечественном и мировом рынке вооружений. Раскрыта роль емкости рынка при обосновании безубыточности производства отечественных средств ПВО на материалах АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей». Обоснована бизнес — идея, стратегия, тактика и прогноз востребованности средства вооружения с новыми свойствами российского производства.

Ключевые слова: емкость рынка, безубыточность производства, рынок вооружений и военной техники, средства противовоздушной обороны, продукция военного назначения.

Введение

Развитие отечественной и мировой торговли продукцией военного назначения требует результативного управления рисками и безубыточностью производства. Емкость рынка является ключевым параметром, который отражает уровень спроса на военную продукцию, и зависит от специфики применения и технических характеристик образцов вооружений, целевой аудитории и географических границ. Этот параметр является определяющим при стратегическом планировании и прогнозировании деятельности предприятий ОПК. Объективная оценка емкости рынка позволяет адекватно предвидеть возможную рыночную позицию предприятия в конкретной нише и разработать бизнес-план. Емкость рынка является фундаментальным понятием как в маркетинговой стратегии, так и в стратегии развития компании в целом. Оценка емкости рынка успешно используется в принятии управленческих решений компаний, работающих на уникальных монополизированных рынках, помогает выработать стратегию действий, а также обосновать масштабы развития и расширения бизнеса.

Емкость мирового рынка вооружений и военной техники оценивается конъюнктурой торговли, тенденциями изменения ее динамики и структуры. В сложившихся условиях высокой изменчивости мировых финансовых рынков, а также значительного уровня неопределенности и рисков в реализации инвестиционных проектов государственных корпораций в сфере разработки систем ПВО усиливается необходимость в оценке емкости рынка и обосновании безубыточности производства.

Методы

Исследование емкости рынка проводили различные отечественные исследователи, в частности, Пехальский М.И., Денисова Т.С., Каратаева О.Г., Медведева О.Е., Мясникова А.В., Попова А.В., Силина Е., Воронин В.П. и другие. Ряд научных трудов посвящен перспективам российских производителей и выпускаемых образцов ПВО на мировом и отечественном рынке вооружений. Например, это исследования авторов: Башкиров Е.Р., Иваха Г.Ю., Юмашева Е.В., Бердников П.М., Черепанов Н.В., Мальцев Н.В.

Однако, аргументация вывода на рынок новых образцов ПВО невозможна без детального обоснования безубыточности производства современных образцов средств ПВО, которая в свою очередь основывается на исследовании перспектив продвижения военной продукции на российском и мировом рынке на основе емкости рынка.

Цель исследования

Рассмотреть понятие емкости рынка и обосновать безубыточность производства средств ПВО и продвижения на уникальных монополизированных рынках.

Результаты исследования

Одним из основных показателей, отражающих перспективы роста спроса на продукцию военного назначения на мировом рынке, является емкость рынка. Специфика оружейного рынка заключается в том, что отдельные средства ПВО достаточно высоко востребованы, одновременно с этим другие образцы вооружений и военной техники (далее — ВиВТ) теряют свои рыночные позиции в условиях развития инновационных и цифровых технологий, усовершенствования технических параметров вооружения и оснащения вооруженных сил противников. Проектирование средств ПВО начинается с разработки технико-экономического обоснования, формирования производственной программы, сметы затрат и калькуляции себестоимости, оценки потребности в инвестициях и привлечении источников финансирования [1].

Среди основных факторов, оказывающих влияние на емкость рынка средств ПВО, являются: сложившаяся геополитическая ситуация в мире, особенности и интенсивность протекания вооруженных конфликтов, обеспеченность вооруженных сил государства средствами обороны, их техническое состояние, уровень государственного финансирования, цены на оборонную продукцию и технические параметры, которые определяют спрос и перспективы сбыта. Следовательно, емкость рынка средств ПВО — это потенциально возможный объем сбыта, достижимый на рынках вооружения при достаточном финансировании заказчиков. Емкость рынка вооружений зависит от рыночных факторов, например, курс валют, политика конкурентов, политическая обстановка [2].

Потенциальная емкость рынка традиционно определяется путем прогнозирования исходя из максимального объема продаж, фактическая же — путем оценки объемов реализации продукции военного назначения конкретными заказчиками на основе предварительно заключенных договоров на поставку. Определение ем-

кости рынка средств ПВО позволяет идентифицировать долю рынка не только страны, но и каждого производителя на мировом рынке вооружений и дальнейшие перспективы ее изменения. На основе данных показателей планируются объемы сбыта проектируемой ПВН на действующих и новых рынках, обосновываются критерии оценки результатов работы сбытовых и сервисных служб [3]. Без емкости рынка компания рискует недополученной прибылью из-за неполного удовлетворения возрастающего спроса на средства ПВО с техническими характеристиками, превышающими мировые аналоги, и с конкурентной ценой. При этом спрос на такую продукцию может расти более высокими темпами при сложившейся рыночной конъюнктуре [3]. После оценки потенциальной емкости рынка прогнозируется спрос и темпы роста рынка, на которых базируется темп роста масштабов производства и потенциал инновационного продукта в сфере производства ПВН.

Инвестиционный проект принимается к реализации при приемлемом сроке окупаемости капиталовложений, рентабельности инвестиций, точке безубыточности и запасе финансовой прочности.

Экономическое обоснование реализуемых инвестиционных проектов по разработке и выпуску средств ПВО с заданными техническими параметрами основывается на прогнозе динамики доходов и затрат, которые на протяжении периода реализации проекта или срока эксплуатации изделия корректируются на коэффициент дисконтирования, определенный исходя из дисконтной ставки, обеспечивающей инвестору необходимую норму прибыли (дохода) [9].

Рассмотрим емкость мирового рынка вооружений. Для мирового экспорта ВиВТ до 2008 года были характерны стабильные годовые темпы роста. Объем экспорта в 2008 году составил 46,985 млрд. долл. Глобальный финансовый кризис 2009 года привел к сокращению мирового объема экспортных поставок вооружений до рекордного за последние 10 лет значения — 44,655 млрд. долл. Восстановление военного экспорта уже в 2010 году достигло объемов в 53,327 млрд. долл., годовой темп роста при этом составил 19,42%. В 2011 году данный показатель достиг значения в 59,132 млрд. долл. (годовой темп роста — 10,58%) (таблица 1).

В 2012–2013 гг. наблюдалось сокращение объемов торговли оружием на глобальном рынке, вызванное рецессией мировой экономики. Всемирный экспорт ВиВТ в 2012 году составил 58,160 млрд. долл. с отрицательным годовым темпом прироста в 1,64%. В 2013 году сокращение мирового объема экспорта ВиВТ составило 55,590 млрд. долл., годовой темп прироста составил -4,42% [4].

Таблица 1. Общемировые военные расходы, военный экспорт/импорт и ВВП в 2011–2018 гг. [4]

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2011-2018
Мировые военные расходы, млрд. долл.	1 635,2	1 626,3	1 626,8	1 630,2	1 563,3	1 575,5	1 598,9	1 678,3	12 934,5
Темп прироста к предыдущему году,%		-0,54	0,03	0,21	-4,10	0,78	1,48	4,97	
Военный экспорт/ импорт, млрд. долл.	59,1	58,2	55,6	67,6	74,3	81,2	86,6	84,8	567,3
Темп прироста к предыдущему году,%		-1,64	-4,42	+21,57	+9,98	+9,24	+6,61	-2,08	
Соотношение экспорта/ импорта к военным расходам,%	3,62	3,58	3,42	4,15	4,75	5,15	5,41	5,05	4,39
Мировой ВВП, трлн. долл.	72,8	74,2	76,3	78,4	74,2	75,2	79,6	84,2	614,9
Темп прироста ВВП к предыдущему году,%		1,90	2,84	2,70	-5,31	1,40	5,82	5,74	

Таблица 2. Структура поставок по категориям на период 2019–2022 гг. (млрд. долл. в текущих ценах) [4]

ВиВТ	2011–2014	2015–2018	2019	2020	2021	2022	2019–2022
Средства ПВО	21,72	37,80	10,85	6,71	10,71	13,17	41,45
Структура,%	9,03	11,56	11,21	6,96	9,89	11,21	9,89
Зенитные ракетные системы	18,54	35,02	10,32	5,71	9,47	12,00	37,50
Зенитные артиллерийские установки	0,73	1,69	0,38	0,51	0,64	0,60	2,13
ПЗРК	2,45	1,09	0,15	0,49	0,60	0,58	1,82
БЛА	3,90	6,48	3,24	4,64	2,44	3,35	13,66
Структура,%	1,62	1,98	3,34	4,81	2,25	2,85	3,26
БЛА класса MALE и HALE	2,04	4,71	2,69	4,40	2,25	3,22	12,56
Тактические БЛА	1,55	1,47	0,22	0,14	0,10	0,10	0,55
Мини и микро БЛА	0,32	0,31	0,33	0,10	0,09	0,03	0,55

Объемы мировой торговли ВиВТ имел место в 2014 году значительно возросли до 67,584 млрд. долл. (+21,57%). В 2015 году объем торговли оружием достиг 74,334 млрд. долл., темп прироста составил 9,98%. В 2016 году — 81,200 млрд. долл. (темп прироста 9,24%), в 2017 году — 86,572 млрд. долл. (темп прироста 6,61%). В 2018 году динамика торговли вооружением была отрицательна (84,769 млрд. долл., темп прироста составил –2,08%).

Причиной роста объемов экспорта ВиВТ в 2014–2017 гг. является начало поставок США вооружений и военной техники в страны Ближнего Востока (прежде всего, Саудовской Аравии) [4].

В 2011–2018 гг. США лидировали по объему заказов на разработку и поставку вооружений — 367,636 млрд. долл., что составляет 45,7% в структуре всемирного портфеля контрактов. В 2017 году США заключили максимальный объем контрактов на сумму 72,311 млрд. долл. (69,75% от суммы всех контрактов на разработку и поставку вооружений в 2017 году). На втором месте находится РФ, сумма заказов составила 93,940 млрд. долл. (11,7%) в 2011–2018 гг. Другие ключевые западноевропейские поставщики вооружений, а также Израиль и Китай значительно уступают России [4].

Рассмотрим оценку потенциальной емкости рынка на период 2019–2022 гг. в разрезе категорий ВиВТ,

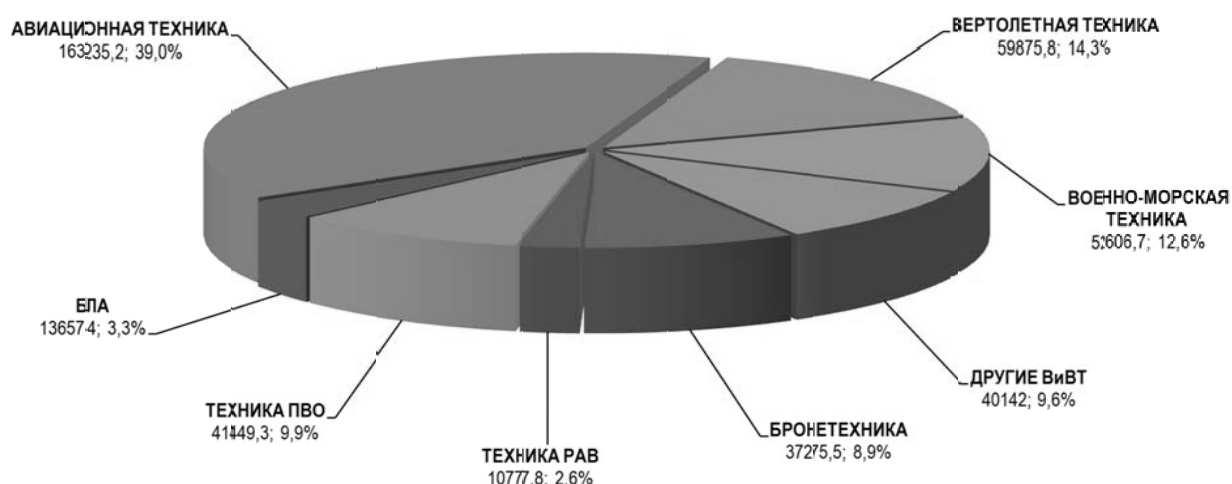


Рис. 1. Структура мировых поставок ВиВТ по идентифицированным контрактам в 2019–2022 гг. (млн. долл. в текущих ценах) [4]

на основе заключенных контрактов на октябрь 2019 г. Объемы экспорта по категориям ВиВТ показаны в периодах 4 года, использованных для наглядности оценки.

В ближнесрочной перспективе в структуре мирового военного экспорта наблюдается фактическое сохранение объемов продаж средств ПВО, она сохраняют за собой 4 место (долевой объем сократится с 10,49% до 9,89% — снижение на 0,6%), однако ожидается существенное увеличение долевого объема продаж по категориям беспилотных летательных аппаратов. Существующий уровень развития средств дистанционного управления средствами вооружения кардинально меняет требования к полезной нагрузке и тактике применения летательного аппарата: из обязательных систем исключены системы жизнеобеспечения пилота, снижаются требования по защищенности летательного аппарата, становится принципиально возможной потеря техники в ходе боестолкновения. Также снижаются накладные расходы на ее содержание и эксплуатацию. Данный факт является знаковым в структуре применяемых сил и средств, и в дальнейшем, скорее всего, изменит структуру экспорта средств противовоздушной обороны России.

С 2011 по 2018 гг. ежегодный объем вновь заключаемых контрактов превышал объем фактического экспорта. Это доказывает стабильное развитие мирового рынка вооружений.

В 2011 году темп роста мирового объема заключенных контрактов достиг 142% к фактическому объему экспорта вооружений, в 2012 году — 153%, в 2013 году — 126,2%, в 2014 году — 169,3%, в 2015 году —

144,4%, в 2016 году — 124,3%, в 2017 году — 137,5% и в 2018 году — 140,4% [4].

Общий мировой пакет экспортных заказов на поставку ВиВТ в 2011–2018 гг. составил 803,897 млрд. долл., существенно превышая фактический экспорт (567,342 млрд. долл.). «Переходящий» портфель мировых заказов на поставку ПВН на перспективу по данным 2011–2018 гг. составляет 236,5 млрд. долл.

Пакет заказов на 2020–2022 гг. в части средств ПВО проходит стадию окончательного формирования и в ближайшее время стоит ожидать его пополнения.

Таким образом, мы наблюдаем устойчивый спрос в ближнесрочной, а скорее всего и в долгосрочной перспективе, на средства противовоздушной обороны при значительном увеличении количества, роли и порядке боевого применения беспилотных летательных аппаратов.

Рост спроса на глобальном рынке на зенитные ракетные системы (далее — ЗРС) ПВО российского производства в долгосрочном периоде объясняется их высокими тактико-техническими параметрами и преимуществами российских ЗРС над западными аналогами, прежде всего, американскими. Превосходство российских ЗРС над аналогами производства США подтверждено зарубежными экспертами, которые считают, что технический уровень средств ПВО России позволяет фактически исключить возможность «выживания» авиации ВВС США при военном конфликте. Это является исключительно важным стратегическим преимуществом на внешних рынках вооружения [6].

Среди комплексов малой (и отчасти средней) дальности разработаны новые модели ЗУР с использованием инновационных головок с активным радиолокационным самонаведением, укомплектованными иногда авиационными ракетами с инфракрасным самонаведением. Примеры таких комплексов — американский SLAMRAAM и американо-норвежский NASAMS, которые применяют ракеты AIM-120 AMRAAM, а также европейский MICA VL, израильский Spyder. Данные ЗРК пользуются спросом на рынке вооружений и в ближайшее время займут большую его часть [7].

Основными зарубежными поставщиками средств ПВО/НПРО на мировой рынок вооружения являются компании из США (Lockheed Martin, Raytheon Company), стран Западной Европы (Thales — Франция, Saab — Швеция, Kongsberg — Норвегия, MBDA — консорциум компаний Италии, Великобритании, Франции, Германии) и Израиля (IAI и Rafael) [6]. Правительства данных государств традиционно рассматривают экспорт ВВСТ, в том числе систем ПВО, как стратегическое направление обеспечения национальных интересов, требующее приоритетных мер государственной поддержки для сохранения и усиления позиций оборонных предприятий [8].

На мировом оружейном рынке Россия предлагает высокоэффективные ЗРК малой дальности с командным наведением, среди которых: ЗРК серии «Тор», зенитные ракетно-пушечные комплексы семейств «Тунгуска» и «Панцирь-С1» [8].

В последние годы Россия наращивает долю мирового рынка ЗРС/ЗРК за счет высокой конкурентоспособности отечественных средств ПВО и разработанных российскими конструкторами систем всех возможных классов. В некоторых сегментах российские разработки уникальны на мировом рынке, в частности, «Тор» «Панцирь-С1», С-350 [9].

АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» является холдингом радиоэлектронной промышленности полного цикла в России. Концерн разрабатывает, производит модернизирует, обслуживает, поддерживает работоспособность, ремонтирует и утилизирует ЗРС и ЗРК, их элементов, РЛК, РЛО, систем автоматизированного управления оружием и иной продукции различного назначения. Средства ПВО/НПРО производимые Концерном — это сложные, наукоемкие и высокотехнологичные образцы ВВСТ, которые поставляются в ВС РФ и на экспорт.

В России Концерн лидирует в ОПК в сфере проектирования систем ПВО/ПРО. Концерн разрабатывает и поставляет продукцию по заказам Минобороны в рамках

ГОЗ и Государственной программы вооружения. Общая доля Концерна в разработке, серийном производстве и эксплуатации средств ПВО/НПРО в рамках ОПК России составляет 75–80% [10]. Концерн занимает прочную позицию на мировом рынке в своей нише. По оценкам экспертов, доля ПВН, выпускаемых Концерном, достигает 65–75% в структуре экспорта средств ПВО/НПРО. Экспортные заказы составляют значительную долю в структуре общего портфеля заказов Концерна. В Концерне входят большинство разработчиков и производителей систем и средств ВКО в России. В сегменте ЗРС большой и средней дальности на российском рынке Концерн является монополистом. Концерн наращивает объемы выпуска средств ПВО, улучшает результаты НИ-ОКР, которые позволяют разрабатывать современные ПВН с высокими техническими параметрами. Все это позволяет сделать вывод, что сложившееся на сегодняшний день устойчивое положение Концерна сохранится в ближайшем будущем [11].

АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» планирует разработку и реализацию проекта выпуска новых средств ПВО в сегменте ЗРК на российском и мировом рынке. Проектируемый комплекс должен иметь собственные средства слежения за воздушной обстановкой, сопровождения целей и наведения оружия. Одновременно с этим необходимо использовать системы связи и управления, позволяющие отдельному комплексу передавать собранную информацию другим потребителям, а также получать целеуказание из сторонних источников. Отдельные комплексы и целые батареи должны формировать единую информационную сеть, «накрывающую» крупные районы. Такая возможность в некоторой мере упростит организацию ПВО, а также повысит боеспособность отдельных соединений за счет возможности своевременного оповещения о возможных угрозах. Как показывает имеющийся опыт эксплуатации современных ЗРК, важнейшей особенностью их бортового оборудования является автоматизация различных процессов.

Необходимо провести оценку соответствия научных и производственно-технологических возможностей Концерна ВКО «Алмаз-Антей» поставленной задаче по разработке перспективных средств противовоздушной обороны по противодействию БЛА.

Для оценки влияния проекта по созданию средства ПВО с новыми свойствами на организационно-производственную структуру АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» и используемые технологии рассмотрим ключевые характеристики компонент.

В настоящее время системы ПВО малого радиуса действия используют ракетное вооружение (семейство

«Тор») или комбинированный комплекс с ракетами и пушками («Панцирь-С1»). Такой подход к вооружению зенитных комплексов целесообразно сохранить. Наличие в периметре Концерна Машиностроительного конструкторского бюро «Факел» ОКБ «Новатор», Долгопрудненского научно-производственного предприятия, ведущих разработчиков ракетной техники в России и мире с численностью работников более 10 000 человек позволяет позитивно оценивать перспективы создания новейших ударных средств поражению [12].

Анализ существующих средств радиолокационного обнаружения показывает, что основные приложения научно-практического потенциала Концерна будет необходимо произвести в данном сегменте. Все эксплуатируемые системы зенитно-ракетного и зенитно-артиллерийского вооружения предназначены для поражения воздушных целей малых, средних и крупных размеров. Однако, после разработки современных малоразмерных БЛА, показатели разведывательных и огневых возможностей борьбы с ними у эксплуатируемых сегодня средств ПВО существенно снижаются [7].

В качестве примера перспективного образца вооружения можно привести комплекс обнаружения и противодействия БЛА «РЛК-МЦ-А» производства НПО «Лианозовский электромеханический завод», который способен обнаруживать объекты на дальности до 20 км. В качестве основного средства обнаружения используется обзорная трехкоординатная РЛС X-диапазона, в которой впервые применена полностью адаптивная система СДЦ. Благодаря этому РЛС комплекса эффективно обнаруживает и сопровождает малоскоростные, малоразмерные цели. В качестве дополнительного источника информации в комплексе «РЛК-МЦ» используется поворотная оптико-электронная система с телевизионным каналом, которая работает по целеуказанию от РЛС комплекса. Еще одним источником дополнительной информации являются встроенные в комплекс средства радиоэлектронного пеленгования и воздействия, которые обеспечивают обнаружение, пеленгацию и воздействие на источники радиоизлучения БЛА в широком диапазоне частот.

Как пример компактных радиолокационных систем можно рассмотреть РЛС «Фара-ВР» и «Соболятник-О» разработки и ПАО «НПО «Стрела» [14]. Аналогичные разработки разной степени реализации инициативно ведутся ФНПЦ «ННИИРТ», НПО «Алмаз», ВНИИРТ, НПО НИИИП-НЗиК, входящими в состав Концерна, являющимися ведущими предприятия России по созданию радиолокационной техники.

Концерн и его дочерние общества, прежде всего НПО «Алмаз», являются разработчиками большинства

эксплуатируемых автоматизированных систем управления, средствами ПВО, эксплуатируемых Министерством обороны России, таким как «Байкал», «Эльбрус», «Вертикаль», «Фундамент», «Москва», «Универсал», «Пирамида», АСУ Войск ПВО и ВКО [6].

Рассмотрим требования по мобильности современных систем ПВО. В настоящий момент ведется разработка Министерством обороны Российской Федерации унифицированных бронированных платформ «Курганец-25», «Бумеранг» и «Армата». Все они в теории могут стать основой для перспективных ЗРК. Применение подобных шасси позволит унифицировать зенитные комплексы с другой бронетехникой войск, благодаря чему упростится совместная эксплуатация разных образцов, а также будут исключены возможные проблемы с работой в одних боевых порядках.

Анализируя рынок аналогов вооружения, рассмотрим комплекс обнаружения и противодействия БЛА «РЛК-МЦ-А» ориентировочной стоимостью 150 млн. Данный комплекс уступает по механизмам поражения [13].

В реестре госконтрактов заключен 24 декабря 2012 года с ОАО «Ижевский электромеханический завод «Купол» договор на поставку Минобороны РФ военной техники, входящей в состав войскового ЗРК «Тор-М1–2У» [15].

Еще один аналог — зенитно-ракетный пушечный комплекс «Панцирь С1» (по классификации НАТО — SA-22 Greyhound), разработанный тульским ГУП «Конструкторское бюро приборостроения», который позволяет вести борьбу с воздушными, легкобронированными наземными целями, защищать военные и промышленные объекты. В комплексе комплекса — автоматические пушки и управляемые ракеты [16]. «Панцирь-С1» пользуется спросом на зарубежном рынке. Российские ПЗРК закупили Алжир, Ирак, Сирия, ОАЭ, Оман, Иордания и Бразилия [17].

Наиболее перспективно создание средства защиты от воздушного нападения роев БЛА с минимальным ЭПР в облике: отдельно стоящая машина, с малоразмерным классом целей (только очень маленькие, не очень быстрые ЛА), с высокой степенью автоматизации, с новой зенитной управляемой ракетой сверх малой дальности. Обоснована целесообразность реализации проекта созданию новейшего образца вооружения на производственных мощностях АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» с описанными выше свойствами. Разработка новых средств ПВО с заданными техническими характеристиками требует обоснования безубыточности, которая в свою очередь основывается на данных по прогнозу объемов продаж, то есть потенциальной емкости рынка.

Выводы и предложения

Рост спроса на глобальном рынке на ЗРС российской промышленности в долгосрочном периоде объясняется их высокими тактико-техническими параметрами и преимуществами российских ЗРС над западными аналогами, прежде всего, американскими. Анализ емкости рынка средств ПВО показал, что в 2011–2018 г. сумма мировых поставок средств ПВО составила 59,515 млрд. долл., или 10,49% в структуре поставок всех категорий вооружений. Касаемо потенциальной емкости рынка, в ближнесрочной перспективе в структуре мирового военного экспорта наблюдается фактическое сохранение объемов продаж средств ПВО. Пакет заказов на 2019–2022 гг. в части средств ПВО в настоящий момент сформирован более чем на 50%, следует ожидать заключения дополнительных контрактов. Устойчивый спрос в ближнесрочной и долгосрочной перспективе на средства ПВО обу-

словлен значительным увеличением количества, роли и направлений боевого применения беспилотных летательных аппаратов.

Основные тенденции в развитии новейших комплексов ПВО заключаются в появлении возможности работы по малоразмерным целям, сохранении многоканальности, возможность поражения высокоскоростных целей, в том числе баллистических.

На мировом рынке Россия предлагает высокоэффективные комплексы малой дальности с командным наведением. Среди них — ЗРК серии «Тор», уникальные зенитные ракетно-пушечные комплексы семейств «Тунгуска» и «Панцирь-С1». Анализ фактической и потенциальной емкости рынка средств радиолокационного обнаружения показал, что реализация научно-практического потенциала АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» в данном сегменте имеет перспективы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пехальский М.И., Денисова Т.С., Каратаева О.Г. Методы определения расчета емкости рынка. *Международный научный журнал*. 2018. № 5–6. С. 69–78.
2. Медведева О.Е., Мясникова А.В., Попова А.В. Емкость целевого рынка, как часть отраслевого экономического анализа. *Инновационное развитие экономики*. 2019. № 3 (51). С. 139–144.
3. Силина Е., Воронин В.П. Определение емкости рынка. *Материалы студенческой научной конференции за 2018 год*. В 2 ч. 2018. С. 199.
4. Глава 1. Мировые расходы на оборону в 2011–2018 гг. Сайт ЦАМТО. URL: <https://armstrade.org/pages/main/magazines/yearly/report/1/index.shtml>
5. Статистика и анализ мировой торговли оружием. Ежегодник ЦАМТО — 2019. URL: https://armstrade.org/files/yearly_2019_1_1.pdf
6. Безель Я.В. Развитие и совершенствование автоматизированных систем управления воздушно-космической обороны и испытательной базы межвидового испытательного полигона Минобороны России // *Вестник Концерна ПВО «Алмаз–Антей»*. № 2. 2015. С. 13–15.
7. Ростопчин В.В. Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона — проблемы и перспективы противостояния // *Беспилотная авиация* 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/331772628_Udamnye_bespilotnye_letatelnye_apparaty_i_protivovozdusnaa_oborona_problemy_i_perspektivy_protivostoania
8. Башкиров Е.Р., Иваха Г.Ю., Юмашева Е.В. Россия на мировом рынке вооружения: современное состояние и перспективы развития // *Международный студенческий научный вестник*. 2018. № 4–5. С. 758–762.
9. Бердников П.М. Россия на международном рынке вооружений // *Современное состояние и перспективы развития национальной финансово-кредитной системы Сборник материалов III Международной научной конференции студентов специалитета, бакалавриата и магистратуры*. Под редакцией С.П. Федосовой. 2019. С. 334–336.
10. Зайцев Н.А., Платов А.В., Потапов В.А. Радиолокационные станции разведки наземных движущихся целей. Современный уровень и основные направления развития // *Вестник Концерна ПВО «Алмаз–Антей»*. № 1. 2014. С. 41–44.
11. Аминов С. Итоги деятельности Концерна ПВО «Алмаз–Антей» в 2019 году // *Экспорт вооружений*. № 6(147). С. 2–5.
12. Черепанов Н.В., Мальцев Н.В. Конкурентоспособность предприятий оборонно-промышленного комплекса России на международном рынке вооружений // *Конкурентоспособность субъектов хозяйствования в условиях новых вызовов внешней среды: проблемы и пути их решения Сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Под общей редакцией Н.В. Мальцева. 2019. С. 394–398.
13. Зайцев Н.А., Сидоров В.В., Адякин Ю.Н. Радиолокационные комплексы на беспилотных летательных аппаратах — перспективное направление построения разведывательных систем // *Вестник Концерна ПВО «Алмаз–Антей»*. № 2(12). 2014. С. 35–38.
14. Новиков Я.В. Функционирование и развитие ОПК в условиях современных вызовов // *Вестник Концерна ПВО «Алмаз–Антей»*. № 3. 2015. С. 5–10.
15. Новый контракт на ЗРК «Тор-М1–2У». URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/28083/>
16. Непробиваемый «Панцирь»: почему российский комплекс ПВО считается одним из самых эффективных в мире. URL: <https://tvoi54.ru/posts/1698-udarnaja-mosch-pancirja-pochemu-rossiiskomu-zrpk-pancir-s1-net-ravnyh-v-mire-the-national-inter.html>
17. Зенитный ракетно-пушечный комплекс «Панцирь-С1». URL: <https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/artilleriya/pancir-s1/>
18. Бондаренко Н.В., Матюшина Е.Ю. Проблемы повышения конкурентоспособности России на мировом рынке вооружений и военной техники // *Проблемы устойчивого развития экономики в условиях геополитических вызовов современности Материалы Международной заочной научно-практической конференции*. 2017. С. 23–26.

19. Дальченко Е.А., Лемешко О.Е. Мировой рынок вооружений. экспорт и импорт вооружения России // Лучшая научная статья 2019. Сборник статей XXVIII Международного научно-исследовательского конкурса. 2019. С. 29–32.
20. Зверев А.А. Высокотехнологичный экспорт России на мировом рынке вооружений // Валютное регулирование. Валютный контроль. 2019. № 1–2. С. 26–34.
21. Суханова Ю.Н. Россия на мировом рынке вооружений и военной техники в современных условиях // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. 2019. № 21. С. 79–83.
22. Уваркина М., Молодова А.С. Военно-промышленный комплекс России и его место на международном рынке вооружений и военной техники // Школа юных инноваторов. Сборник научных статей Итоговой конференции проектов. 2018. С. 394–396.
23. Ягьяев Р.А. Проблемы и перспективы участия России на мировом рынке вооружений и военной техники // Инновационная наука. 2018. № 1. С. 43–47.
24. Приблизительная стоимость оружия, боеприпасов. URL: <https://monster.livejournal.com/42346.html>

© Крюков Алексей Анатольевич (kryukov.a_almaz@bk.ru), Безверхий Олег Анатольевич (bezverkhy@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



АО «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей»

ИНДИКАТИВНО-ТЕМПОРАЛЬНОЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МНОГОСЦЕНАРНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

INDICATIVE-TEMPORAL LINGUISTIC DESCRIPTION OF MULTI-SCENARIO REGIONAL SOCIO-ECONOMIC PROGRAMS

A. Lomazov

Summary. Within the framework of the problematic of digital intellectual support of regional and municipal administration, the problem of constructing formal information models of programs for the socio-economic development of regions is considered. Taking into account the high level of uncertainty inherent in socio-economic processes and requiring the involvement of experts for their assessment, it was proposed to use the apparatus of linguistic modeling by L. Zade to describe the programs. A complex of linguistic variables has been developed, reflecting the temporal and indicative aspects of the programs. Decision rules for the selection of sub-scenarios based on the system of fuzzy productions are proposed. The developed formal descriptions can be used in the development of management decision support systems when creating and administering the implementation of regional socio-economic programs.

Keywords: regional socio-economic program, scenario, linguistic variable, fuzzy production rule, fuzzy inference, decision support.

Ломазов Александр Вадимович

Аспирант, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»
lomazov_a@bsu.edu.ru

Аннотация. В рамках проблематики цифровой интеллектуальной поддержки регионального и муниципального администрирования рассмотрена задача построения формальных информационных моделей многосценарных программ социально-экономического развития регионов. С учетом высокого уровня неопределенности, присущего социально-экономическим процессам и требующего привлечения экспертов при их оценивании, для описания программ предложено использовать аппарат лингвистического моделирования Л. Заде. Разработан комплекс лингвистических переменных, отражающих темпоральные и индикативные аспекты программ. Предложены основанные на системе нечетких продукций решающие правила по выбору подсценариев. Разработанные формальные описания могут быть использованы при разработке систем поддержки принятия управленческих решений при создании и администрировании выполнении региональных социально-экономических программ.

Ключевые слова: региональная социально-экономическая программа, сценарий, лингвистическая переменная, нечеткое продукционное правило, нечеткий логический вывод, поддержка принятия решений.

Введение

Регionalные социально-экономические программы (РСЭП), являясь конкретизацией (с учетом региональной специфики) соответствующих федеральных целевых программ, служат одним из основных механизмов развития регионов.

В последние годы исследованию различных (организационных [1], финансово-экономических [2,3], социо-культурных [4], экологических [5] и пр.) аспектов реализации РСЭП, а также проблематике региональной и отраслевой специфики РСЭП (например, [6–8]) посвящено достаточно большое количество научных работ. Однако их большая часть ограничена качественным анализом методологических принципов разработки, а также частных особенностей и общих закономерностей реализации РСЭП, в то время как ко-

личественный анализ сводится в основном к построению корреляционных и регрессионных соотношений между показателями социально-экономического развития регионов [9]. Между тем актуальной является задача развития современного интеллектуального инструментария разработки и анализа хода реализации РСЭП, позволяющего учесть высокий уровень не только статистической, но и лингвистически-нечеткой неопределенности, характерной для социально-экономической сферы.

Целью настоящей работы является развитие формального индикативно-темпорального аппарата для лингвистического модельного описания многосценарных РСЭП с использованием методов теории лингвистических переменных, нечеткого логического вывода на основе продукционной модели знаний о предметной области и теории принятия решений.

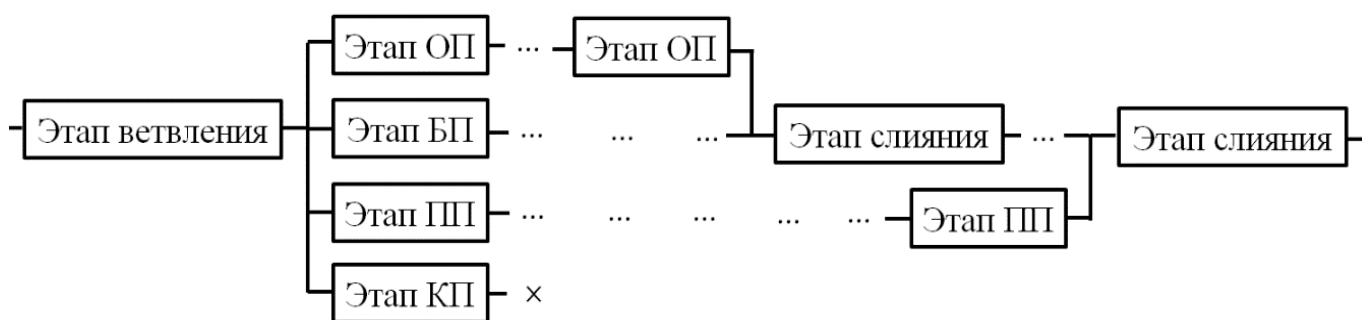


Рис. 1. Графическое представление фрагмента структурной модели РСЭП с учетом ограничений Огр.1 — Огр.5

Структурная темпоральная модель квазимногосценарной РСЭП

В качестве темпоральной модели будем рассматривать описание, ограниченное изучением только временных характеристик процесса (явления) [10] заданию времени начала и окончания каждого этапа. Темпоральная структурная модель односценарной РСЭП имеет линейное графическое представление в виде последовательности этапов. Многосценарность предполагает наличие этапов ветвления, после которых возможна реализация нескольких различных подсценариев, что приводит к графическому представлению многосценарной РСЭП в виде дерева сценариев (понимаемого в математическом плане, как связанный ориентированный граф без петель и контуров, вершинами которого являются этапы РСЭП: корень — начальный этап, листья — завершающие этапы, сценарии — различные пути от корня до листьев). С учетом специфики РСЭП сформулируем упрощающие предположения, ограничивающие рассматриваемый класс графических структурных моделей:

- ◆ Огр.1: эквиинициальность и эквифинальность (все сценарии имеют общий начальный и общий завершающий этап);
- ◆ Огр.2: наличие базового сценария (при проектировании РСЭП выделен основной сценарий, на реализацию которого рассчитаны имеющиеся ресурсы; все остальные сценарии рассматриваются как отклонения от базового сценария);
- ◆ Огр.3: ограниченность ветвлений (этапы ветвления могут находиться в составе только базового сценария);
- ◆ Огр.4: ограниченность слияний (подсценарии, начинающиеся с этапа ветвления завершаются одним из этапов базового сценария, расположенным до очередного этапа ветвления);
- ◆ Огр.5: ограниченность подсценариев (каждый этап ветвления является началом четырех ти-

пов подсценариев: оптимистического, базового, пессимистического и катастрофического).

Графическое представление фрагмента структурной модели РСЭП с учетом ограничений Огр.1 — Огр.5 и выделением в рамках ветвления оптимистического подсценария (ОП), базового подсценария (БП), пессимистического подсценария (ПП) и критического подсценария (КП), при котором выполняется один завершающий этап без достижения цели РСЭП представлено на рисунке 1. Необходимо отметить, что (как и показано на рисунке) слияние ОП с БП и слияние ПП с БП может происходить на разных этапах базового сценария.

Суть ограничений состоит в рассмотрении многовариантности сценариев как следствия отклонений от базового сценария, которые могут быть выявлены на некоторых этапах (этапах ветвления), после чего производится корректировка, состоящая в изменении нескольких последующих этапов с последующим возвращением к базовому сценарию (исключение составляет катастрофический подсценарий). Следует отметить, что корректировка целесообразна не только в случае неполного достижения цели этапа ветвления (пессимистический подсценарий), но и при превышении целевых показателей (оптимистический подсценарий), поскольку нарушение планового баланса показателей может создать риски, несоизмеримые с внеплановым выигрышем. Многосценарный подход к описанию РСЭП, при котором выполняются ограничения Огр.1 — Огр.5, назовем квазимногосценарным подходом. Центральным вопросом при построении квазимногосценарной РСЭП является задание решающих правил по выбору подсценариев, начинающихся с этапа ветвления. Переход на тот или иной подсценарий реализации РСЭП естественно производить в зависимости от показателей, достигнутых на этапе ветвления, что приводит к необходимости расширения темпорального описания РСЭП до индикативно-темпорального модельного описания.

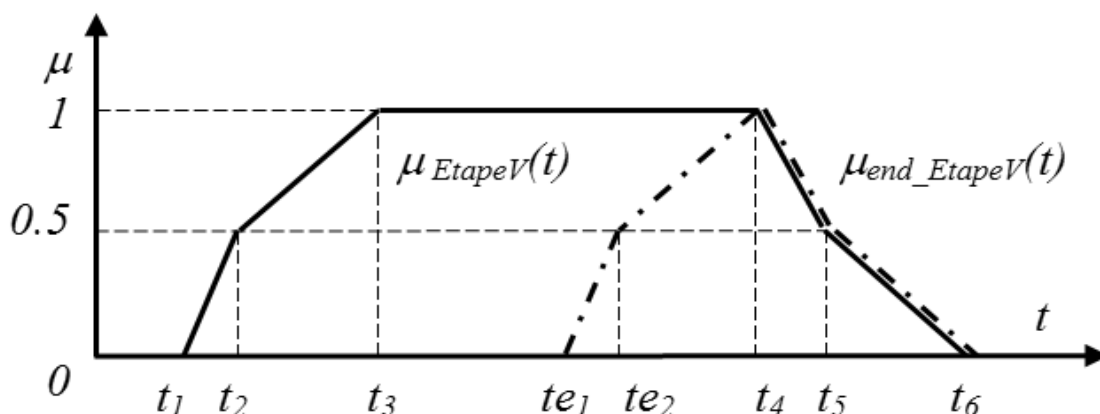


Рис. 2. Функции принадлежности термов EtapeV и end_EtapeV лингвистической переменной Etape

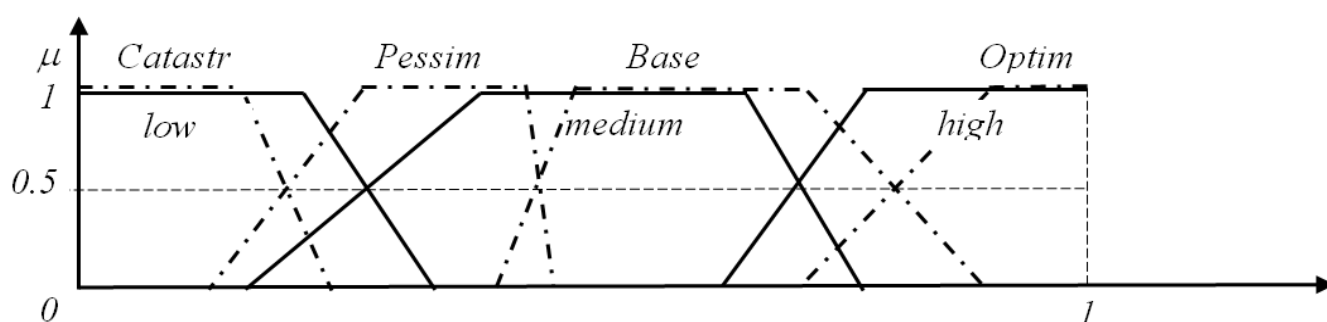


Рис. 3. Функции принадлежности термов low, medium, high лингвистической переменной Indi (сплошная линия) и термов Optim, Base, Pessim, Catastr лингвистической переменной Contr_Ind (штрих-пунктирная линия)

Индикативно-темпоральное описание этапов РСЭП

Будем рассматривать этап базового сценария *EtapeV*, на котором происходит ветвление, как один из базовых термов лингвистической переменной формально задаваемой (в соответствии с [11]) кортежем

$$\langle Stage, T, T_{Base}, G, M \rangle,$$

где *Stage* — наименование лингвистической переменной «Этап РСЭП»; *T* — временной континуум; *T_{Base}* — базовый вектор темпоральных термов; *G* — синтаксическое правило, позволяющее порождать наименования темпоральных термов из наименований элементов *T_{Base}*; *M* — семантическое правило устанавливающее соответствие между темпоральными терминами и нечеткими подмножествами *T*.

Например, синтаксическое правило $\langle end_«базовый терм» \rangle$, примененное к терму *EtapeV*, имеющему семантику, определяемую функцией принадлежности

$\mu_{EtapeV}(t)$ (показана на рисунке 2 сплошной линией) порождает терм $\langle end_EtapeV \rangle$ (окончание этапа ветвления), имеющий семантику, определяемую функцией принадлежности $\mu_{end_EtapeV}(t)$ (показана на рисунке 2 штрих-пунктиром).

На рисунке 2 t_1, t_2, \dots, t_6 — задаваемые экспертами параметры функции принадлежности $\mu_{EtapeV}(t)$ (имеющей битрапецевидный тип, предложенный для описания семантики темпоральных термов в [10]). Соответствующие параметры функции принадлежности $\mu_{end_EtapeV}(t)$: $te_1, te_2, te_3 = te_4 = t_4, te_5 = t_4, te_6 = t_6$.

Наряду с темпоральным описанием этапа *EtapeV*, рассмотрим набор относительных числовых индикативных социально-экономических показателей $ind_1, ind_2, \dots, ind_n$, принимающих значения в диапазоне от 0 до 1 и измеряемых в моменты времени, относящиеся к этапу *EtapeV*. Каждому из рассматриваемых показателей *indi* поставим в соответствие лингвистическую переменную *Indi* с единым для всех индикативных показателей базовым терм-множеством $\{low,$

medium, high}, но с разным заданием семантики базовых термов, отражающих лингвистически задаваемый уровень значений этих показателей. Функции принадлежности базовых термов *low, medium, high* индикативного показателя имеют традиционный вид, графически представленный на рисунке 3. На этом же рисунке пунктиром представлены также трапециевидные функции принадлежности термов *Optim, Base, Pessim* и *Catastr* лингвистической переменной *Contr_Ind* интегрального контрольного показателя, определяющего по какой из ветвей (подсценариев ОП, БП, ПП или КП) будет развиваться реализация РСЭП. Универсальным множеством переменной также является отрезок [0, 1].

Отметим, что индикативные показатели измеряются в момент времени, соответствующий окончанию этапа ветвления, тогда как значение интегрального контрольного показателя определяется (выводится) на основе измеренных значений индикативных показателей в рамках процедуры поддержки принятия решений по выбору подсценария реализации РСЭП.

Поддержка принятия решений по выбору подсценария РСЭП на основе индикативно-темпорального описания этапа ветвления

Пусть в результате измерений (и/или по данным статистической отчетности) имеются отражающие выполнение РСЭП на этапе ветвления значения индикативных показателей $ind1^*, ind2^*, \dots, indn^*$ в моменты времени $t1^*, t2^*, \dots, tn^*$, соответствующие окончанию этого этапа.

Решающее правило по выбору подсценария РСЭП запишем в виде системы нечетких продукций

- (η_{Optim}) если $F_{Optim}, mo (Contr_Ind — Optim)$
- (η_{Base}) если $F_{Base}, mo (Contr_Ind — Base)$
- (η_{Pessim}) если $F_{Pessim}, mo (Contr_Ind — Pessim)$
- $(\eta_{Catastr})$ если $F_{Catastr}, mo (Contr_Ind — Catastr)$

Здесь $\eta_{Optim}, \eta_{Base}, \eta_{Pessim}, \eta_{Catastr}$ — степени достоверности соответствующих продукционных правил, принимающие значения от 0 до 1 и вычисляемые с учетом исходной достоверности правил и соответствия времени измерения индикативных показателей лингвистическому терму. Например, при равном 1 значении степени исходной достоверности правила (полная достоверность) степень достоверности первого правила системы вычисляется по формуле:

$$\eta_{Optim} = (\mu_{end_EtapеV}(t1^*)) \wedge (\mu_{end_EtapеV}(t2^*)) \wedge \dots \wedge (\mu_{end_EtapеV}(tn^*))$$

где конъюнкция может пониматься в качестве одной из T-норм (например, как min-норма).

Входящие в antecedentes правил нечеткие логические функции $F_{Optim}, F_{Base}, F_{Pessim}, F_{Catastr}$ имеют в качестве аргументов нечеткие высказывания относительно соответствия значений $ind1^*, ind2^*, \dots, indn^*$ лингвистическим термам *low, medium, high*. Например,

$$F_{Optim} = (ind1^* - high) \wedge (ind2^* - high) \wedge (ind3^* - low).$$

Конкретный вид функций определяется в каждом конкретном случае особенностями РСЭП, и они могут рассматриваться (вместе с построенным набором лингвистических переменных) в качестве модели представления знаний о предметной области РСЭП.

Для выбора подсценария на основе системы продукционных правил может быть использовано два подхода. Первый подход предполагает использование алгоритма нечеткого логического вывода Мамдани [13], на последнем шаге которого (шаге дефаззификации) определяется числовое значение интегрального контрольного показателя *contr_ind*. В зависимости от попадания этого значения в тот или иной подинтервал отрезка [0, 1] выбирается соответствующий подсценарий.

Второй подход состоит в использовании алгоритма Мамдани без выполнения шага дефаззификации. В этом случае лицу принимающему решение (ЛПР) предоставляется информация относительно каждого возможного подсценария с указанием степени соответствия результатов этапа ветвления этому подсценарию, а также степени достоверности используемого при этом правила. В случае высокой ответственности принимаемых управленческих решений с учетом присущего РСЭП высокого уровня неопределенности второй подход представляется более предпочтительным, поскольку он не только предлагает ЛПР рекомендуемый вариант, но дает также дополнительную информацию о степени его обоснованности, оставляя окончательное решение ЛПР с учетом опыта, интуиции и неформализуемых предпочтений.

Заключение

В настоящей работе в рамках развития формального индикативно-темпорального аппарата для лингвистического модельного описания многосценарных РСЭП:

- ♦ предложена структурная темпоральная модель квазимногосценарной РСЭП;
- ♦ разработаны комплексы темпоральных и индикативных лингвистических переменных, отражающих особенности РСЭП;

- ◆ построено нечетко продукционное решающее правило по выбору подсценария, исходя из значений показателей на момент окончания этапа ветвления базового сценария;
- ◆ предложено два подхода (на основе полного и неполного нечеткого логического вывода) для построения процедуры выбора подсценариев.

Разработанные формальные описания могут быть использованы при разработке систем поддержки принятия управленческих решений при создании и администрировании выполнении региональных социально-экономических программ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00855.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полетаев И.Ю. Организация межведомственного взаимодействия в управлении повышением энергоэффективности региональных программ и проектов / И.Ю. Полетаев // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. — 2020. — № 1. — С. 65–69.
2. Гулиева А.Э.Г. Пути повышения эффективности финансового-кредитного обеспечения региональных программ социально-экономического развития / А.Э.Г. Гулиева // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. — 2017. — № 2. — С. 49–53.
3. Lomazov V.A. An assessment of regional socio-economic projects / V.A. Lomazov, V.S. Nehotina // Экономика, статистика и информатика. — Вестник УМО. — 2013. — № 3. — С. 190–193.
4. Паздникова Н.П. Вопросы оценки социальной эффективности программно-целевого развития региона / Н.П. Паздникова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. — 2019. — № 1. — С. 219–232.
5. Полухина М.Г. Экологический менеджмент — основной фактор социально-экономического развития сельских территорий / М.Г. Полухина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. — 2018. — № 2. — С. 91–102.
6. Корниенко В.В. Целевые региональные программы и их роль в социально-экономическом развитии Краснодарского края / В.В. Корниенко, А.В. Сапунов // Modern Science. — 2020. — № 4–3. — С. 107–110.
7. Лякишева В.Г. Об основных направлениях совершенствования государственной и муниципальной политики в сфере управления транспортным комплексом территории (на материалах Алтайского края) / В.Г. Лякишева, В.А. Воронкова, В.Р. Сагателян // Экономика. Профессия. Бизнес. — 2020. — № 1. — С. 76–83.
8. Ломазов В.А. Применение сценарного подхода при разработке и прогнозировании результатов региональных программ развития агропромышленного комплекса / В.А. Ломазов, О.С. Акупиан, Р.В. Капинос, А.В. Ломазов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. — 2020. — 4(28). — С. 225–238.
9. Швецова А.А. Эконометрические модели для оценки уровня и темпов развития регионов России / А.А. Швецова // Modern Economy Success. — 2020. — № 4. — С. 24–30.
10. Lomazov A.V. Fuzzy formalization of the multi-stage processes temporal description / A.V. Lomazov, V.A. Lomazov, V.V. Rumbesht // Journal of Physics: Conference Series. — 2020. — v. 1661. — Pp. 1–9.
11. Zadeh L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning / L.A. Zadeh // Information Sciences. — 1975 — № 1. — Pp. 119–249.
12. Mamdani E.H. Application of Fuzzy Algorithms for Control of a Simple Dynamic Plant / E.H. Mamdani // IEE Proceedings D: Control Theory and Applications. — 1974. — 121 (12). — Pp. 1585–1588.

© Ломазов Александр Вадимович (lomazov_a@bsu.edu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

COMPARISON OF METHODS FOR ASSESSING THE SECURITY OF CORPORATE INFORMATION SYSTEMS

K. Makovsky

Summary. The article is devoted to the critical analysis of methods for assessing the security of corporate information systems. In the course of the research, quantitative and qualitative methods were considered, as well as software tools, their features, advantages and disadvantages were highlighted. Special attention is paid to the method of expert assessment, fuzzy sets, and the peculiarities of calculating the integral indicator of security.

Keywords: expert assessment, fuzzy sets, integral security indicator.

Маковский Константин Евгеньевич

Аспирант, Дальневосточный федеральный
университет, г. Владивосток
makovskii_ke@dvfu.ru

Аннотация. Статья посвящена проведению критического анализа методов оценки защищенности корпоративных информационных систем. В процессе исследования были рассмотрены количественные и качественные методы, выделены их особенности, достоинства и недостатки. Отдельное внимание уделено методу экспертного оценивания, нечетким множествам, особенностям расчета интегрального показателя защищенности.

Ключевые слова: экспертное оценивание, нечеткие множества, интегральный показатель защищенности.

Иntenсивное развитие информационных технологий и их интеграция практически во все сферы жизни общества и хозяйственных отношений открывает возможности массового доступа пользователей к информации. Это способствует увеличению количества критически важного информационного ресурса (ИР), который циркулирует, накапливается и обрабатывается в информационных системах (ИС), что, в свою очередь, приводит к повышению степени зависимости большинства важных решений, принимаемых на разных уровнях, от качества информации и оперативности ее обработки.

Очевидно, что в таких условиях современная организация защиты информации является критически важным стратегическим фактором для учреждений и предприятий любого типа и формы собственности.

На сегодняшний день ключевыми и определяющими международными нормативно-правовыми актами в области управления информационной безопасности (ИБ) корпоративных систем и обеспечения защиты информации является серия стандартов ISO 27k. Также широко используется менеджмент инцидентов, зафиксированный в международном стандарте ISO/

IEC27035:2011, который позволяет своевременно и эффективно выявлять, анализировать и расследовать инциденты ИБ с целью минимизации негативных последствий для ИС и организаций в целом [1]. Менеджмент инцидентов используется службой технической поддержки (Service Desk), которая отвечает за мониторинг процесса устранения всех зарегистрированных инцидентов. Этот процесс должен быть очень быстрым, поэтому для эффективного реагирования на инциденты необходимо определить формальный метод действий обученных сотрудников, который предусматривал бы использование специального ПО.

Однако, несмотря на принятые международные положения и нормы, в настоящее время не существует стандартизированных методик анализа защищенности корпоративных ИС, которые можно подразделить на количественные, качественные и комбинированные. Каждый из разработанных подходов имеет свои особенности, основанные на свойствах и характеристиках объектов корпоративной ИС. При этом на различных уровнях детализации используются методики, начиная от наиболее тривиальных и простых для оценки метрик, таких как, например, количество инцидентов нарушения ИБ за период времени или доля компьюте-

Таблица 1. Сравнение количественных методов оценки защищенности корпоративных ИС

Название	Входящие данные	Исходящие данные	Основные операции	Преимущества	Недостатки
Модель Мухина-Волокиты	Статистическая выборка данных	Счетчик угроз воздействия на информацию	Экспертные оценки, теория графов	Высокая точность обнаружения влияния	Потребность в статистических данных, зависимость от компетенции эксперта
Модель Хартсона	Ресурсы системы и их состояния; пользователи и их полномочия	Область безопасности системы	Прямое произведение	Возможность получения количественных оценок	Абстрактная формализация процесса нападения
Модель на основе нейронных сетей и цепей Маркова	Статистические данные для обучения нейронных сетей	Обнаружение вирусов, спама и атак на Web-серверы	Теория нейронных сетей; теория цепей Маркова	Адаптивные обнаружения нападения и защиты информации	Потребность в статистическом наборе данных для динамического функционирования
Модель на основе сетей Петри-Маркова	Информационные состояния системы (более 3-х)	Возможность реализации угрозы воздействия на информацию	Теория сетей Петри и теория цепей Маркова	Количественные оценки с учетом временных параметров	Сложность расчетов для практической реализации
Дифференциально-игровая однокритериальная графовая модель	Множество состояний ИС	Оптимальная стратегия защиты информации	Теория графов, дифференциально-игровое моделирование	Позволяет осуществить распределение выделяемых ИР	Не отражает общую динамику воздействия на информацию
Дифференциально-игровые спектральные однокритериальные модели	Множество состояний ИС	Гарантированный уровень защищенности	Дифференциально-игровое моделирование	Низкая вычислительная сложность, учета нестационарности	Неточный пошаговый процесс воздействия на информацию
Гибридная дифференциально-игровая модель	Показатели надежности и защищенности, вероятности угроз, временные параметры	Оптимальное распределение ресурсов защиты	Дифференциально-игровое моделирование	Учет показателя качественного функционирования ИС; высокая точность даже в условиях неопределенности	Точность достигается только при определенном применении (последовательно) математических методов

ров, оснащенных сетевыми экранами и антивирусными программами, среди всех ПК корпоративной сети, и заканчивая расчетом наиболее сложных агрегированных показателей, которые характеризуют уровень защищенности системы в целом.

В большинстве своем для оценки защищенности используются качественные методы, которые на выходе позволяют получить не количественную оценку (например, система защищена на 4,2 балла или на 58%), а качественную — система соответствует определенно-

му классу или уровню защищенности, тому или иному стандарту безопасности.

Таким образом, принимая во внимание необходимость решения конкретных задач выбора системы обеспечения безопасности корпоративных ИС, особую актуальность и практическую значимость приобретает проведение сравнительного анализа имеющихся оценочных процедур и инструментов, позволяющих получить достоверные результаты, которые впоследствии станут основой для принятия решения, что в целом

обуславливает выбор темы данной статьи, а также подтверждает ее важность в текущей ситуации.

Оценкой информационной безопасности занимаются с начала появления самих информационных технологий. По этой тематике на сегодняшний день накоплено много работ отечественных и зарубежных авторов.

Так, разработке систематизированных критериев оценки защиты компьютерных систем посвящены труды Harold, Tipton; Berdik, David; Otoum, Safa; Schmidt, Nikolas; Porter, Dylan; Курносова К.В., Корнеева Д.Б. и др.

Механизм оценки степени защищенности специальных ИС с точки зрения действий системного администратора и действий, выполняемых системой, детально описан Филипповым М.А., Каменских А.Н., Кротовой Е.Л.

Принципиальные особенности задач контроля и оценки защищенности ИС выделены Hadlington, Lee; Binder, Jens; Stanulewicz, Natalia.

Однако, несмотря на имеющиеся исследования, в данной проблемной плоскости существует еще ряд нерешенных вопросов оценки угроз безопасности информации в информационно-телекоммуникационных системах, с позиций обеспечения конфиденциальности данных, их целостности и доступности. Также дополнительной проработки требуют задачи определения наиболее значимых угроз и структуризации пар угроза-уязвимость, что позволило бы оценить состояние защищенности ИС и предотвратить несанкционированные действия.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, цель статьи заключается в проведении сравнительного анализа методов оценки защищенности корпоративных ИС, в результате чего систематизация и анализ таких методов позволит оценить их эффективность и повысить уровень защиты ИС.

Как известно, защита корпоративных ИР зависит от уровня используемых программных и аппаратных средств. Внедряя ИС, каждая организация ожидает максимально полезной функциональности для поддержки ее бизнес-процессов. В связи с этим, критический анализ методов оценивания защищенности корпоративных ИС по сути является многокритериальной задачей, включающей в себя не только количественное, но и качественное (нечеткое) описание показателей. Качественные показатели обычно задаются в виде требований безопасности, достижении определенного уровня объективности экспертной информа-

ции, это в свою очередь оказывает влияние на выбор того или иного показателя при нечеткой постановке задачи.

В свете вышеизложенного особую значимость приобретает задача трансформации в количественные значения качественного показателя заданного уровня защищенности и проведение оценки полученных результатов. Традиционно для получения количественной оценки защищенности корпоративных ИС используется аппарат теории вероятности, теории массового обслуживания и теории надежности, нейросетевое моделирование, которые позволяют с достаточной точностью описывать (моделировать) процессы, протекающие в защищенной ИС.

В таблице 1 в разрезе ключевых характеристик представлен сравнительный анализ количественных методов оценки защищенности корпоративных ИС.

Особого внимания в процессе исследования методов оценки защищенности корпоративных ИС заслуживает метод экспертных оценок. Этот метод включает в себя комплекс логических и математико-статистических приемов и процедур, связанных с деятельностью эксперта по переработке необходимой для анализа и принятия решений информации [4].

На сегодняшний день существует много вариаций методов экспертного оценивания: метод Дельфи, метод CORAS, метод CSSE, логико-вероятностный метод. В общем виде использование данных методов предполагает прохождение следующих этапов:

1. Определение множества допустимых оценок (МДО). На данном этапе определяется подмножество множества $E = \bigcup_{m=1}^{\infty} E_m$, в котором ищется оценка безопасности ИС.
2. Определение наиболее точной оценки. С МДО выбирается оценка, которая наиболее точно отображает свойства оцениваемой системы, и позволяет представить экспертную оценку в виде задачи принятия решений $\langle \Omega, \text{ОП} \rangle$, где Ω является МДО, а ОП — принцип оптимальности, который выражает представление о наиболее оптимальной оценке и задается функцией:

$$C_{\text{оп}}(X) = \begin{cases} a, & \text{если } a \in X \subseteq \Omega \\ \emptyset, & \text{если } a \notin X \subseteq \Omega \end{cases}$$

где a — оценка системы, которая является решением задачи $\langle \Omega, \text{ОП} \rangle$.

Значительные перспективы на сегодняшний день для оценки защищенности корпоративных ИС имеет метод нечетких множеств, предполагающий использование нечетких когнитивных карт [5].

Нечеткие когнитивные карты представляют собой простой граф из узлов и взвешенных дуг, где узлы — концепты предметной области (например, множество нарушителей, множество способов преодоления системы защиты), а дуги — причинно-следственные связи между ними (например, вероятность наличия определенного вида нарушителей, вероятность реализации атаки и др.).

В общем случае при расчете уровня защищенности ИС используется пробит-функция:

$$PR = a + b + \ln D + \gamma \ln \tau$$

где a , b , γ — коэффициенты, характеризующие степень уязвимости информационного ресурса по отношению к конкретной угрозе или классу угроз;

D — оценка негативного воздействия;

τ — период времени от начала до конца негативного воздействия.

Вес связей в нечетких когнитивных картах задается в нечетком виде: с помощью лингвистических термов или интервальных оценок.

Результатом проведения оценки защищенности корпоративных ИС является расчет интегрального показателя, который включает в себя ряд групповых, к числу которых, по мнению автора, могут быть отне-

сены следующие: влияние на целостность ($G1_{факт}$); влияние на конфиденциальность ($G2_{факт}$); влияние на доступность ($G3_{факт}$).

Тогда комплексный показатель состояния защищенности ИС (G_z^y) может быть рассчитан по следующей формуле:

$$G_z^y = \left(\sum_{i=1}^3 (g_i \cdot G_i^{факт}) \right) \cdot 100\%$$

где g_i — весовые коэффициенты категорий $G_i^{факт}$.

В свою очередь, групповые показатели защищенности аналогичным образом вычисляются через частные показатели, набор которых формируется исходя из особенностей конкретной ИС.

Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы. Выбор конкретного метода оценки защищенности корпоративных информационных систем зависит от задач, которые стоят перед экспертом, особенностей самих ИС, имеющихся в наличии финансовых и временных ресурсов, а также квалификации того, кто проводит оценку. В настоящее время предпочтение отдается интеллектуальным методам анализа, которые позволяют получить конкретные количественные оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Implementing an Information Security Management System: Security Management Based on ISO 27001 Guidelines / Abhishek Chopra, Mukund Chaudhary. Berkeley, CA: Apress L.P. 2020, 284 p.
2. Information security and cryptology: 15th International Conference, Inscrypt 2019, Nanjing, China, December 6–8, 2019. Cham: Springer, 2020. 560 p.
3. Guide to computer network security / Joseph Migga Kizza. Cham: Springer, 2020. 599 p.
4. Information technology. Security techniques. Guidelines for privacy impact assessment. London: British Standards Institution, 2020. 56 p.
5. Jana, Dipak Kumar; Ghosh, Ramkrishna Novel interval type-2 fuzzy logic controller for improving risk assessment model of cyber security // Journal of information security and applications. 2018. Volume 40; pp 173–182.

© Маковский Константин Евгеньевич (makovskii_ke@dvfu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ НАВИГАЦИИ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

OBJECT DETECTION FOR AN AUTONOMOUS MOBILE ROBOT BASED ON DEEP NEURAL NETWORKS

**Naing Min Tun
A. Gavrilov
Pyae Phyoe Paing
Nyan Linn Tun
Thet Aung Thu**

Summary. Object detection is the most important visual task for an autonomous mobile robot. Computer vision, which includes images and videos, can serve as a cheaper sensor for detecting objects than others. In this paper, we used a small object dataset and conducted end-to-end own multiclass object detection using deep neural networks. We used a pre-trained VG 16 model using two new fully-connected subnets, not only for feature extraction, but also for the calculations of bounding box and object classification. Finally, the effectiveness of the proposed model was evaluated on test images using the accuracy measurement metric (mAP).

Keywords: object detection, convolutional neural networks, deep learning.

Наинг Мин Тун

Аспирант, Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана,
г. Москва
naingminhtun52@gmail.com

Гаврилов Александр Игоревич

К.т.н, доцент, Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана,
г. Москва
alexgavrilov@mail.ru

Пья Пью Паинг

Аспирант, Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана,
г. Москва
ppaing12@gmail.com

Ньян Линн Тун

Аспирант, Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана,
г. Москва
nyanlin54@gmail.com

Тхет Аунг Тху

Аспирант, Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана,
г. Москва
thetathu@gmail.com

Аннотация. Обнаружение объектов является важнейшей задачей для автономного мобильного робота. Компьютерное зрение, включающее в себя изображения и видео, может служить более дешевым датчиком для обнаружения объектов, чем другие. В данной работе использован небольшой набор данных объектов и проведено мульти-классовое обнаружение объектов с помощью глубоких нейронных сетей. Предварительная обученная модель VGG16 дополненная двумя полно-связанными подсетями используется не только для выделения признаков, но и для вычисления ограничивающего прямоугольника и классификация объектов. Проведены оценки эффективности предложенной модели на тестовых изображениях с использованием метрики измерения точности (mAP).

Ключевые слова: обнаружение объектов, сверточные нейронные сети, глубокое обучение.

Введение

Безопасная и надежная автономная система вождения для мобильного робота основана на точном восприятии окружающей среды. Автономное транспортное средство должно точно обнаруживать автомобили, пешеходов, препятствия, дорожные знаки и другие объекты в режиме реального времени, чтобы принимать правильные управленческие решения, обеспечивающие безопасность. Обнаружение объектов является важнейшей задачей для автономного вождения. Различные решения автономных транспортных средств могут иметь различные комбинации датчиков восприятия, но обнаружение объектов на основе изображений практически незаменимо. Датчики изображения стоят недорого по сравнению с другими, такими как LiDAR. Данные изображений (включая видео) гораздо более многочисленны, чем, например, LiDAR облачные точки, и их гораздо легче собирать и аннотировать. Таким образом, датчик обнаружения объектов на основе изображения является хорошим выбором для автономного мобильного робота.

К теме обнаружения объектов, в связи с тесной связью с видеоанализом и пониманием изображений, было привлечено большое внимание исследователей в последние годы. Для получения полного понимания изображения, необходимо сосредоточиться не только на классификации различных изображений, но и попытаться точно оценить расположение объектов, содержащихся в каждом изображении. Эта задача называется обнаружением объектов [1], которое обычно состоит из различных подзадач, таких как обнаружение лиц [2], обнаружение пешеходов [3] и обнаружение скелетов [4]. Как одна из фундаментальных проблем компьютерного зрения, обнаружение объектов способно предоставить ценную информацию для семантического понимания изображений и видео, что связано со многими приложениями, включая классификацию изображений [5], [6], анализ поведения человека [7], распознавание лиц [8] и т.д.

В данной работе построена модель обнаружения объектов для автономного мобильного робота на основе компьютерного зрения с использованием нейронных сетей.

Методы обнаружения объектов

Традиционные методы обнаружения объектов основаны на ручном детектировании признаков и неглубоких обучаемых архитектурах. Их производительность легко стагнирует при построении сложных ансамблей, объединяющих множество низкоуровневых признаков изображения с высокоуровневым контекстом от де-

текторов объектов и классификаторов. С быстрым развитием глубокого обучения для решения проблем, существующих в традиционных архитектурах, вводятся более мощные инструменты, которые способны изучать семантические, высокоуровневые, более глубокие признаки. Эти модели ведут себя по-разному в сетевой архитектуре, в стратегии обучения, функции оптимизации и т.д.

Однако из-за больших различий в ракурсах наблюдения, позах, окклюзиях и условиях освещения трудно идеально выполнить обнаружение объекта с помощью дополнительной задачи локализации объекта. К решению именно этой задачи было привлечено внимание исследователей в последние годы [9–12]. Задача обнаружения объектов состоит в том, чтобы определить, где находятся объекты на заданном изображении (локализация объектов) и к какой категории относится каждый объект (классификация объектов). Таким образом, традиционные модели обнаружения объектов можно в основном разделить на три этапа: выбор информативной области, выделение признаков и классификация.

Выбор информативной области. Поскольку различные объекты могут появляться в любых положениях на изображении и иметь различные пропорции или размеры, естественным выбором является сканирование всего изображения с помощью многомасштабного скользящего окна. Хотя эта исчерпывающая стратегия позволяет выяснить все возможные положения объектов, ее недостатки также очевидны. Большое количество окон-кандидатов может привести к существенным вычислительным затратам и обработке избыточных окон. Однако если применяется только фиксированное количество шаблонов скользящих окон, могут быть получены неудовлетворительные регионы.

Выделение признаков. Чтобы распознать различные объекты, нужно выделить визуальные признаки, которые могут обеспечить семантическое и надежное представление. Репрезентативными являются методы SIFT [13], HOG [14] и признаки Хаара [15]. Однако из-за разнообразия внешнего вида, условий освещения и фона трудно вручную разработать надежный дескриптор признаков, чтобы идеально описать все виды объектов.

Классификация. Классификатор необходим для того, чтобы выделить целевой объект из всех других категорий и сделать представления более иерархичными, семантическими и информативными для визуального распознавания. Обычно хорошим выбором являются метод опорных векторов (SVM) [16], AdaBoost [17] и модель на основе деформируемых деталей (DPM) [18].

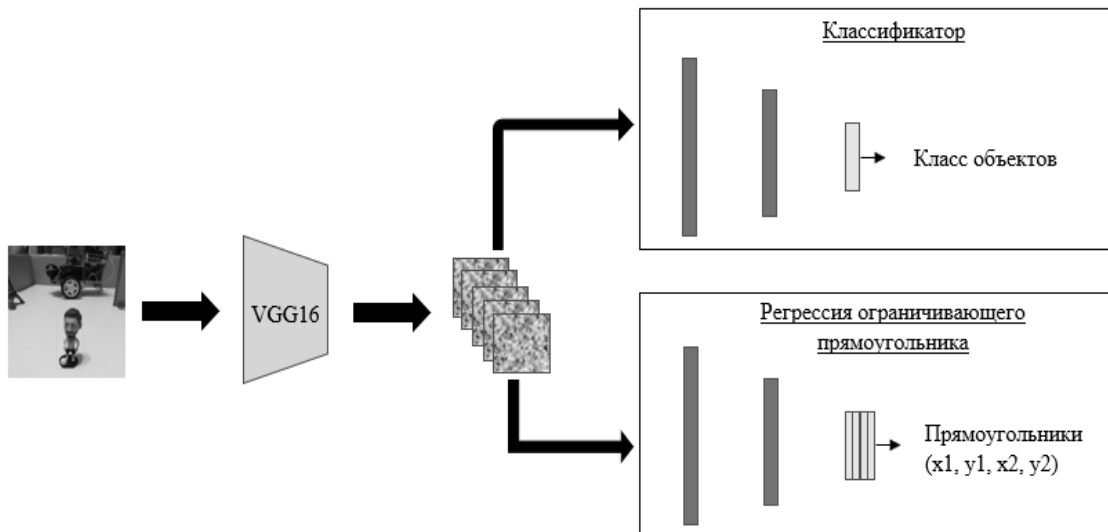


Рис. 1. Процесс функционирования предлагаемой модели обнаружения объектов.

Благодаря использованию глубоких нейронных сетей (deep neural networks, DNNs) [6][7], значительный выигрыш получается при введении регионов с признаками CNN (R-CNN) [9]. DNN, или наиболее репрезентативные CNN, действуют иначе, чем традиционные подходы. Они обладают более глубокими архитектурами, способными моделировать изучать сложные функции. Кроме того, робастные алгоритмы обучения позволяют изучать информативные представления объектов без необходимости проектировать объекты вручную [19].

Был предложен ряд улучшенных моделей R-CNN, включая архитектуру Fast R-CNN, который совместно оптимизирует задачи классификации и регрессии ограничивающего прямоугольника [10], Faster R-CNN использует дополнительную подсеть для генерации предложений регионов [12] и YOLO, который выполняет обнаружение объектов с помощью регрессии с фиксированной сетью [11]. Все эти модели обеспечивают различные степени улучшения производительности обнаружения по сравнению с базовым R-CNN и делают более достижимым точное обнаружение объектов в реальном времени.

Предложенная в данной работе модель основана на предварительно обученной модели VGG16, отличающейся наличием двух полно-связанных подсетей, предназначенных для классификации объектов и прогнозирования локализации объектов.

Решение задачи обнаружения объектов

Предварительно обученная модель VGG16 была использована для обучения собственного много-клас-

сового детектора объектов с использованием регрессии ограничивающего прямоугольника. Для создания архитектуры заданной модели необходимо модифицировать базовую сетевую архитектуру предварительно обученной модели VGG16 следующим образом:

- ◆ Принять предварительно обученную модели VGG16 от ImageNet и удалить полно-связанные слои.
- ◆ Разместить две новых полно-связанных подсети на выходе основной модели VGG16. Одну для ограничивающего прямоугольника ((x, y) координаты), а другую для прогнозирования меток классов.
- ◆ Провести тонкую настройку (fine-tune) всей сети для сквозного обнаружения объектов.

На рис. 1. показан процесс функционирования предлагаемой модели на основе предварительно обученной модели VGG16.

Первоначально, чтобы обучить надежный классификатор, нужно много изображений, отличающихся друг от друга. Они должны иметь разные фоны, содержать случайные объекты и различные условия освещения. Было сделано около 50 снимков для каждого отдельного объекта. Около 80 процентов изображений для целей обучения, а остальные 20 процентов для целей тестирования. Для того чтобы создать метку и ограничивающую рамку обучающих данных, было использовано программное обеспечение для маркировки изображений под названием LabelImg.

Все обучающие изображения пропускаются через ряд слоев предварительно обученной модели VGG16 (т.е. свёрточный, пулинг) для извлечения значимых

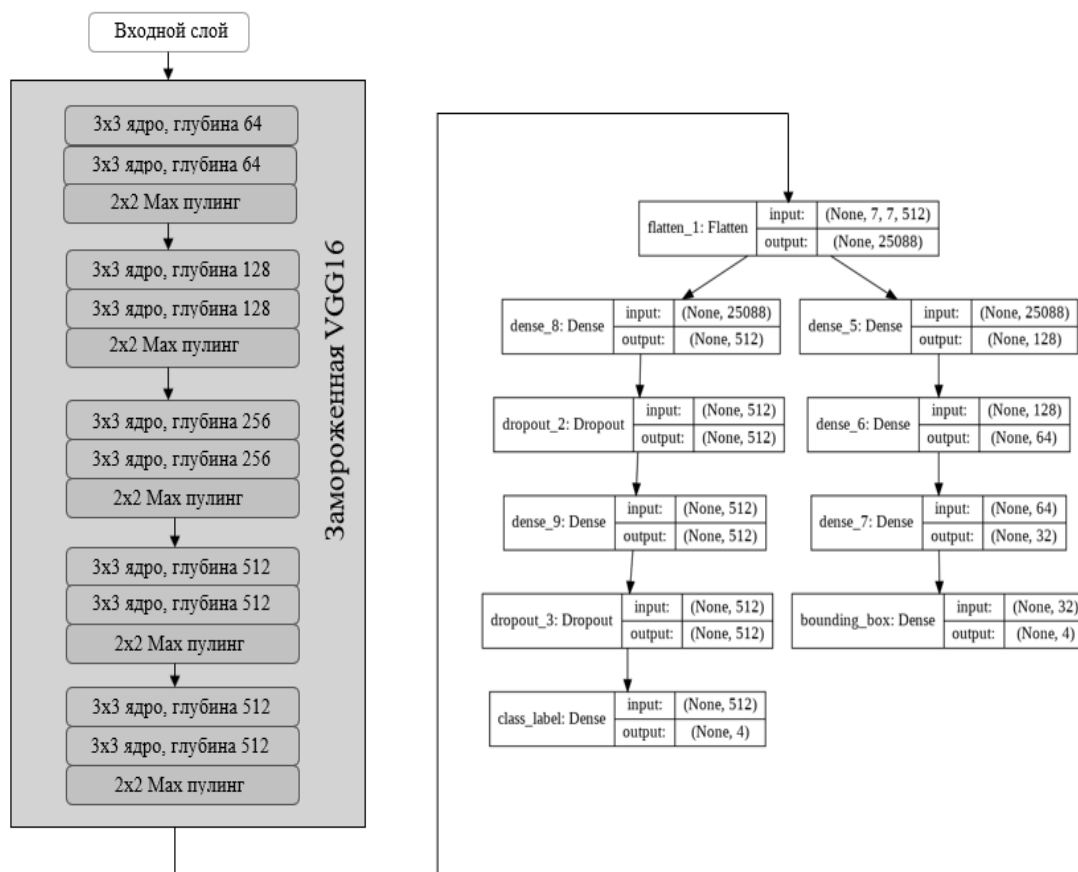


Рис. 2. Сетевая архитектура мульти-классового обнаружения объектов.

признаков, которые были пропущены через два различных полно-связанных слоя. Для классификатора была использована функция потерь softmax. Функция softmax нормализует входные данные и генерирует распределение вероятностей для выходов. Операция softmax может быть представлена следующим образом:

$$\text{softmax}(\vec{z})_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}}$$

Где, \vec{z} — входной вектор, e^{z_i} — стандартная экспоненциальная функция для входного вектора, e^{z_j} — стандартная экспоненциальная функция для выходного вектора, K — количество классов мульти-классового классификатора.

Функция потерь softmax называется кросс-энтропийной потерей, поскольку ее функция потерь используется для получения потерь по вероятностям. Функция потерь выглядит следующим образом:

$$L = J(\hat{y}, y) = \sum_{i=0}^K y_i \log \hat{y}_i = - \sum_{i=0}^K y_i \log(\text{softmax}(\vec{z})_i)$$

Где, \hat{y} — прогнозируемое значение, y — желаемое значение. Для получения градиента этой функции потерь softmax для обновления нейронных сетей была использована производная функция, следующим образом:

$$\frac{\partial L}{\partial z} = \hat{y} - y$$

Для регрессии ограничивающего прямоугольника была использована функция потерь L2, используемая для минимизации ошибки, которая представляет собой сумму всех квадратов разностей между желаемым значением и прогнозируемым значением:

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Создана мульти-классовая модель обнаружения объектов на основе предварительно обученной модели VGG16 с использованием Keras API, которая включает в себя два новых полно-связанных подсети для классификатора и регрессии ограничивающего прямоугольника. Подсеть для ограничивающего прямоугольника состоит из 128, 64, 32 и 4 узлов соответственно.

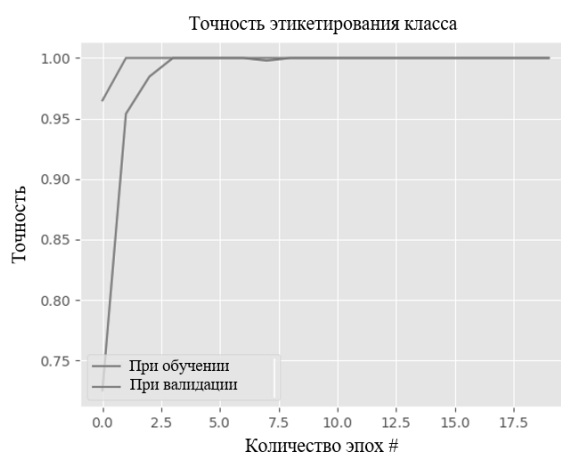


Рис. 3. точность этикетирования класса.

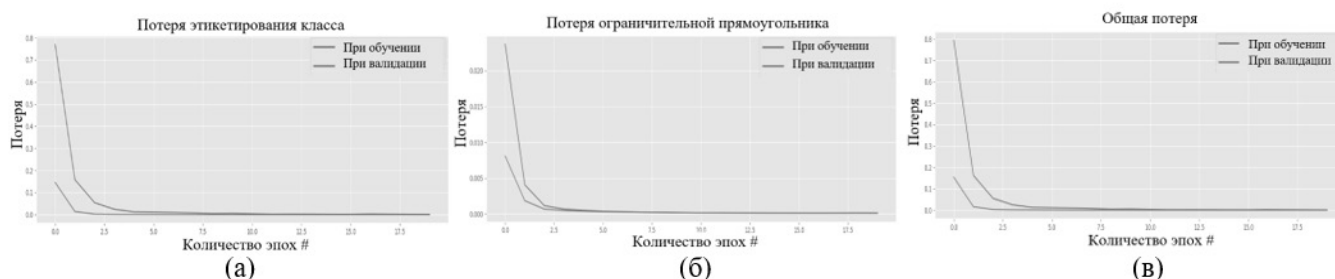


Рис. 4. Три компонента потерь. а) потеря этикетирования класса, б) потеря ограничивающего прямоугольника и в) общая потеря (представляет собой комбинацию потери этикетирования класса и ограничивающего прямоугольника)

Наиболее важной частью подсети регрессии ограничивающего прямоугольника является конечный слой, который содержит 4 нейрона, соответствующие координатам (x, y) для верхнего левого и нижнего правого углов ограничивающего прямоугольника. За прогнозирование классовой метки обнаруженного объекта отвечала подсеть классификатора. Эта подсеть состоит из 512, 512 и 4 узлов соответственно. В последнем слое были установлены также 4 нейрона из-за четырех различных категорий обучающих данных в нашей работе. Сетевая архитектура предлагаемой модели представлена на рис. 2.

Включен ряд графиков для визуализации выходных данных процесса обучения предлагаемой модели. На рис. 3 показана точность этикетирования класса и на рис. 4 представлены результаты потери (потеря этикетирования класса, потеря ограничительной рамки прямоугольника и общая потеря).

Здесь можно отметить, что предлагаемая модель правильно классифицирует метки обнаруженных объ-

ектов в обучающем и тестовом наборе со 100% точностью.

Для проверки предложенной модели обнаружения объекта были использованы некоторые изображения тестового подмножества собственного набора данных, включенного в категории мини-образцов с целью применения в проекте управления движением транспортного средства. После тестирования предложенной модели на тестовых изображениях каждой категории были получены различные результаты, включая пересечение над союзом (Intersection over union — IoU), точность (precision), полнота (recall), средняя средняя точность (mean average precision — mAP), как показано в таблице 1.

Предложенная модель обнаруживает объекты широкого диапазона масштабов и пропорций. Каждый выходной прямоугольник связан с меткой категории. Время выполнения для получения этих результатов составляет 982 мс на изображение при использовании CPU процессора. На рис. 5 показаны результаты про-

Таблица 1. Сравнение результатов предлагаемой модели обнаружения объектов в соответствии с категориями тестовых изображений

Категория (образец)	Количество тестовых изображений	IoU	точность	полнота	mAP
Человек	39	62.28	91.36	29.26	43.73
Блок	23	70.07	96.49	39.90	45.06
Дерево	33	91.37	100.00	31.44	54.54
Башня	16	86.86	100.00	32.22	54.54
Всего	111	76.09	96.02	30.00	44.33



Рис. 5. Примеры результатов обнаружения объектов на собственном наборе данных с использованием предложенной модели.

верки на тестовом подмножестве собственного набора данных.

Согласно полученным результатам, предложенная модель может обнаруживать объекты с надежными результатами, связанными с меткой класса и ограничивающим прямоугольником. Для более точного определения ограничивающего прямоугольника необходимо усовершенствовать модель. Тем не менее, модель подходит для применения в проектах управления автономным транспортным средством и в образовательных целях.

Заключение

В работе представлена система мульти-классового распознавания объектов с использованием VGG16 модели, у которой устранены полно-связанные слои и добавлены две полно-связанные подсети для прогнозирования меток классов и генерации ограничивающего прямоугольника. Построена структура предлагаемой модели для сквозного обнаружения объектов с помощью библиотеки Keras. По результатам эксперимента

можно заметить, что предложенная модель может обеспечить надежные результаты классификации и приемлемые результаты регрессии ограничивающего прямоугольника даже при небольшом объеме обучающих данных.

Основным преимуществом предлагаемой модели является возможность применения собственных данных для мульти-классового обнаружения объектов даже с использованием маломощных вычислительных машин. Основным недостатком предлагаемой модели является необходимость более точного формирования координат ограничивающего прямоугольника.

В работе рассмотрена способность сквозного обнаружения объектов на основе одной базовой предварительно обученной модели с двумя новыми полно-связанными подсетями. В дальнейшей работе возможности предлагаемой модели будут использоваться в системах управления автономным транспортным средством в качестве системы машинного зрения с использованием большого количества обучающихся данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Felzenszwalb P.F., Girshick R.B., McAllester D., Ramanan D. Object detection with discriminatively trained part-based models // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. Vol. 32. № 9. 2009. P. 1627–45.
2. Sung K.K., Poggio T. Example-based learning for view-based human face detection // IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. Vol. 20. № 1. 1998. P. 39–51.
3. Dollár P., Wojek C., Schiele B., Perona P. Pedestrian detection: An evaluation of the state of the art // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. Vol. 34. № 4. 2011. P. 743–61.
4. Kobatake H., Yoshinaga Y. Detection of spicules on mammogram based on skeleton analysis // IEEE Transactions on Medical Imaging. Vol. 15. № 3. 1996. P. 235–45.
5. Jia Y., Shelhamer E., Donahue J., Karayev S., Long J., Girshick R., Guadarrama S., Darrell T. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding // InProceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. 2014. P. 675–678.
6. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks // Advances in neural information processing systems. Vol. 25. 2012. P. 1097–105.
7. Cao Z., Simon T., Wei S.E., Sheikh Y. Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields // InProceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2017. P. 7291–7299.
8. Yang Z., Nevatia R. A multi-scale cascade fully convolutional network face detector // In2016 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR). IEEE. 2016. P. 633–638.
9. Girshick R., Donahue J., Darrell T., Malik J. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation // InProceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2014. P. 580–587.
10. Girshick R. Fast r-cnn // InProceedings of the IEEE international conference on computer vision. 2015. P. 1440–1448.
11. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection // InProceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016. P. 779–788.
12. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks // arXiv preprint arXiv:1506.01497. 2015.
13. Lowe D.G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints // International journal of computer vision. Vol. 60. № 2. 2004. P. 91–110.
14. Dalal N., Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection // In2005 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition (CVPR'05). IEEE. Vol. 1. 2005. P. 886–893.
15. Lienhart R., Maydt J. An extended set of haar-like features for rapid object detection // InProceedings. international conference on image processing. IEEE. Vol. 1. 2002. P. 1–1.
16. Cortes C., Vapnik V. Support vector machine // Machine learning. Vol. 20. № 3. 1995. P. 273–97.
17. Freund Y., Schapire R.E. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting // Journal of computer and system sciences. Vol. 55. № 1. 1997. P. 119–39.
18. Felzenszwalb P.F., Girshick R.B., McAllester D., Ramanan D. Object detection with discriminatively trained part-based models // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. Vol. 32. № 9. 2009. P. 1627–1645.
19. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // nature. Vol. 521. № 7553. 2015. P. 436–44.

© Найнг Мин Тун (naingminhtun52@gmail.com), Гаврилов Александр Игоревич (alexgavrilov@mail.ru),

Пья Пью Паинг (ppraing12@gmail.com), Ньян Линн Тун (nuanlin54@gmail.com),

Тхет Аунг Тху (thetathu@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ЗАПАСА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ СКЛАДА ВАГОННОГО ДЕПО

MODELING OF THE OPTIMUM SIZE OF MATERIAL VALUES STOCK IN THE WAGON DEPOT WAREHOUSE

T. Nurmukhamedov
Z. Gulyamov
E. Abdullaev
A. Azimov

Summary. The article discusses the issues of determining the optimal size of the stock of inventory items in the carriage depot of the Joint Stock Company "O'ztemiryo'lyo'lovchi" ("Uzpasstrans"). Formulas for determining the costs of placing and receiving all orders, costs of storing stock for a certain period, and total costs are given. It is proposed to calculate the number of orders per year, taking into account the demand for products for the corresponding period and the size of the order. It was noted that the costs of storing spare parts, inventory items should be lower than the costs associated with their absence. Dependences of annual costs associated with placing and receiving orders on their size are given.

Keywords: railway transport, wagon depot, moving units, analysis, model, automation, system, element, goods, material, optimal, costs, volume, transportation.

Нурмухамедов Толаниддин Рамзиддинович
 Д.т.н., профессор, Ташкентский государственный
 транспортный университет
 ntolaniddin@mail.ru

Гулямов Жавлон Нуруллаевич
 Старший преподаватель, Ташкентский
 государственный транспортный университет
 javlonbek1207@gmail.com

Абдуллаев Элдор Саъдулла угли
 Ассистент, Ташкентский государственный
 транспортный университет
 eldorabdullayev@list.ru

Азимов Абдулхай Абдулатиф угли
 Ассистент, Ташкентский государственный
 транспортный университет
 azimovabdulhay1707@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы определения оптимального размера запаса товарно-материальных ценностей в вагонном депо Акционерного общества «Узтемирйойуловчи» («Узжелдорпасс»). Приведены формулы определения затрат на размещение и получение всех заказов, затрат на хранение запаса в течение определенного периода, общие затраты. Расчет количества заказов за год предлагается выполнять с учетом спроса на продукцию за соответствующий период и размером заказа. Отмечено, расходы на хранение запасных частей, товарно-материальных ценностей должны быть ниже расходов, связанных с их отсутствием. Приведены зависимости годовых затрат, связанных с размещением и получением заказов, от их размера.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, вагонное депо, подвижные единицы, анализ, модель, автоматизация, система, элемент, товары, материальный, оптимальный, затраты, объем, перевозки.

Введение

Основное назначение склада вагонного депо — концентрация товарно-материальных ценностей (ТМЦ), запасов, их безопасное хранение, накапливание, выдача запасных частей, комплектующих и другой продукции сотрудникам задействованных в ремонтно-экипировочных работах. Склады вагонного депо — это сложные системы и они должны строго соответствовать тем функциям, которые на них возлагаются. Организация запасов на складах вагонного депо железнодорожного транспорта (ЖТ) в конечном итоге направлена на равномерное выполнение технических и экипировочных работ, что в конечном итоге создает устойчивую работу подвижных единиц.

Склад вагонного депо должен [1]:

- ◆ обеспечить своевременное обслуживание пользователей по заявке и выдачей требуемых ТМЦ;
- ◆ сократить использование человеческого труда, освободить от рутинных операций;
- ◆ создать на складских помещениях необходимые условия для качественного хранения ТМЦ.

Исходя из отмеченных требований, современные складские автоматизированные информационные системы позволяют значительно снизить потери при хранении, транспортировке, сортировке и переработке товаров, минимизировать влияние человеческого фактора, рисков возникновения аварийных ситуаций работы автоматизированных технологических ком-

плексов по хранению, транспортировке и переработке ТМЦ, снизить простой авто — и ж/д составов.

Основным показателем эффективности автоматизации складской системы, является рентабельность. Экономический результат достигается только тогда, когда планирование и реализация складской системы анализируются, учитывая интересы всего предприятия.

Место склада в логистической системе и его функции напрямую влияют на техническую оснащенность склада. Склады встречаются в различных функциональных областях логистики (снабженческой, производственной и распределительной) [2]. Железнодорожный склад можно отнести к производственному типу: связаны с обработкой груза относительно постоянной номенклатуры, поступающего и уходящего со склада с определенной периодичностью и малым сроком хранения.

Автоматизация учетных операций вагонного склада подразумевает под собой целый комплекс мер, целью которых является оптимизация, автоматизация и улучшение общего уровня эффективности его работы. Основными направлениями внедрения системы автоматизации на складе являются: оптимизация оборота ТМЦ на складе, автоматизация ведения документооборота, оптимизация работы сотрудников склада. Работа по этим направлениям позволяет оперативно контролировать остатки продукции на складе, оптимизировать расчет учетной стоимости склада, проводить более продуктивную инвентаризацию склада. Автоматизация складской логистики позволяет оптимизировать работу не только внутри самого склада, но и на предприятии в целом [3].

Логистические ИТ-системы и процесс автоматизации склада можно разделить на несколько уровней [2, 3]:

- ◆ внедрение учетных систем (как правило, ритейлеры применяют ERP или WMS);
- ◆ оптимизация складского хозяйства, за счет применения математических методов для построения модели склада и оценки эффективности складских процессов;
- ◆ системы мониторинга и трекинга;
- ◆ роботизация склада.

Первая категория систем — простые учетные системы, отражающие бизнес-события или факты и работающие в полу ручном режиме: человек заносит в систему информацию, которая распространяется по другим информационным системам, согласно заложенным правилам и настроенным бизнес-процессам. Наибольшее развитие и внедрение получила WMS-система

(Warehouse Management System — система управления складом), которая призвана автоматизировать работу складского персонала, а также обеспечить оптимизацию и контроль выполнения заданных технологических и бизнес-процессов, принятых в складском комплексе. Среди этих систем достаточно широкое развитие получили такие WMS системы как: Logistics Vision Suite, SSA Warehouse Management 4000 (EXceed™ WMS4000), Manhattan, HighJumpWarehouseAdvantage, Advantics. WM, Solvo WMS, Radio Beacon WMS, Navision, Warehouse Expert, Система#1 WMS, ФОЛИО Логистик Склад, БУХта: Складской Комплекс и др. [4].

Разработка автоматизированных складов на основе математических методов моделирования позволяет создать эффективную систему управления складом, предиктивно смотреть на процессы, не только внутренние, но и внешние — складской двор, грузовые потоки между складами, рационально осуществлять перевозки ТМЦ из центрального хаба на локальные и т.д. Надо отметить, что математическое моделирование складской деятельности данной категории ориентировано на использование программного обеспечения (ПО) конкретного заказчика, или с использованием специализированного ПО, требующего высоких технических навыков. Склады вагонного депо по объему, запасам ТМЦ относятся к малым предприятиям, которые в настоящее время в преобладающем большинстве случаев не полностью автоматизированы. Исходя из этого вопросы рациональной организации складского учета ТМЦ вагонного депо, его информационное сопровождение для оценки и планирования, складских логистических систем является актуальной.

Вагонное депо «ВЧД-2» является одним из основных структурных подразделений Акционерного общества «Узтемирйулуловчи», которое призвано своевременно и качественно выполнять ремонтно-экипировочные работы с подвижными единицами. При этом на складах вагонного депо стараются эффективно управлять запасами товарно-материальных ценностей (ТМЦ), комплектующих изделий, запасных частей, таким образом, что в конечном итоге положительно влияет на выравнивание, равномерную организацию перевозочного процесса. Службы материально-технического обеспечения нацелены на рост объемов запасных частей и на количественное и качественное удовлетворение потребностей работников, участвующих в перевозочном процессе, и естественно они стараются добиться увеличения запасов на всех стадиях выполнения ремонтно-экипировочных работ. Такая позиция характерна для всех производственных служб, так как высокие нормы запасов обеспечивают большую степень надежности в работе, предотвращая тем самым срывы и простои [2]. В то же время финансовое управление дороги

стремится к сокращению затрат на организацию запасов ТМЦ до минимально возможного уровня, уменьшая тем самым затраты на их хранение.

Хотя на ЖТ содержание запасов ТМЦ сопряжено с определенными затратами, но несмотря на это пассажирская служба дороги вынуждена их создавать, так как отсутствие запасов может привести к еще большей потере прибыли в связи с простоем подвижных единиц.

Запасные части, ТМЦ, имеющиеся в запасе, должны иметь расходы на хранение, ниже расходов, связанных с их отсутствием. Только в этом случае можно создавать запасы, т.к. они будут рентабельны при их хранении [4].

Отметим основные проблемы вагонного депо, которые наблюдаются при управлении запасами:

- ◆ величина и возможная неравномерность расхода, отдаленность поставщиков, ограничения по ресурсам, способам транспортировки;
- ◆ различные виды запасов: текущие, страховые, сезонные и др.;
- ◆ большое число параметров, по которым необходимо принимать решения при управлении запасами: величина заказа, момент заказа, момент поставки, интервал времени между заказами, величина страхового запаса и др.;
- ◆ увеличение времени выполнения заказов, размещаемых в отдаленных зонах с дешевой рабочей силой.

Основная часть: определение оптимального размера текущего запаса

Текущий запас, размещенный на складе вагонного депо, может иметь максимальный, средний или минимальный размер. Если пополнение запасов на складе будет осуществляться ежеквартально, то в этом случае, в зависимости от расхода и поставки размер текущего запаса меняется от максимального его значения до минимального (0 единиц). Оптимальный размер текущего запаса соответствует оптимальному значению его средней величины ($Z_{тек.ср}$), которое равно половине заказанной и доставленной партии ТМЦ. В этом случае оптимальный размер заказываемой партии ТМЦ соответствует оптимальному размеру запаса. Следовательно, необходимо решить задачу определения оптимального размера запаса. Критерием оптимума при нахождении оптимального размера запаса является минимум общих затрат за период, связанных с приобретением и хранением запаса [2–4].

Определение размера запаса товарно-материальных ценностей склада вагонного депо заключается

в разработке основной модели расчета оптимального размера заказа **ЕОQ** (Economic Order Quantity), в котором в качестве критерия оптимизации принимается минимум общих затрат C_{Σ} , включающих затраты на выполнение заказов C_3 и затраты на хранение запаса на складе C_x в течение определенного периода времени (год, квартал и т.п.):

$$C_{\Sigma} = C_3 + C_x \rightarrow \min \quad (1)$$

Затраты на выполнение заказов C_3 с увеличением размера заказа уменьшаются, как правило, по гиперболической зависимости, а затраты на хранение C_x партии поставки возрастают прямо пропорционально размеру заказа. Изменение общих затрат (C_{Σ}), имеет вогнутый характер, что говорит о наличии минимума, соответствующего оптимальной партии заказа S_o .

Для вывода формулы **ЕОQ** рассмотрим зависимость затрат C_3 и C_x от партии заказа S . Определим затраты, связанные с выполнением заказа, которые определяются по формуле

$$C_3 = \frac{A \cdot C_o}{S}, \quad (2)$$

где A — потребность в заказываемом продукте в течение рассматриваемого периода (год, квартал), ед.;
 C_o — затраты на выполнение одного заказа, сум.;
 S — искомая величина заказа, ед.

Затраты на хранение партии продукции рассчитываются по формуле

$$C_x = 0,5 \cdot C_n \cdot f \cdot S, \quad (3)$$

где C_n — цена единицы продукции, хранимой на складе, сум.;

f — коэффициент, отражающий затраты на хранение запаса в виде доли от цены C_n .

Поскольку в формуле (3) учитывается средняя величина запаса, хранящегося на складе за период T , то вводится коэффициент 0,5.

Подставив выражения (2) и (3) в формулу (1), получим

$$C_{\Sigma} = \frac{A \cdot C_o}{S} + 0,5 \cdot C_n \cdot f \cdot S \rightarrow \min \quad (4)$$

Следует подчеркнуть, что при выводе формулы (4) сделаны следующие допущения:

- ◆ затраты на выполнение заказа C_o , цена поставляемой продукции C_n и затраты на хранение единицы продукции в течение рассматриваемого периода постоянны;

Таблица 1. График зависимости затрат на заказ, хранение запаса и общих затрат от размера заказа

№ п/п	S	C _з	C _х	C _Σ
1	30	1333333	72000	1405333,3
2	50	800000	120000	920000
3	70	571428,6	168000	739428,57
4	90	444444,4	216000	660444,44
5	110	363636,4	264000	627636,36
6	130	307692,3	312000	619692,31
7	150	266666,7	360000	626666,67
8	170	235294,1	408000	643294,12
9	190	210526,3	456000	666526,32
10	210	190476,2	504000	694476,19
11	230	173913	552000	725913,04
12	250	160000	600000	760000
13	270	148148,1	648000	796148,15
14	290	137931	696000	833931,03
15	310	129032,3	744000	873032,26
16	330	121212,1	792000	913212,12
17	350	114285,7	840000	954285,71
18	370	108108,1	888000	996108,11
19	390	102564,1	936000	1038564,1
20

- ♦ период между заказами (поставками) постоянный, т.е. $T = \text{const}$;
- ♦ заказ S_o выполняется полностью, мгновенно;
- ♦ интенсивность спроса $X = S_o / T$ постоянна;
- ♦ емкость склада не ограничена;
- ♦ рассматриваются только текущие (регулярные) запасы, другие виды запасов (страховые, подготовительные, сезонные, транзитные и т.д.) не учитываются.

Для определения минимального значения функции C_{Σ} воспользуемся известной математической процедурой, а именно возьмем первую производную и приравняем ее нулю:

$$\frac{dC_{\Sigma}}{dS} = -\frac{C_o * A}{S^2} + 0,5 * C_n * f = 0, \quad (5)$$

Выполнив соответствующие преобразования в уравнении (5) находим оптимальную величину размера заказа **EOQ** (формула Уилсона):

$$S_o = \sqrt{\frac{2 * C_o * A}{C_n * f}}, \quad (6)$$

Теперь необходимо определить остальные параметры, характеризующие модель **EOQ**.

Количество поставок за рассматриваемый период определим по формуле:

$$N = \frac{A}{S_o} = \sqrt{\frac{A * C_n * f}{2 * C_o}}, \quad (7)$$

Продолжительность одного цикла определим по формуле:

$$T = \frac{D}{N} = D * \sqrt{\frac{2 * C_o}{A * C_n * f}}, \quad (8)$$

где D — рассматриваемый период, дн.

При расчетах необходимо учитывать, если вычисления будут выполняться в общем для всего годового периода, тогда $D = 365$ дн.; при выполнении вычислений для рабочих дней в году то $D = D_p = 260$ дн., если расчеты выполняются для недельного периода, тогда $D = D_w = 52$ нед.

Определим величину минимальных общих затрат, путем подстановки S_o , рассчитанной по формуле (6), в уравнение (4) и выполнив соответствующие преобразования получим:

$$C_{\Sigma \min} = \sqrt{2 * C_o * A * C_n * f}. \quad (9)$$

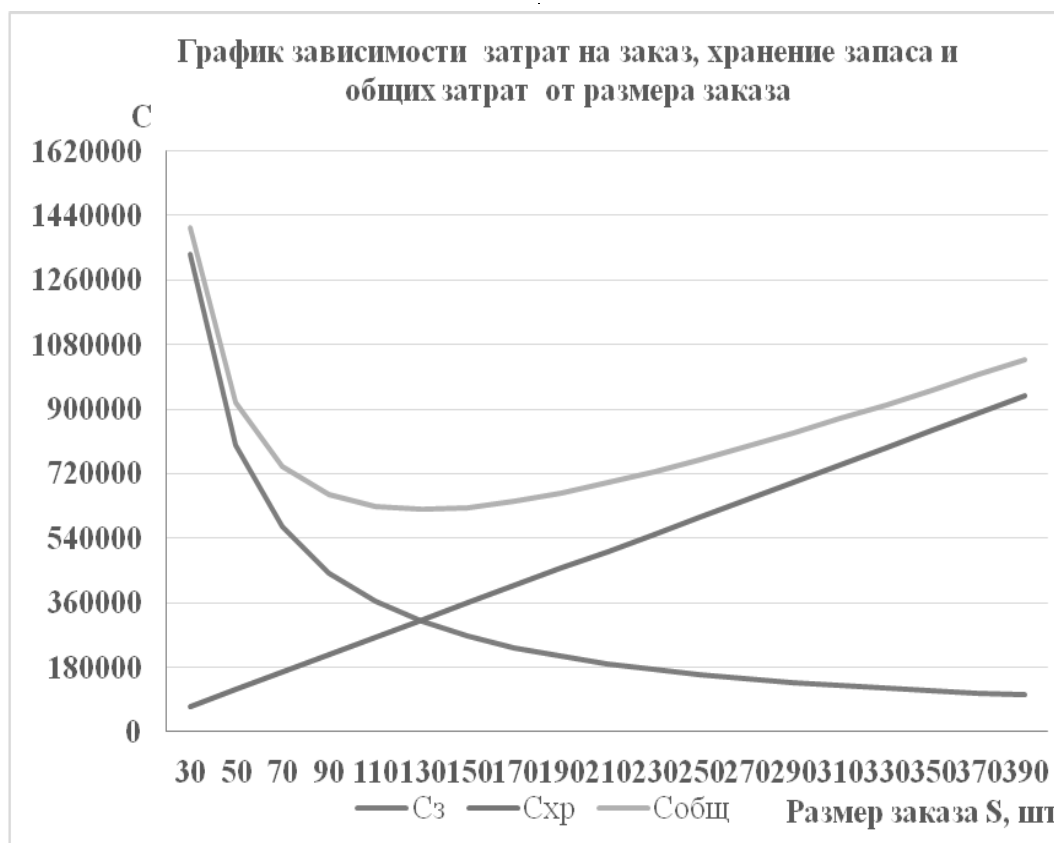


Рис. 1. Зависимость затрат на заказ C_z , хранение запаса $C_{хр}$ и общих затрат $C_{общ}$ от размера заказа.

Формула (9) позволяет выполнить расчет минимальных затрат с учетом затрат на выполнение заказов C_z и затрат на хранение запаса на складе $C_{хр}$.

Выполним апробацию полученных формул с помощью исходных данных следующего примера.

1-пример

Рассчитать параметры модели оптимального размера запаса **EOQ** для следующих исходных данных: пусть запас ТМЦ на складе характеризуется тем, что он будет поступать циклически начиная 30 усл.ед. груза с шагом 20; цена единицы продукта $C_n = 24000$ сум.; коэффициент, отражающий затраты на хранение ТМЦ примем равным $f = 0,2$; затраты на выполнение одного заказа $C_o = 80000$ сум.; расчетный период $D_p = 260$ дн.; потребность в заказываемом продукте (в год) $A = 500$ ед.

Фрагмент результатов расчетов затрат на запас, хранение и общих затрат ТМЦ выполненных с помощью формул (2) — (4) приведены в табл. 1.

Анализ таблицы показывает, что минимум общих затрат наблюдается при значении S равном 130 усл.ед.

На основе данных табл. на рис. 1 приведены графики затрат на запас ТМЦ, хранение и общих затрат при изменяющемся их количестве S (колеблется от 30 до 500 усл.ед.).

Теперь определим оптимальный размер заказа, воспользовавшись формулой (6) и сравним полученные результаты:

$$S_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 80000 \cdot 500}{24000 \cdot 0,2}} \cong 129 \text{ ед.}$$

Таким образом можно заключить, что оптимальный размер запаса ТМЦ при необходимом максимальном количестве равном 500 усл.ед. составляет 129 ед.

Определим минимальные суммарные затраты на выполнение заказов и хранение ТМЦ в течение года, подставив численные значения в формулу (9):

$$C_{\Sigma min} = \sqrt{2 \cdot C_o \cdot A \cdot C_n \cdot f} = \sqrt{2 \cdot 80000 \cdot 500 \cdot 24000 \cdot 0,2} = 619677,34 \text{ сум.}$$

Полученный результат показывает, что **619692,31–619677,34=14,97 сум** отличается, т.е. всего на **0,0024%**.

Количество заказов за рассматриваемый период согласно формулы (7) равно:

$$N = \sqrt{\frac{500 \cdot 24000 \cdot 0,2}{2 \cdot 80000}} = \sqrt{15} \cong 4 \text{ заказа}$$

Продолжительность одного цикла, т.е. периодичность выполнения заказов согласно формулы (8) равно:

$$T = 260 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 80000}{500 \cdot 24000 \cdot 0,2}} \cong 17 \text{ дней}$$

Несмотря на соблюдение всех ограничений, допущения, принятые при выводе формулы Уилсона, требуют уточнения способов определения затрат, в первую очередь затрат на хранение. Расчеты затрат на хранение ТМЦ на складах вагонного депо показывают, что при этом, как правило, учитывается не средний размер партии, а площадь (или объем) склада, которая требуется для всей поступившей партии:

$$C_x = \alpha \cdot k \cdot \theta \cdot S \quad (10)$$

где α — затраты на хранение продукции в единицу времени с учетом занимаемой площади (объема) склада, сум/м² *ед. времени (сум/м³ *ед. времени); k — коэффициент, учитывающий пространственные габариты единицы продукции, м²/шт (м³/шт); θ — коэффициент, учитывающий неодновременность поступления различных видов продукции на склад, $0 < \theta < 1$. Часто в расчетах θ принимают равным 1 ($\theta = 1$). Теперь подставив выражение (10) в формулу (4), получим (при $\theta = 1$)

$$C_{\Sigma} = \frac{A \cdot C_o}{S} + \alpha \cdot k \cdot S \rightarrow \min, \quad (11)$$

С целью определения минимального значения функции C_{Σ} как было выше отмечено возьмем первую производную и приравняем ее нулю, а также выполнив последующие соответствующие преобразования, определим оптимальный размер заказа:

$$S_o = \sqrt{\frac{C_o \cdot A}{\alpha \cdot k}}. \quad (12)$$

Подставив S_o из формулы (12) в формулу (11) выполнив соответствующие преобразования получим выражение позволяющее вычислить величину минимальных затрат, которая учитывает затраты на хранение продукции в единицу времени с учетом занимаемой площади:

$$C_{\Sigma \min} = 2 \cdot \sqrt{C_o \cdot A \cdot \alpha \cdot k}. \quad (13)$$

Выполним апробацию полученных формул с помощью исходных данных предыдущего, т.е. 1-примера.

2-пример

Предположим, что каждая единица продукции упакована в ящик следующих размеров: $a \times b \times c$ ($a = 0,3$ м — ширина; $b = 0,4$ м — длина; $c = 0,3$ м — высота); при хранении допускается штабелирование ящиков в A ярусов ($A = 6$).

Рассчитаем затраты на хранение единицы продукции при условии, что выбран склад класса В (теплое помещение, первый этаж), т.е. ставка 9,0 усл. ед. /м² *мес.

Найдем величины α и k при условии 1 усл. ед. = 260 сум.:

$$\alpha = 9,0 \cdot 12 \cdot 260 = 28100 \text{ сум/м}^2 \cdot \text{год};$$

$$k = \frac{\alpha \cdot b}{h} = \frac{0,3 \cdot 0,4}{6} = 0,02 \text{ м}^2/\text{ед.}$$

Следовательно,

$$\alpha \cdot k = 28100 \cdot 0,02 = 560,2 \text{ сум/ед.} \cdot \text{год.}$$

Оптимальный размер заказа равен

$$S_o = \sqrt{\frac{80000 \cdot 2000}{560,2}} \cong 535 \text{ ед.,}$$

минимальные суммарные затраты

$$C_{\Sigma \min} = 2 \cdot \sqrt{80000 \cdot 2000 \cdot 560,2} = 598772 \text{ сум}$$

Соответственно, количество заказов $N \cong 6$ заказа, а периодичность заказов $T \cong 5$ дней.

Расчет общих затрат, выполненный по методике 2-го примера, является более точным и экономичным.

Надо отметить, что анализ складов вагонного депо ВЧД-2 показал, что получаемые ТМЦ хранятся без штабелирования, размещаются по товарным группам на поддонах. Следовательно, для определения оптимального размера заказа ТМЦ в ВЧД-2 нами предлагается использовать формулы (2) — (9).

Заключение

1. Расчет размера запаса на складе с учетом площади (или объема) склада, позволяет получить более точные результаты общих расходов на покупку и хранение ТМЦ.
2. Оптимальную величину размера заказа S_o ТМЦ, комплектующих и запасных частей подвижных единиц вагонного депо предлагается выполнять, используя формулу (6).
3. Определив оптимальный размер заказа S_o можно определить количество заказов и продолжительность одного цикла, которые составили

соответственно 4 заказа при периодичности равной 17 дням (формулы 7 и 8).

Определены формулы расчета оптимального размера запаса S_{zi} , оптимального количества заказов за период (частота завоза) $N_{опт}$, оптимальный период между поставками $T_{опт}$.

Приведенные формулы позволяют: оптимизировать запасы ТМЦ на складе вагонного депо, повысить качество и уровень материально-технического обеспечения производственного цикла ремонтно-экипировочных работ, выполняемых с подвижными единицами, оптимизировать размеры партии поставок продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нурмухамедов Т.Р., Гулямов Ж.Н. Разработка базы данных учета складского инвентаря вагонного депо. // Сборник научных статей по итогам одиннадцатой международной научной конференции: "Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство", часть 2. — Казань, 2019. — С.212–215.
2. Управление запасами в цепях поставок: Учеб. пособие; под общ. и научн. ред. В.С. Лукинского. — СПб.: СПбГИЭУ, 2010. — 372 с.
3. Логистика: учебник / Под ред. Б.А. Аникина. — М.: ИНФРА-М, 2008. — 368 с.
4. Гаджинский, А.М. Управление запасами в логистике / А.М. Гаджинский // Справочник экономиста. — 2008, № 2. — С. 66–77.

© Нурмухамедов Толаниддин Рамзиддинович (ntolaniddin@mail.ru), Гулямов Жавлон Нуруллаевич (javlonbek1207@gmail.com), Абдуллаев Элдор Саъдулла угли (eldorabdullayev@list.ru), Азимов Абдулхай Абдулатиф угли (azimovabdulhay1707@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ташкентский государственный транспортный университет

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ НЕРАВНОМЕРНОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

THE METHODOLOGICAL APPROACH TO FORECASTING AN UNEVEN TIME SERIES

**O. Russkov
I. Voronkov
S. Saradgishvili**

Summary. The sources of time series unevenness are shown. The existing methods of time series forecasting are considered. Their advantages and disadvantages are determined. A methodical approach to forecasting an uneven time series is described. The principal applicability of the described forecasting method is proved by the example of forecasting a power consumption of an industrial enterprise. The software model based on the described method has been tested. The superiority of described model results over results of autoregressive and neural network models is shown.

Keywords: time series, forecasting, unevenness, game theory, system approach.

Руссков Олег Владимирович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
vtz_energo@mail.ru

Воронков Илья Александрович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
iliaftk@outlook.com

Сараджишвили Сергей Эрикович

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
SSaradg@yandex.ru

Аннотация. Показаны источники происхождения неравномерности временного ряда. Рассмотрены существующие методы прогнозирования временных рядов. Определены их достоинства и недостатки. Описан методический подход к прогнозированию неравномерного временного ряда. Обоснована принципиальная применимость описываемого метода прогнозирования на примере прогнозирования электропотребления крупного промышленного предприятия. Апробирована программная модель, созданная на основе описываемого метода. Показано превосходство результатов прогнозирования описанной модели над результатами авторегрессионной и нейросетевой моделей прогнозирования.

Ключевые слова: временной ряд, прогнозирование, неравномерность, теория игр, системный подход.

Введение

В настоящее время в мире имеется очевидный тренд на цифровизацию, в связи с чем бурное развитие переживают информационные технологии. Количество процессов, цифровые расчёты алгоритмов функционирования которых становится возможным производить в реальном времени, неумолимо растёт. В связи с этим активно развиваются и методы информационных технологий, позволяющие прогнозировать будущее состояние исследуемых объектов на базе их цифровых двойников и прогнозных моделей. Предвосхищать будущее с помощью вычислительной машины с точки зрения науки означает эффективное удовлетворение одной из базовых потребностей человека в безопасности. Поэтому не следует сомневаться в том, что развитие цифровых методов прогнозирования с использованием быстродействующих ЭВМ продолжится. При этом информация о состоянии исследуемых объектов в методах информационных технологий обычно представляется в виде

временных рядов данных, отражающих изменение определённого параметра объекта исследования во времени с заданной дискретностью. Количество данных при этом имеет тенденцию к значительному росту.

Достоинства и недостатки существующих цифровых методов прогнозирования временных рядов

На данный момент для решения задачи прогнозирования временных рядов во всём мире хорошо зарекомендовали себя авторегрессионные модели ARIMA (ARIMAX) [1], модели на нейронных сетях ANN [2], модели экспоненциального сглаживания [3], на цепях Маркова [4], на базе классификационно-регрессивных деревьев CART [5]. К их достоинствам традиционно относят низкую погрешность прогнозирования, гибкость и широкую применимость. Особо следует выделить значительный рост числа исследователей, адаптирующих к различным отраслям науки и техники

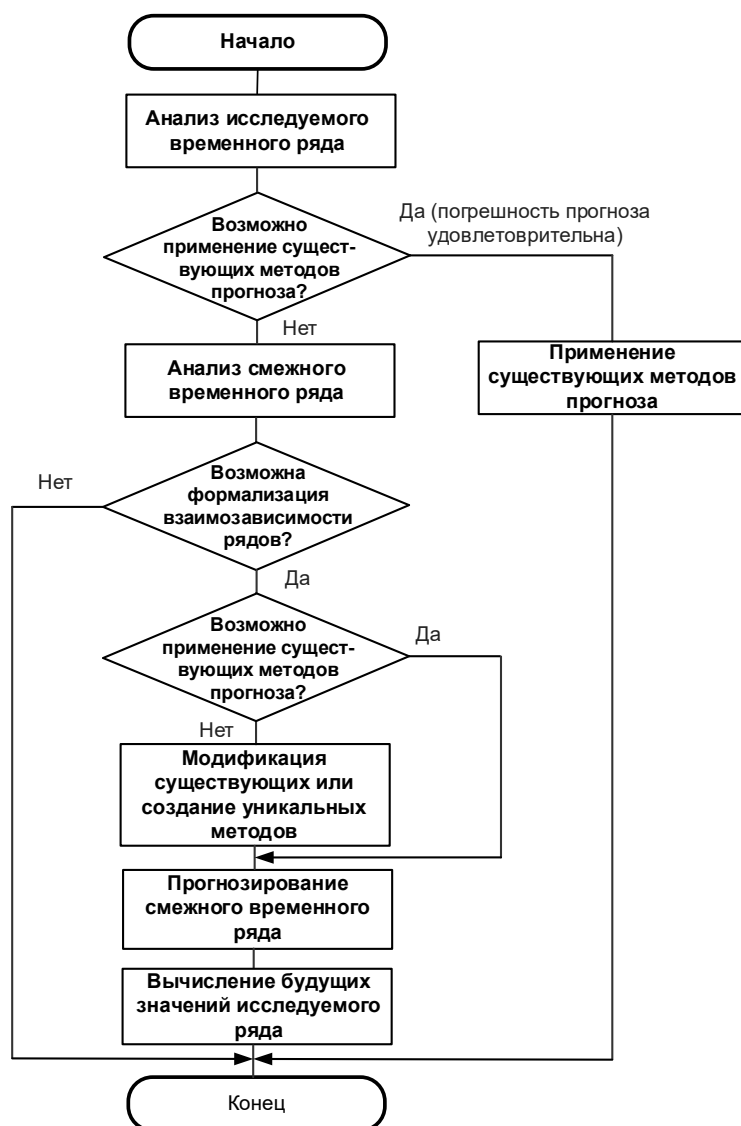


Рис. 1. Обобщённый алгоритм прогнозирования неравномерного временного ряда

нейросетевые модели. Общее научное мнение сейчас таково, что именно за этими моделями будущее. Считается, что преградой к полной цифровизации любого процесса является временное отсутствие алгоритмов оптимизации и соответствующих им вычислительных мощностей; со временем этот недостаток будет обязательно устранён. Однако, к известным недостаткам существующих моделей, в том числе нейросетевых, относится критичный рост погрешности прогноза при росте неопределённости (неравномерности [6], волатильности [7]) исследуемого ряда. И хотя адепты нейросетей утверждают, что и здесь вопрос только в правильном анализе и учёте в построении модели влияющих на процесс факторов, на данный момент озвученная проблема существующими моделями решается не всегда. На практике существует достаточное ко-

личество временных рядов, имеющих неравномерную природу [8]. Это, в частности, временные ряды, связанные с производством, где основную роль играют технологии и технологи. Например, графики потребления энергоресурсов и вспомогательных материалов, график ремонтов оборудования, распределения плавков стали по часам суток и другие имеют ярко выраженную неравномерность. Анализ факторов, влияющих на возникновение подобной неравномерности, показывает решающую роль человеческого фактора [8]. Попытки его систематизировать созданием специальных моделей [9,10] пока не принесли успеха. Поскольку число таких неравномерных временных рядов достаточно велико [8], создание методов и моделей их прогнозирования имеет важное научное и народнохозяйственное значение.

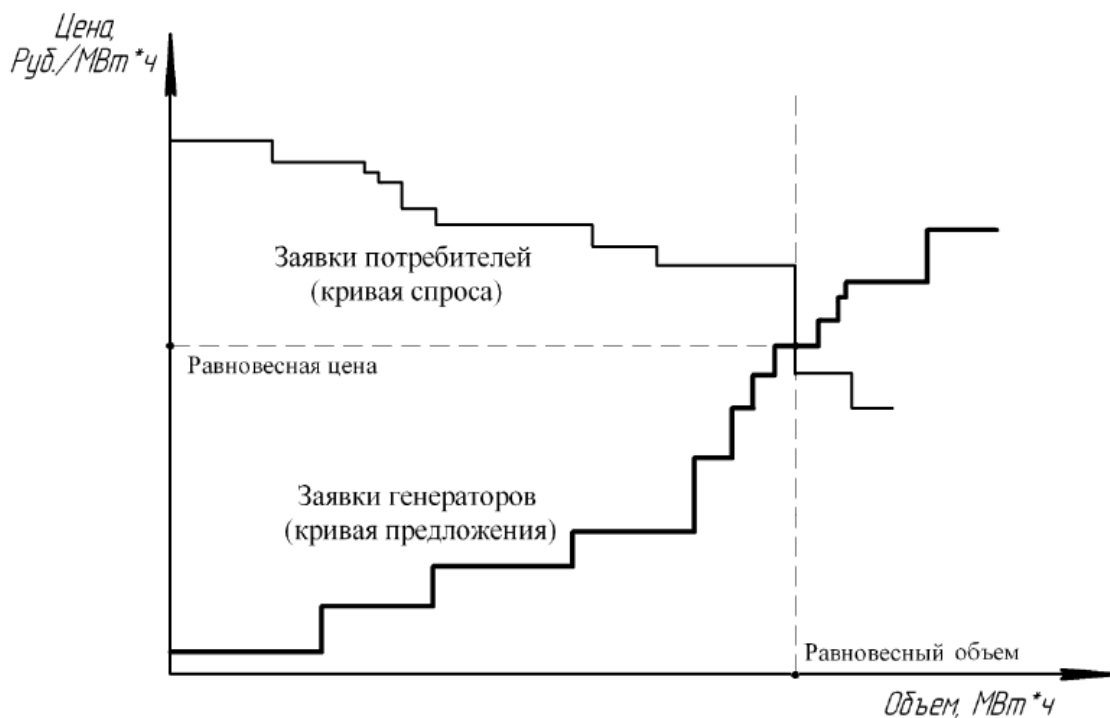


Рис. 2. Взаимосвязь временных рядов цен и электропотребления [13]

Методический подход к прогнозированию неравномерного временного ряда

Для того, чтобы осуществить прогнозирование неравномерного временного ряда, формализация влияющих факторов которого в настоящее время слишком сложна из-за отсутствия адекватных алгоритмов их учёта, возможно применение системного подхода (рис. 1).

При этом, безусловно, должны анализироваться законы формирования и степень влияния рядов смежных областей на исследуемый ряд. Для этого требуется обработка больших массивов данных и выявление взаимосвязей [11]. В частности, могут применяться методы и платформы для совместного анализа [12]. В случае, если искомое влияние обнаруживается и может быть формализовано, анализируется характер смежного ряда. Если смежный ряд более равномерный, чем исследуемый, и его значения можно спрогнозировать с требуемой погрешностью, то осуществляется прогноз значений смежного ряда, после чего с помощью формализованной зависимости происходит вычисление искомых значений исследуемого ряда. При этом область смежного процесса может отличаться от области, в которой формируется основной процесс. Самым ярким примером могут служить графики цен на энергоносители и объёмы их выработки или потребления. Первый процесс относится к области экономики, вто-

рой — энергетики. Процесс прогнозирования подобных неравномерных рядов укладывается в рамки описываемой методологии.

Применение методологии

В качестве примера применения вышеописанной методологии рассмотрим наиболее часто встречающуюся связку рядов — электропотребления промышленного предприятия и цен на электрическую энергию на оптовом рынке (рис. 2).

Ряд часового электропотребления обладает ярко выраженной неравномерностью вследствие превалирования требований технологии производства над требованиями часового планирования на оптовом рынке электроэнергии; вследствие этого его прогнозирование с помощью существующих моделей имеет значительную (10–15%) погрешность [8]. Формализация влияющих факторов затруднена вследствие превалирования в их структуре человеческого фактора. Согласно рассматриваемой методологии следует рассмотреть смежные ряды, имеющую сходную дискретность. Из области экономики можно выделить перспективные в этом отношении временные ряды цен на рынке на сутки вперёд и на балансирующем рынке [14]. Их дискретность совпадает с дискретностью исследуемого ряда; при этом общность природы формирования рядов гарантирует механизм электронного аукциона [14].

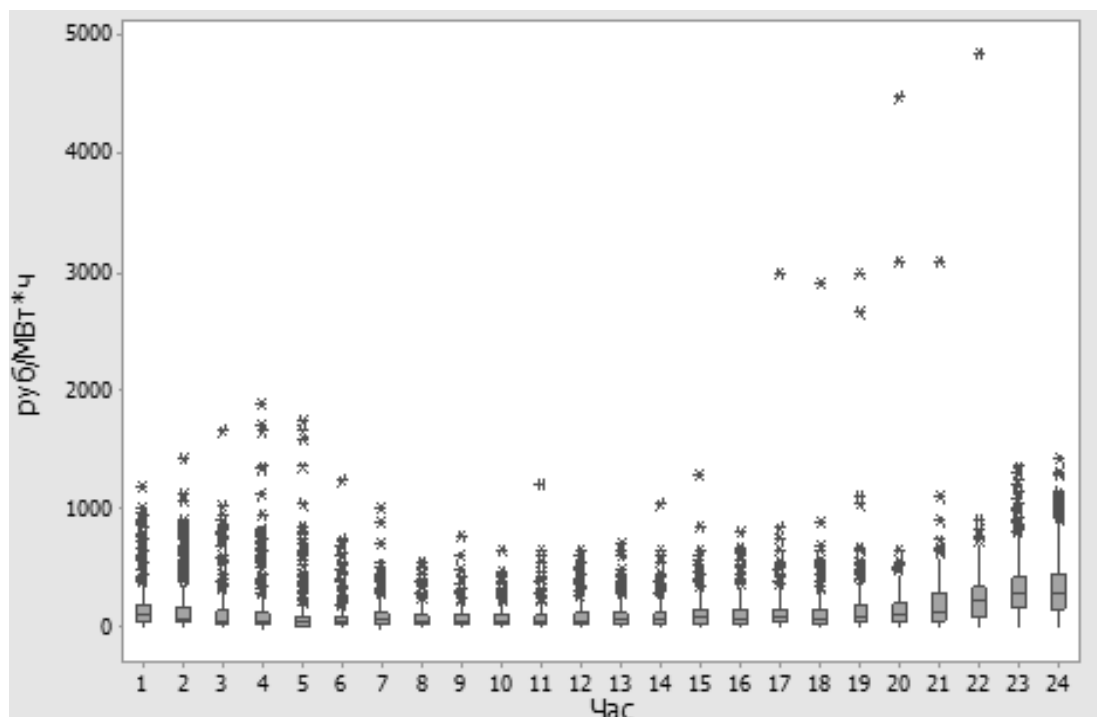


Рис. 3. Изменчивость значений смежных временных рядов

Для формализации зависимости этих рядов были применены теория принятия решений и теория игр, которые позволили выявить и оцифровать связь с помощью формулы полной вероятности, описывающей все возможные исходы детерминированного эксперимента по фиксации всех возможных взаимных отношений значений временных рядов часового электропотребления и цен рынка. Детальный вывод формулы был описан авторами ранее [15]:

$$F_0 = V \cdot (P_1 \cdot \Delta_0 - P_2 \cdot \Delta_1 + P_1 \cdot P_2 \cdot (\Delta_1 - \Delta_0) - 2 \cdot P_2 \cdot C_{кор} + C_{кор}), \quad (1)$$

где P_1 — вероятность формирования соотношения значений смежного временного ряда; P_2 — вероятность соотношения значений исследуемого временного ряда; V — величина корректировки значений исследуемого ряда; Δ_0, Δ_1 — средняя разница значений смежного ряда для соотношений типов 0 и 1 соответственно; $C_{кор}$ — дополнительное корректирующее значение смежного временного ряда [15].

Знак и объём корректировки прогнозного значения неравномерного ряда определяются на основе значений целевой функции, описывающей зависимость исследуемого и смежного рядов (1). Прогнозирование происходит отдельно по каждому часу суток. Поскольку статистический анализ разницы значений смежных рядов цен показывает разную изменчивость в зави-

симости от часа суток, такой подход правомерен, поскольку учитывает данную изменчивость (рис. 3).

Следование выведенной зависимости обеспечивает обоснованное в соответствии со свойством статистической устойчивости преобладание прибыли над убытком целевой функции процесса прогнозирования временного ряда неравномерного электропотребления. Алгоритм процесса вычисления прогнозного значения неравномерного временного ряда электропотребления на основе значений смежного ряда цен показан на рис. 4.

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА НА ОСНОВЕ ОПИСАННОГО ПОДХОДА. Испытания алгоритмов модели прогнозирования неравномерного временного ряда на примере прогнозирования электропотребления крупного промышленного предприятия осуществлены на промышленном предприятии в Волгоградской области. Алгоритмы реализованы в виде программного модуля на языке C++ (4075 строк исходного кода), исполняемого на IBM PC-совместимом компьютере с операционной системой Windows XP и выше. На программный модуль в установленном порядке получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Основные результаты работы предложенных моделей, выводимые на экран:

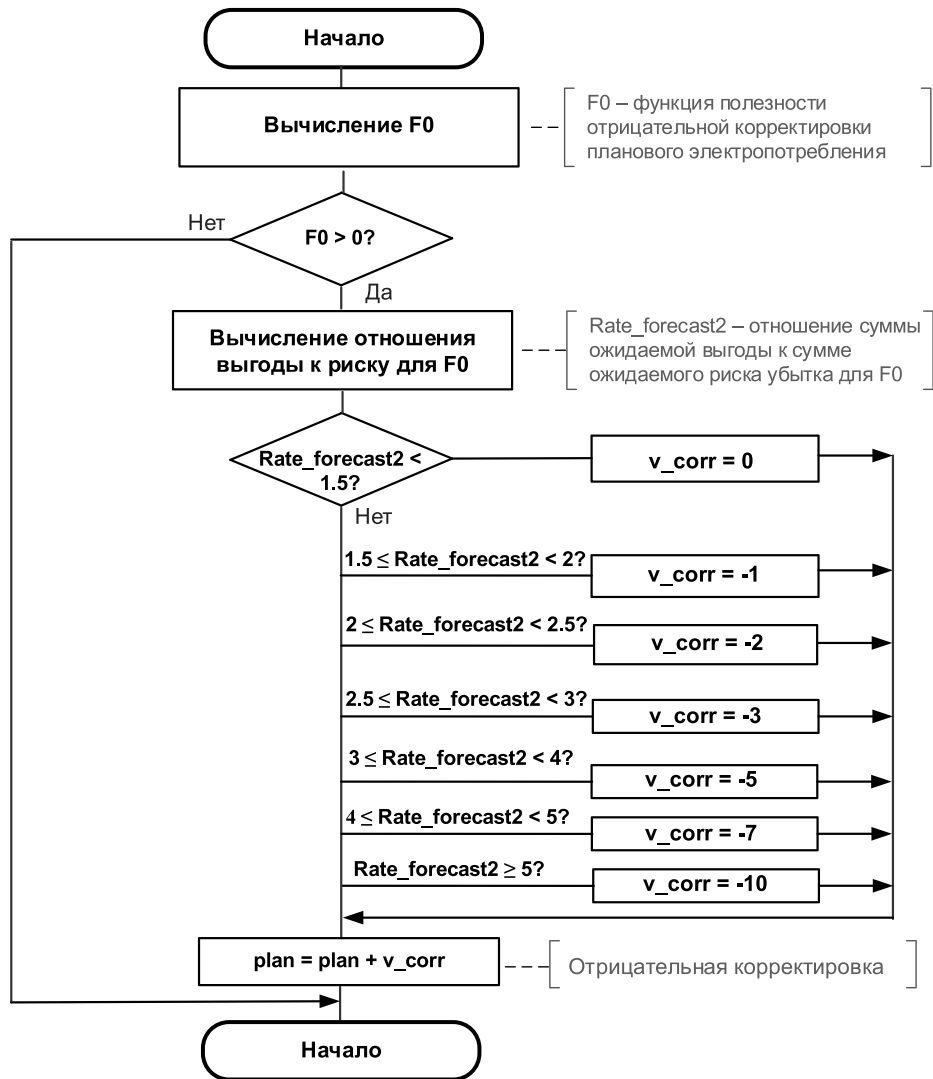


Рис. 4. Алгоритм вычисления прогнозного значения неравномерного временного ряда

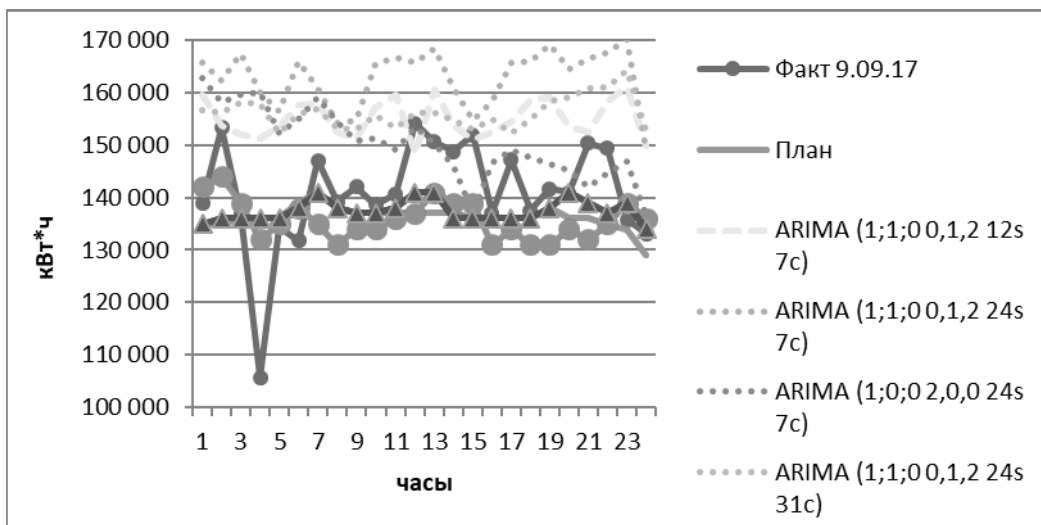


Рис. 5. Лучший суточный результат разработанной модели на основе теории игр

- ◆ вероятность формирования прогнозируемых соотношений смежных временных рядов для лица, принимающего решение об итоговом прогнозе неравномерного временного ряда;
- ◆ итоговый результат прогнозирования неравномерного временного ряда;
- ◆ разница суммарных отклонений прогнозных и фактических значений;
- ◆ визуализация статистических значений неравномерного и смежных временных рядов;
- ◆ визуализация типов соотношений временных рядов.

Результаты работы разработанной модели прогнозирования были подвергнуты сравнению с результатами самых популярных из существующих на сегодняшний день моделей — нескольких модификаций авторегрессионной ARIMA и нейросетевой ANN. В качестве периода оценки результатов выбран 1 типовой месяц; при этом обосновано, что данные в нём являются репрезентативными для выборки целого года. По результатам испытаний лучший результат среди набора

моделей показала разработанная модель на основе теории игр (рис. 5): ошибка прогноза MAE на 6,3% меньше, чем у ANN и 33,9% — чем у лучшей модификации ARIMA (1,1,0 0,1,2 12s 7c).

ВЫВОДЫ

Описанный методический подход, методы и модели, создаваемые на его основе, и, в частности, описанный пример прогнозирования неравномерного электропотребления крупного промышленного предприятия, способствуют развитию цифровой энергетики EnergyNet, позволяют снижать углеродный след в производимой в России электроэнергии за счёт разгрузки неэффективных генераторов. Кроме того, за счёт формализации связи смежных рядов промышленности описанный подход принципиально может использоваться при переходе на ритмичное бережливое производство («Цифровое производство»). Вышеизложенное позволяет считать описанный методический подход перспективным, а методы, созданные на его основе, решающими возложенные задачи по прогнозированию неравномерных временных рядов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Berk K. Modeling and Forecasting Electricity Demand — A Risk Management Perspective. — Wiesbaden: Springer-Spektrum. — 2015. — p. 115.
2. Campillo J., Wallin F., Torstensson D., Vassileva I. Energy demand model design for forecasting electricity consumption and simulating demand response scenarios in Sweden // International Conference in Applied Energy. — 2012. — ICAE-4 ID: ICAE2012-A10599.
3. Zahan R., Kennet S.R. Modeling and Forecasting Energy Consumption in the Manufacturing Industry in South Asia // Int. Journal of Energy Economics and Policy. — 3–1. — 2013. — pp. 87–98.
4. Zhou X., Tang Y., Xie Y., Li Y., Zhang H. A Fuzzy Probability-based Markov Chain Model for Electric Power Demand Forecasting of Beijing, China // Energy and Power Engineering. — 2013. — 5. — pp. 488–492.
5. Кирилова Т., Бабинович Д., Климова Г., Шутов Е. Многофакторное прогнозирование потребления электроэнергии в промышленном и бытовом секторах // Пром. энергетика. — 2010. — № 6. — с. 24–30.
6. Макоклюев Б.И., Ёч. В.Ф. Взаимосвязь точности прогнозирования и неравномерности графиков электропотребления // Электрические станции. — 2005. — № 5. — С. 64–67.
7. Бейден С., Смирнов Д., Матвеева М. Риски на рынке электроэнергии и методы прогнозирования цен // Энергорынок. — 2004. — № 4. — с. 22–28.
8. Руссков О.В., Сараджишвили С.Э. Ограничения математических моделей в прогнозировании неравномерных временных рядов и пути их преодоления // НАУ. — 2014. — № 4. — С. 55–59.
9. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро. — М.: АСТ, 2013. — 656 с.
10. Rabin M. Psychology and economics // Journal of economic literature. — 1998. — Vol. 36 No. 1, pp. 11–46.
11. Воронков И.А., Сараджишвили С.Э. Microsoft power BI в цифровой обработке многомерных сигналов // Издательство СПбПУ им. Петра Великого, Санкт-Петербург, 2019, 32 стр. — ил.
12. Voronkov I.A., Saradgishvili S.E. Usage of a BART algorithm and cognitive services to research collaboration platforms // Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1694(1), 012028.
13. Дзюба А.П. Управление энергозатратами промышленных предприятий: дис. ... канд. техн. наук. — Челябинск. — 2014. — 286 с.
14. Регламенты оптового рынка электроэнергии [электронный ресурс]. — <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/index.htm> (дата доступа 17.02.2021)
15. Russkov O.V., Saradgishvili S.E. The method of planning the energy consumption for electricity market // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 90 (2017) 012068. — 2017. — DOI: 10.1088/1755-1315/90/1/012068

© Руссков Олег Владимирович (vtz_energo@mail.ru), Воронков Илья Александрович (iliaftk@outlook.com),

Сараджишвили Сергей Эрикович (SSaradg@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДИКА КОСВЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ВЕРИФИКАЦИИ

Трокоз Дмитрий Анатольевич

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный технологический университет»
trokoz@penzgtu.ru*

METHOD OF INDIRECT DYNAMIC BIOMETRIC VERIFICATION

D. Trokoz

Summary. The paper proposes a method of continuous biometric verification based on a heuristic algorithm using the mathematical apparatus of wide neural networks, genetic algorithms, and the algebra of hyperdimensional binary vectors. This technique is based on replacing the target verification problem with the task of predicting the time series of actions of the verified operator, providing continuous verification of his personality by analyzing behavioral characteristics. At the same time, for the synthesis of the verification model, only the data of the operator whose verification is necessary are used, which is a significant advantage compared to the methods of binary classification, the use of which requires the presence of alternative biometric images.

Keywords: neural network, dynamic verification, behavioral biometrics, time series forecasting, hyperdimensional vector algebra.

Аннотация. В работе предлагается методика непрерывной биометрической верификации, основанная на эвристическом алгоритме, использующем математический аппарат широких нейронных сетей, генетические алгоритмы и алгебру гиперразмерных двоичных векторов. Данная методика основана на замене целевой задачи верификации задачей прогнозирования временного ряда действий верифицируемого оператора, обеспечивая непрерывную проверку его личности путем анализа поведенческих характеристик. При этом для синтеза верифицирующей модели используются данные только того оператора, верификация которого необходима, что является существенным преимуществом по сравнению с методами бинарной классификации, применение которых требует наличие альтернативных биометрических образов.

Ключевые слова: нейронная сеть, динамическая верификация, поведенческая биометрия, прогнозирование временных рядов, алгебра гиперразмерных векторов.

Введение

В настоящее время очень часто возникает потребность верификации личности при доступе к каким-либо аппаратно-программным комплексам или информационным ресурсам. Основным недостатком большинства существующих методов верификации личности заключается в одновременности процесса верификации, который часто совмещается с процессом аутентификации. При этом ни методы парольной защиты, ни методы статической биометрии, такие как биометрическая верификация по изображению лиц [1], дактилоскопических изображений [2] и рисунков ладоней рук [3][4], не могут гарантировать, что после успешного прохождения процедуры верификации личности при авторизации не будет произведена передача доступа третьему лицу.

Решение этой проблемы требует использования методик динамической биометрической верификации [5]. Они способны обеспечить непрерывный анализ поведенческих биометрических характеристик человека с целью перманентной верификации его личности. Главный недостаток существующих методик динамической биометрической верификации — это низкая точность и отсутствие унификации, которая бы позволила

применять эти методики без привлечения экспертов [6]. Обе проблемы связаны между собой, поскольку унификация позволит исключить так называемый «человеческий фактор» [7], который часто не позволяет учесть ряд факторов, которые ведут к снижению точности. Предлагаемая в данной работе методика направлена на решение проблемы унификации применения методов машинного обучения для решения задачи динамической биометрической верификации.

Биометрическая верификация, как задача прогнозирования

Предлагаемая методика использует алгоритм машинного обучения, объединяющий генетические алгоритмы для параметрической оптимизации и алгебру гиперразмерных двоичных векторов [8], подробно рассмотренный в работе [9]. Этот алгоритм включает большое количество шагов, многие из которых унифицированы, то есть выполняется единообразно для широкого класса задач. Среди всех шагов, предложенного алгоритма, наибольший интерес представляет два шага: шаг 1 «Анализ прикладной задачи» и шаг 4 «Отображение параметров в гиперразмерное представление», поскольку они будут заметно отличаться для разных задач, поскольку они требуют экспертное

Таблица 1. Управляющие команды от одного оператора

	Маркер времени 1	Маркер времени 2	...	Маркер времени M
Параметр 1	Значение 1 / 1	Значение 1 / 2	...	Значение 1 / M
Параметр 2	Значение 2 / 1	Значение 2 / 2	...	Значение 2 / M
...
Параметр N	Значение N / 1	Значение N / 2	...	Значение N / M

вмешательство, то есть в данных шагах велико влияние человеческого фактора, которое будет распространено на качество решения задачи в целом. Рассмотрим подробнее в чем особенность указанных шагов.

Первый шаг предлагаемого алгоритма (анализ прикладной задачи) интересен прежде всего тем, что именно на данном шаге требуется исходную задачу заменить эквивалентной задачей, характерной для нейронных сетей (обычно задача классификации или прогнозирования) [10] [11]. При этом если такая замена будет выполнена недостаточно корректно (именно здесь проявляется человеческий фактор), то успешное решение результирующей задачи не сможет гарантировать требуемое качество решения исходной задачи.

Четвертый шаг (отображение параметров в гиперразмерное представление) играет существенную роль в предложенном алгоритме, поскольку для нейросетевых моделей корректное представление входных и выходных для обучения является определяющим фактором, который оказывает влияние, как на скорость обучения нейронной сети, так и на его качество, что в свою очередь, по сути, определяет, может ли быть найдено решение прикладной задачи за требуемое время с заданной точностью [12].

Рассмотрим методику, которая бы позволила унифицировать описанные шаги на примере решения задачи биометрической верификации операторов малогабаритных летательных аппаратов, путем анализа управляющих команд, информация о типах и времени которых будет интерпретироваться, как биометрические данные оператора. Начнем с первого шага, а именно с перехода от задачи биометрической верификации к задаче характерной для нейросетевых моделей. Еще раз подробно рассмотрим указанную задачу, чтобы лучше понять. Для анализа имеем множество зарегистрированных команд управления летательными аппаратами, маркированные временными метками, для нескольких операторов. При этом известно, какие команды, какими операторами были даны. Требуется по имеющимся данным построить модель, которая позволяла бы, по данным аналогичной структуры в будущем, проверить соответствие между множеством команд и оператором.

Целевая задача может быть сведена к задаче прогнозирования временных рядов для управляющих команд оператора [13–15]. При этом, нужно учитывать, что по одной управляющей команде невозможно предсказать следующую команду, необходим анализ последовательности событий во времени. Такие исследования отражены в ряде работ, посвященным анализу с использованием глубоких нейронных сетей [16],[17]. Во многих работах упоминается проблема ограничения размера временного окна, которая возникает из-за отсутствия технической возможности обеспечить достаточный объем вычислительных ресурсов для работы с глубокими нейронными сетями с большим числом параметров, а недостаточный размер временного окна существенно снижает точность решения задачи. Широкие нейронные сети [18], которые предлагается использовать в данной работе, лишены указанного недостатка, поскольку требуют существенно меньший объем вычислительных ресурсов для обучения.

Предлагаемая нейросетевая модель позволяет предсказывать управляющие команды от оператора, зная несколько предыдущих. Однако, это на первый взгляд не решает начальную проблему, а именно модель не верифицирует оператора. Действительно, но возможна косвенная верификация (отсюда и название данной методики). Если нейросетевая модель способна предсказывать управляющие команды, которые последуют от оператора, с определенной точностью, то этот факт можно использовать для верификации оператора [19]. Если прогнозирование происходит с приблизительно с той же точностью, что и для тестовых данных, то логично предположить, что управляет летательным аппаратом тот самый оператор, на зарегистрированных управляющих командах которого обучалась модель. В противном случае оператор не пройдет верификацию.

Еще один важный этап — это отображение параметров задачи в гиперразмерное представление. Схематично зарегистрированные управляющие команды от одного оператора представлены в таблице. Каждый столбец этой таблицы представляет собой временную метку, соответствующую времени возникновения события (команды оператора). Необходимо отметить, что

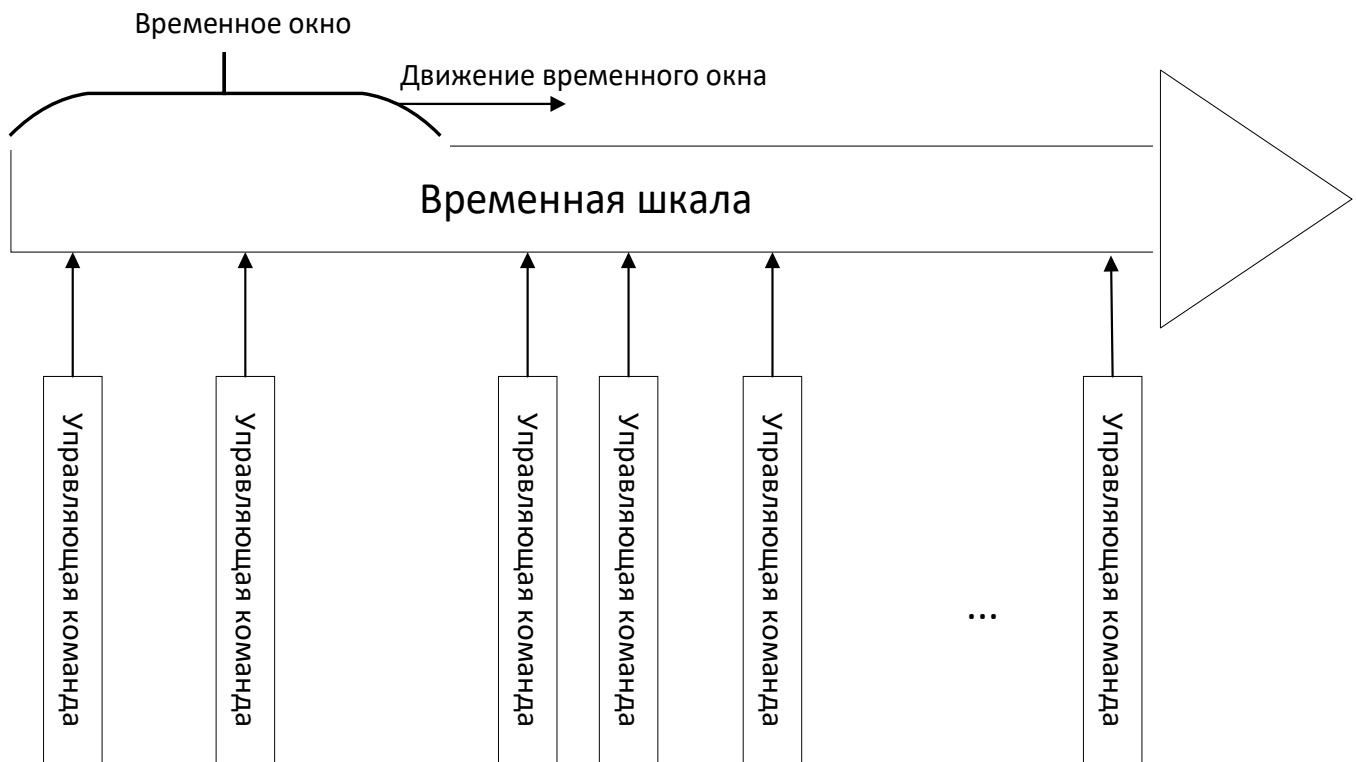


Рис. 1. Концепция временного окна

количество временных меток за один промежуток времени для разных операторов в общем случае различно.

Рассмотрим подробнее какие входные и выходные параметры будет иметь нейросетевая модель для задачи биометрической верификации операторов летательных аппаратов. Как и любая другая нейросетевая модель данные для обучения данной нейронной сети должны представлять множество пар вида «значения входных параметров модели — значения выходных параметров модели». При этом для модели указанные значения параметров должны быть представлены в гиперразмерном виде, то есть в пары вида «гиперразмерный вектор значений входных параметров — гиперразмерный вектор значений выходных параметров».

Количество входных параметров далеко от одного и каждый параметр способен принимать очень большое число значений, как следствие просто сгенерировать необходимое количество (для покрытия всех значений каждого параметра) гиперразмерных двоичных векторов не представляется возможным, поскольку это потребует очень много временных затрат, а сгенерированные векторы попросту не поместятся в оперативную память современных ЭВМ. Кроме того, как было сказано ранее, при работе с временными рядами требуется использовать временное окно.

Временные окна бывают двух типов в зависимости от того, какая характеристика константа для данного окна: количество событий или временная протяженность. Первый тип более прост в реализации, однако, временные окна этого типа неспособны, должны образом учитывать временные задержки между событиями [20]. Поэтому в данной работе предлагается использовать второй тип временных окон. Чтобы лучше понять концепцию временных окон этого типа и проблему, из нее вытекающую рассмотрим рисунок 1. На временной шкале располагаются управляющие команды, которые возникают, когда оператор дает соответствующую команду, используя пульт управления летательным аппаратом, при этом время между отдельными управляющими командами различно.

Временное окно имеет постоянную длину в секундах и перемещается с постоянным шагом, величина которого также равна постоянному количеству секунд. При этом каждая управляющая команда в общем случае содержит значения ряда параметров. В свою очередь входной гиперразмерный вектор нейронной сети должен содержать сразу значения всех параметров всех команд, попадающих во временное окно. Как было сказано ранее, сгенерировать сразу все случайные гиперразмерные векторы для всех возможных значений всех параметров не представляется возможным. Поэтому

Номера разрядов								
4	3	2	1	5	4	3	2	1
Параметр 1				Параметр 2				
1	0	1	1	0	1	0	0	1
Значения разрядов								

Рис. 2. Пример двух входных параметров и их значений

необходимо разработать правила преобразования значений параметров в гиперразмерное представление.

Прежде чем описать предлагаемый подход к синтезу гиперразмерных векторов из классического параметрического представления, рассмотрим две операции, которые могут быть выполнены над гиперразмерными двоичными векторами.

Первой рассматриваемой операцией является произведение двух гиперразмерных векторов. Это бинарная операция, которая представляет собой побитовое «исключающие или» операндов. Результат произведения гиперразмерных двоичных векторов обладает следующим важным свойством: расстояние Хэмминга между результирующим вектором и любым другим синтезированным случайно гиперразмерным вектором, включая векторы, участвующие в произведении, приблизительно равно 0,5. То есть полученный вектор проявляет те же свойства, что и любой другой вектор, синтезированный случайно. Это свойство важнее, чем может показаться на первый взгляд. Оно позволяет использовать результат произведения в операции сложения при формировании входного гиперразмерного вектора нейронной сети.

Чтоб понять, как именно может быть использована указанная операция для уменьшения генерации необходимого числа гиперразмерных двоичных векторов, рассмотрим рисунок 2. На нем представлена пара параметров длиной 4 и 5 бит соответственно.

При использовании подхода, при котором для каждого значения каждого параметра генерируется свой случайный гиперразмерный двоичный вектор требуется в общей сложности $2^4+2^5=48$ двоичных гиперразмерных векторов. Представим эти векторы как два множества $A' = \{a'\}$ — нумерованное множество гиперразмерных векторов для значений первого параметра (16 векторов) и $A'' = \{a''\}$ — нумерованное множество гиперразмерных векторов для значений второго параметра (32 вектора). Нумерация указанных множеств начинается с нуля. Тогда для значений параметров из рисунка 2 результирующий гиперразмерный вектор,

включающий оба параметра, будет равен сумме векторов: $a'_{11} + a''_0$, поскольку $1011_{(2)} = 11_{(10)}$ и $1001_{(2)} = 9_{(10)}$.

Рассмотрим подход, использующий операцию произведения гиперразмерных векторов для синтеза гиперразмерных векторов любого значения каждого из параметров. Для этого сгенерируем случайные гиперразмерные векторы для каждого параметра в количестве равном на единицу больше, чем количество разрядов соответствующего параметра. Итого для параметров, представленных на рисунке 2 потребуются сгенерировать $5+6=11$ гиперразмерных двоичных векторов. Представим эти векторы как два множества $B' = \{b'\}$ — нумерованное множество гиперразмерных векторов для синтеза значений первого параметра (5 векторов) и $B'' = \{b''\}$ — нумерованное множество гиперразмерных векторов для синтеза значений второго параметра (6 векторов). Тогда синтезированное значение для каждого параметра будет представлять собой произведение гиперразмерных двоичных векторов, соответствующих разрядам, имеющим единичное значение. Нумерация разрядов каждого параметра начинается с единицы, а нумерация множеств с нуля. При этом нулевой элемент каждого множества всегда включается в произведение, это позволяет избежать получения «пустого» вектора в результате произведения в случае, когда все разряды какого-либо параметра содержат нулевые значения. Результирующий гиперразмерный вектор, включающий оба параметра, будет равен сумме векторов полученных произведений: $b'_0 \times b'_1 \times b'_2 \times b'_4 + b''_0 \times b''_1 \times b''_4$. Такой способ синтеза гиперразмерного представления значений параметров позволяет существенно сократить количество необходимых для генерации гиперразмерных двоичных векторов.

Вторая операция, которая будет нужна для синтеза результирующего вектора — операция циклического сдвига. Это унарная операция, в результате которой производится циклический сдвиг значений каждого разряда вектора вправо или влево. Основным свойством данной операции, как и в случае с операцией произведения векторов, является тот факт, что расстояние Хэмминга между результирующим вектором и любым другим синтезированным случайно гиперраз-

мерным вектором, включая вектор, к которому применяется операция сдвига, приблизительно равно 0,5.

Необходимость в этой операции возникает, когда встает вопрос о представлении в виде гиперразмерного двоичного вектора нескольких наборов значений одних и тех же параметров с различными временными метками. Для решения этой проблемы предлагается использовать следующий подход для модификации синтезированного вектора параметров управляющей команды оператора (способ синтеза такого вектора описан выше), связанной с определенной временной меткой. Вычисляется расстояние по временной шкале между значением этой временной метки и началом временного окна. Затем это расстояние дискретизируется с заданным шагом. Полученная величина определяет количества раз, которое применяется операция циклического сдвига к вектору параметров. Затем все модифицированные таким образом векторы параметров складываются, образуя входной вектор нейронной сети.

Теперь рассмотрим, как формируется гиперразмерный вектор значений выходных параметров. Как было сказано, ранее предлагаемая нейросетевая модель должна предсказывать следующую управляющую команду и время ее появления. Соответственно, гиперразмерный вектор значений выходных параметров должен включать управляющую команду и временную метку. Для этого можно использовать способ кодирования команды с использованием операций умножения и сложения гиперразмерных векторов, описанный в предыдущем разделе. А чтобы указать временную метку следует использовать операцию циклического сдвига, как это было показано ранее. Таким образом, выходной вектор будет формироваться по тем же правилам, что и входной с той лишь разницей, что выходной будет включать только одну команду, которая будет идти следом за рядом команд, закодированных во входном векторе.

Описанные выше подходы к формированию пар вида «гиперразмерный вектор значений входных параметров — гиперразмерный вектор значений выходных

параметров» позволяют осуществлять эффективное преобразование данных для обучения к гиперразмерному виду. При этом часть данных используется для обучения (порядка 99%), а часть для определения качества достигнутого решения. Указанные подходы вместе с обоснованием задачи прогнозирования управляющей команды по ряду предшествующих зарегистрированных команд, как задачи косвенно решающей задачу верификации, составляют методику косвенной биометрической верификации операторов летательных аппаратов.

Заключение

Преимуществом предложенной методики является возможность обучения нейросетевой модели исключительно на данных от одного оператора, верификация которого необходима. Вторым преимуществом, вытекающим из первого, является существенно меньший объем данных, необходимых для обучения, чем в задачах классификации типа «свой» / «чужой», поскольку требуется обработка только целевых биометрических данных, соответствующих классу «свой». Модель стремится не отличать манеру управления летательным аппаратом одного оператора от множества других, а напротив учится проверять является ли манера управления верифицируемого оператора схожей с той, для которой происходило обучение модели.

Несмотря на перечисленные преимущества, методика косвенной верификации не лишена недостатков. Ключевым недостатком данной методики, является достаточно высокая вероятность ложно положительной верификации для схожих манер управления. Для решения этой проблемы можно использовать большее количество данных для обучения, получаемое от одного оператора. Таким образом, предложенная методика способна обеспечивать непрерывную биометрическую верификацию личности, путем анализа поведенческих характеристик человека, сводя указанную задачу к задаче прогнозирования временных рядов и успешно решая ее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева О.В. и др. К вопросу о проведении верификации изображений лиц на основе нейронных сетей // Датчики и системы. — 2014. — № 5. — С. 56–58.
2. Маркелов К.С. Идентификация и верификация личности—комплексная биометрическая информационная технология // International Journal of Open Information Technologies. — 2015. — Т. 3. — № 5.
3. Головешко Е.А. Биометрические средства защиты информации // Per aspera ad astra = Через тернии к звездам. — 2018. — С. 325–330.
4. Грижебовская А.Г., Михалев А.В. Биометрический метод идентификации человека по сосудистому рисунку пальца // Вопросы кибербезопасности. — 2019. — № 5 (33).
5. Мишин Д.С., Костин С.В., Кузнецов А.А. Перспективы развития методов биометрической идентификации // Научный вестник Орловского юридического института МВД России имени В.В. Лукьянова. — 2018. — № 2. — С. 152–155.

6. Брюхомицкий Ю.А. Биометрическая идентификация личности методами искусственного интеллекта //Евразийское Научное Объединение.— 2018.— Т. 1.— № . 5 (39).— С. 31.
7. Михайлов А.А., Колосков А.А., Дронов Ю.И. Основные параметры биометрических систем //Алгоритм безопасности.— 2015.— № . 5.— С. 58–61.
8. Пащенко Д.В. и др. Использование алгебры гиперразмерных векторов для эвристического представления данных при обучении широких нейронных сетей // Проблемы управления и моделирования в сложных системах.— 2019.— С. 301–305.
9. Трокоз Д.А. Алгоритм машинного обучения широких нейронных сетей с использованием алгебры гиперразмерных двоичных векторов и генетических алгоритмов / Д.А. Трокоз // Южно-Сибирский научный вестник.— 2020.— № 6.— с. 148–154.
10. Солдатова О.П., Семенов В.В. Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования //Электронный научный журнал «Исследовано в России» <http://zhurnal.gpi.ru/articles/2006/136.pdf>.— 2006.
11. Талалаев А.А. и др. Анализ эффективности применения искусственных нейронных сетей для решения задач распознавания, сжатия и прогнозирования //Искусственный интеллект и принятие решений.— 2008.— Т. 2.— С. 24–33.
12. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика.— 2017.— Т. 6.— № . 3.
13. Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование.— 2016.
14. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования.— 2003.
15. Татьянкин В.М. Использование многослойных нейронных сетей в прогнозирование временных рядов //Приоритетные направления развития науки и образования.— 2014.— № . 3.— С. 195–197.
16. Макаренко А.В. Глубокие нейронные сети: зарождение, становление, современное состояние //Проблемы управления.— 2020.— № . 2.— С. 3–19.
17. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика.— 2017.— Т. 6.— № . 3.
18. Гальцов В.П. Особенности современных нейронных сетей //Вестник науки.— 2019.— Т. 5.— № . 6.— С. 183–186.
19. Катаев А.С. и др. Нейросетевая модель распознавания пользователей в системах дистанционного обучения //Вестник Казанского технологического университета.— 2015.— Т. 18.— № . 13.
20. Пучков Е.В. Разработка среды моделирования искусственных нейронных сетей. Решение задачи прогнозирования временного ряда //Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения.— 2009.— № . 2.— С. 44–50.

© Трокоз Дмитрий Анатольевич (trokoz@penzgtu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРАСНЕ SOLR ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ

USING APACHE SOLR
FOR DATA ANALYSIS

S. Khrapov

Summary. Apache Solr is an open source, highly scalable full-text search engine. This allows you to store, search and analyze large amounts of data quickly and in near real time. This is typically used as the underlying technology mechanism that enables applications that have complex search functionality and requirements. Such a system is perfect for solving the problem of information retrieval in a large storage of text data. The paper discusses the language models used in Solr, which provide fast search for documents of different sizes and formats.

Keywords: Apache solr, information retrieval, text processing, search relevance, language models.

Храпов Сергей Дмитриевич

Аспирант, ГБОУ ВО Московской области
«Технологический университет», г. Королев
hrapov123@mail.ru

Аннотация. Apache Solr — это легко масштабируемая система полнотекстового поиска с открытым исходным кодом. Это позволяет хранить, искать и анализировать большие объемы данных быстро и практически в реальном времени. Обычно это используется в качестве базового механизма технологии, которая обеспечивает работу приложений, имеющих сложные функции и требования поиска. Такая система отлично подойдет для решения проблемы информационного поиска в большом хранилище текстовых данных. В работе рассмотрены языковые модели, используемые в Solr, которые обеспечивают быстрый поиск по документам разных размеров и форматов.

Ключевые слова: Apache solr, информационный поиск, обработка текстовой информации, релевантность поиска, языковые модели.

Solr — это распределенный механизм полнотекстового поиска и анализа, построенный на основе Lucene, библиотеки поисковых систем, написанной на Java. После первого выпуска в 2007 году Solr получил широкое распространение как в крупных, так и в небольших организациях, для различных вариантов использования. В последних выпусках Solr больше внимания уделяется отказоустойчивости, что повышает уверенность пользователей в возможности использовать Solr в качестве инструмента хранения данных, а не только в качестве механизма полнотекстового поиска [1].

С постоянно развивающимися и растущими объемами данных организациям необходимо находить полезные технологии для своего бизнеса. Solr дает возможность сделать огромные объемы разнородных, неиндексированных данных пригодными для использования. Это не только дает возможность создавать рабочие поисковые решения для огромного объема данных, но также может служить хранилищем данных NoSQL. Потребители, которые ищут информацию о продукте из каталогов веб-сайтов, зачастую сталкиваются с такими проблемами, как длительный поиск информации о продукте. Это приводит к плохому пользовательскому опыту и, в свою очередь, к отсутствию потенциального клиента. Сегодня бизнес ищет альтернативные способы хранения большого объема данных таким образом, чтобы поиск был быстрым.

Этого можно достичь, приняв NOSQL вместо RDBMS (система управления реляционными базами данных) для хранения данных. Solr использует NOSQL, потому что:

- ◆ это просто в использовании;
- ◆ имеет большое сообщество;
- ◆ имеет совместимость с JSON;
- ◆ широкие варианты использования [2].

Эта технология является отличным решением для информационного поиска, так как в ней используются различные поисковые алгоритмы. В Solr по умолчанию используется метод оценки BM25, однако есть и другие модели поиска, которые показывают высокую производительность.

Языковые модели широко используются в области обработки естественного языка (NLP) для задач распознавания и генерации речи. Языковая модель для данной строки сообщает вам о вероятности появления строки в языке. Для языка с определенным словарем языковая модель представляет распределение вероятностей терминов в словаре [3]

Например, есть простой язык со следующей лексикой: {галактика, космос, звезда, спутник, орбита}

Языковая модель для этого языка может иметь распределение вероятностей, показывающее вероятность

Таблица 1. Распределение вероятностей

Языковая модель: M	
Галактика	0.4
Космос	0.3
Звезда	0.1
Спутник	0.1
орбита	0.1

появления различных словарных терминов, представленное в таблице 1.

Таким образом, вероятность того, что модель M сгенерирует термин «галактика», равна 0,4.

Существуют различные типы языковых моделей. Самым простым (представленным выше) является модель языка Unigram. Модель языка Unigram предполагает, что термины встречаются независимо друг от друга. Для нашей модели это будет означать, что «галактика» в документе не влияет на вероятность появления термина «звезда» в том же документе. Хотя это не всегда так, и многие термины, как правило, встречаются вместе. Часто это достаточно хорошее приближение для поиска информации.

Подход к использованию языкового моделирования для поиска документов заключается в следующем. Для каждого документа в нашей коллекции мы создаем отдельную языковую модель и ранжируем документы по вероятности их генерации заданного запроса [4]. Точнее, сначала мы строим отдельную языковую модель для каждого документа в коллекции:

$$\begin{aligned} doc_1 &\rightarrow M_{d1}, \\ doc_2 &\rightarrow M_{d2}, \\ doc_n &\rightarrow M_{dn}, \end{aligned}$$

Чтобы найти наиболее подходящие документы для данного запроса q , для каждого документа d в коллекции мы оцениваем вероятность соблюдения q в d . Или, другими словами, мы оцениваем, какова вероятность того, что языковая модель M_d документа сгенерирует q : $P(q | M_d)$. Затем мы ранжируем документы по этим оценкам вероятностей. Стоит отметить, что исходная проблема, заключающаяся в том, чтобы узнать, является ли документ релевантным для запроса, в подходе к языковому моделированию сводится к вычислению вероятности того, что запрос извлечен из документа.

Логика, лежащая в основе этого подхода, заключается в следующем: когда пользователь нуждается в информации, он представляет, какие документы удовлетворят эту потребность; он строит в своем воображении

модель этих документов, визуализируя, какие термины являются репрезентативными для этих документов. Основываясь на этих воображаемых моделях документов и их представительных терминах, пользователь формулирует запрос, предсказывая, что этот запрос должен генерировать нужные ему документы. Во время поиска процесс обращается вспять. Для каждого документа оценивается вероятность того, что пользователь будет использовать запрос, чтобы найти этот документ. Другими словами, какова вероятность того, что эта модель документа ответит на данный запрос [5]?

Если у нас есть запрос q , состоящий из одного термина t , как мы можем рассчитать вероятность того, что языковая модель документа M_d сгенерирует термин t ? Самый простой способ оценки вероятности основан на подсчете этого термина, фигурирующего в документе [5]:

$$P(t|M_d) = \frac{tf_{t,d}}{L_d}, \tag{1}$$

где t — термин в запросе
 d — документ
 M_d — языковая модель документа
 $tf_{t,d}$ — частота появления термина t в документе d , сколько раз t встречается в d
 L_d — длина документа d — общее количество терминов, которые d содержит
 $P(t | M_d)$ — вероятность возникновения термина t , заданного M_d .

Таким образом, чем чаще t появляется в d , тем выше вероятность того, что t можно использовать для получения d . Обратите внимание, что для терминов, не фигурирующих в документе, эта вероятность равна 0. Если запрос состоит из нескольких терминов, предполагается, что термины не зависят друг от друга (униграммная модель), и, таким образом, для вычисления вероятности для всего запроса нам нужно умножить вероятности отдельных терминов:

$$P(q|M_d) = \prod_{t \in q} P(t|M_d) = \prod_{t \in q} \frac{tf_{t,d}}{L_d}, \tag{2}$$

где q — запрос, состоящий из одного или нескольких терминов t .

Приведенная выше формула называется моделью вероятности запроса, так как она оценивает вероятность запроса, заданного документом, или то, насколько хорошо документ d соответствует конкретному запросу q [4, 1].

Приведем пример расчета вероятностей с использованием формулы (2) для запроса q , состоящего из двух терминов «космос» и «земля» для следующей коллекции из трех документов:

d_1 : «Каков космос? Обитаем ли космос? Галактика наполнена планетами, и где-то должна быть такая, как Земля.»

d_2 : «Первая фотография Земли из космоса была получена 24 октября 1946.»

d_3 : «Земля — единственная известная в настоящий момент планета, на которой есть жизнь.»

Для документа d_1 мы видим, что tf («космос») равно 2, потому что есть 2 вхождения термина, и L_d равно 15, потому что d_1 имеет длину 15 терминов. Для второго термина tf («земля») равен 1 для этого документа. Таким образом, мы умножаем их вместе, чтобы получить 0,0089:

$$P(q|M_{d1}) = \frac{2}{15} \times \frac{1}{15} = 0.0089 \tag{3}$$

Аналогично для документов d_2 и d_3

$$P(q|M_{d2}) = \frac{1}{30} \times \frac{1}{30} = 0.0011 \tag{4}$$

$$P(q|M_{d3}) = \frac{0}{11} \times \frac{1}{11} = 0 \tag{5}$$

Если необходимо ранжировать эти документы, документ d_1 с наивысшей оценкой будет иметь самый высокий рейтинг, а документ d_3 с наименьшей оценкой — самый низкий. Чтобы повысить точность этих моделей документов, нам нужно сгладить их с помощью фоновой модели. Модель для всей коллекции документов может служить хорошей фоновой моделью, поскольку она содержит не один, а несколько документов — коллекцию моделей документов M_c .

Общая идея сглаживания заключается в корректировке модели документа M_d на основе модели коллекции M_c , что делает M_d немного похожим на M_c путем переноса некоторой массы документов из M_c в M_d [5]. Это позволяет нам повысить точность модели, а также избежать нулевых вероятностей для отсутствующих слов.

Настройка сглаживания

Для терминов, которых нет в M_d , мы присваиваем некоторую вероятность, которая будет частью вероят-

ности M_c . Это предотвратит генерацию в M_d нулевых вероятностей для отсутствующих слов. Для терминов, присутствующих в M_d , мы скомбинируем обе вероятности из M_d и часть из M_c , чтобы исключить первоначальную вероятность из M_d . Это должно улучшить общую точность модели документа.

В Solr представлены два метода — сглаживание Джеминека-Мерсера и сглаживание Дирихле.

Рассмотрим сглаживание на примере метода Дирихле.

Логика, лежащая в основе сглаживания Дирихле, состоит в том, что к каждому документу в коллекции добавляется μ терминов и они распределяются в соответствии со статистикой всей коллекции [5]. Например, если $\mu = 100$, добавляется 5,357 терминов «космос» ($100 * 3/56$) к документу d_3 из предыдущего раздела. С этим и другими терминами длина документа d_3 будет увеличена на 100. Конечно, в действительности, в документы не будут добавлены какие-либо термины, они используются для вычисления распределения вероятности, используя следующую формулу:

$$P(t|d) \frac{tf_{t,d} + \mu P(t|M_c)}{L_d + \mu} \tag{6}$$

где μ — мю, значение > 0 ;
 $tf_{t,d}$ — частота появления термина t в документе d , сколько раз t встречается в d ;
 L_d — длина документа d — общее количество терминов в d ;
 M_c — языковая модель для всей коллекции.

Для запроса, состоящего из нескольких терминов, используется следующая формула:

$$P(q|d) \prod_{t \in q} P(t|d) = \prod_{t \in q} \frac{tf_{t,d} + \mu P(t|M_c)}{L_d + \mu} \tag{7}$$

Выбор μ должен зависеть от длины документа. Чем длиннее документ, тем большее значение μ должно быть для заполнения воздействия.

μ — значение по умолчанию 2000 в Solr и Lucene.

Вот пример расчета баллов по формуле (7). Воспользуемся той же коллекцией документов. Примем $\mu = 100$, так как используемые документы небольшие
 tf («космос»): 3, общее количество случаев появления термина «космос во всех документах.

tf («земля»): 3, общее количество появления термина «земля» во всех документах.

L_c : 56, всего в коллекции 56 терминов. Из этого имеем:

$$P(q|M_{d1}) = \frac{2 + 100 \times \frac{3}{56}}{15 + 100} \times \frac{1 + 100 \times \frac{3}{56}}{15 + 100} = 0.00354,$$

$$P(q|M_{d2}) = \frac{1 + 100 \times \frac{3}{56}}{30 + 100} \times \frac{1 + 100 \times \frac{3}{56}}{30 + 100} = 0.0024,$$

$$P(q|M_{d3}) = \frac{0 + 100 \times \frac{3}{56}}{11 + 100} \times \frac{1 + 100 \times \frac{3}{56}}{11 + 100} = 0.00276.$$

Можно убедиться, что нулевое значение для M_{d3} исчезло.

Сглаживание Дирихле — хороший выбор для многих задач информационного поиска. Как и во всех методах сглаживания, он никогда не назначает нулевую вероятность появления термина.

- ◆ Это байесовский апостериор, который учитывает, чем документ отличается от коллекции.
- ◆ Нормализуется по длине документа, что позволяет оценить документы абсолютно разной длины.
- ◆ Работает быстрее многих других техник сглаживания. Использование языковой модели с применением сглаживания Дирихле отлично подойдет для решения проблемы информационного поиска в корпоративном хранилище.

В работе было рассмотрено применение Solr для информационного поиска в большом объеме данных. В частности, был исследован метод информационного поиска, основанный на языковых моделях. Было обнаружено что производительность поиска обычно чувствительна к сглаживанию параметров. Для сглаживания параметров хорошо подходит метод Дирихле, так как он более гибок для текстов(документов) разных размеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информация о версиях Solr [Электронный ресурс]: Информация о версии Solr 8.2/ URL: <https://cwiki.apache.org/confluence/display/SOLR/Solr8.2> (Дата обращения: 15.12.2020)
2. Apache Solr — Основы поисковой системы [Электронный ресурс]: Apache Solr — Основы поисковой системы / <https://coderlessons.com/tutorials/bolshie-dannye-i-analitika/uznaite-apache-solr/uchebnik-po-apache-solr> (Дата обращения: 15.12.2020)
3. Кумар Ш., Шукла П. Elasticsearch, Kibana, Logstash и поисковые системы нового поколения. СПб.: Прогресс книга, 2019. 352 с.
4. Croft W. B., Lafferty J. Language Modeling for Information Retrieval. Springer Science & Business Media. 2003. 246 p.
5. Zhai Ch., Lafferty J. A study of smoothing methods for language models applied to Ad Hoc information retrieval // In Proceedings of the 24th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval (SIGIR '01). ACM. New York. USA. P. 334–342.

© Храпов Сергей Дмитриевич (hrarov123@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ ЯЗЫКОВОЙ ПРАКТИКИ¹

NATURAL LANGUAGE PROCESSING TECHNIQUES IN A LANGUAGE PRACTICE APPLICATION²

A. Shiryayev
A. Kapitanov

Summary. Globalization affects each of us in one way or another. Communication with colleagues around the world is one of the factors that affects the acceleration of progress and the increase in advantages compared to those who are in an insurmountable language barrier. The main problems in learning a foreign language: internal fears for communicating with a living person; low efficiency in learning a language without fixing the material in practice; lack of time or opportunity to attend conversational clubs or courses for practice; loss of skills in the absence of constant practice. The main idea of creating an application for language practice is to improve communication skills in a foreign language during the discussion of the chosen topic. In this paper, we study the accuracy of the choice of learning paths for various methods of preprocessing text messages.

Keywords: NLP, Finite-state machine, machine learning, Glove.

Ширяев Алексей Павлович

Руководитель службы технической поддержки,
ООО МУЛЬТИПАС
alex-sh2@yandex.ru

Капитанов Андрей Иванович

Ассистент, Национальный исследовательский
университет «МИЭТ»
andrey@kapdx.ru

Аннотация. Глобализация в той или иной мере сказывается на каждом из нас. Коммуникация с коллегами по всему миру является одним из факторов, который влияет на ускорение прогресса и увеличение преимуществ по сравнению с теми, кто находится в непреодолимом языковом барьере. Основные проблемы при изучении иностранного языка: внутренние страхи при общении с живым человеком; низкая эффективность при изучении языка без закрепления материала на практике; отсутствие времени или возможности посещать разговорные клубы или курсы для практики; потеря навыков при отсутствии постоянной практики. Основная идея создания приложения для языковой практики — повышение коммуникативных навыков владения иностранным языком в процессе обсуждения выбранной темы. В рамках данной работы проводится исследование точности выбора траекторий обучения для различных методов предварительной обработки текстовых сообщений.

Ключевые слова: NLP, конечный автомат, машинное обучение, Glove.

Введение

По данным опроса Всероссийского центра изучения общественного мнения всего лишь 5% россиян свободно владеют английским языком [1]. При этом владение иностранным языком чаще всего помогает россиянам в следующих случаях:

1. Чтение инструкций и этикеток — 42%.
2. Чтение интернет-сайтов — 38%.
3. Обучение — 14%.

Среди основных проблем при изучении иностранного языка можно выделить следующие:

- ◆ стеснение уровнем владения иностранным языком и внутренние страхи при общении с живым человеком;
- ◆ низкая эффективность при изучении языка без закрепления материала на практике;
- ◆ отсутствие времени или возможности посещать разговорные клубы или курсы для практики;
- ◆ потеря навыков при отсутствии постоянной практики.

Основная идея создания приложения для языковой практики «Мой иностранный собеседник» — повышение коммуникативных навыков владения иностранным

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–37–90144.

² Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19–37–90144.

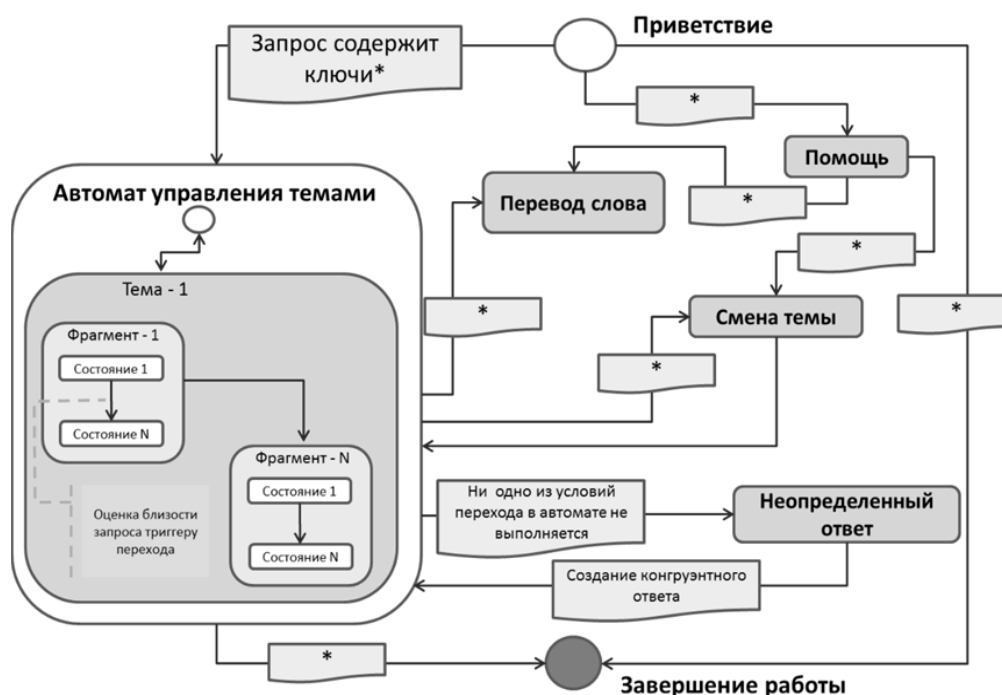


Рис. 1. Иерархический расширенный конечный автомат

языком в процессе обсуждения выбранной темы. Совмещение различных моделей на основе правил с моделями машинного обучения позволяет вести вариативные обучающие диалоги. А интерактивные диалоги в формате чата или голосового общения обеспечивают эффективное получение и применение навыков ведения беседы на иностранном языке.

Постановка и формализация задачи

Системы адаптивного обучения являются инструментом классификации обучающихся на различные когнитивные уровни. Однако, каждая система имеет уникальные алгоритмы адаптации, основанные на методике построения контента, стратегиях, анализе предпочитаемых стилей обучения, реакции системы на ответы пользователей, что позволяет формировать уникальные способы обучения.

Пусть система адаптивного обучения S формализована в виде конечного автомата [2, с. 1089]:

$$S = \{U, Y, X, x_0, \Lambda, H\},$$

где U — конечный набор входов $\{u_i\}_{i=1...I}$;

Y — конечный набор входов $\{y_i\}_{i=1...I}$;

X — конечный набор состояний $\{x_i\}_{i=1...I}$;

x_0 — начальное состояние системы;

Λ — набор функций перехода $U \times X \rightarrow X, \{\lambda_i\}_{i=1...I-1}$;

H — набор функций выхода $U \times X \rightarrow H, \{\eta_i\}_{i=1...I}$.

Представленную модель можно интерпретировать следующим образом:

$\{u_i\}_{i=1...I}$ — ответы пользователя на поставленные задачи;

$\{y_i\}_{i=1...I}$ — реакция системы на ответы пользователя;

$\{x_i\}_{i=1...I}$ — когнитивный уровень в соответствии с таксономией Блума;

x_0 — начальный уровень знаний пользователя;

$\{\lambda_i\}_{i=1...I-1}$ — вопросы, задаваемые системой пользователю для перехода на другой уровень компетенций с генерацией соответствующей реакции;

$\{\eta_i\}_{i=1...I}$ — объяснения, предлагаемые системой на данном уровне компетенций.

Модель должна быть конкретизирована как иерархический конечный автомат [3, с. 29; 4, с. 254; 5, с. 1732], в первую очередь, с целью компактности представления.

Обработка естественного языка

Алгоритм общения с пользователем в чате приложения можно описать двумя конечными автоматами:

1. Работа с командами, выбор темы и т.д.
2. Перемещение в рамках темы + смена темы.

Таблица 1. Точность алгоритмов при различных начальных условиях

Условия * / Алгоритмы **	Точность алгоритма, %			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
A	89,09	80,83	68,41	59,65
B	96,97	77,46	87,60	83,76
C	95,72	81,09	87,31	81,13
D	x	64,05	x	37,08
E	85,91	80,83	68,91	51,78

Каждое сообщение пользователя проходит предварительную обработку. В процессе обработки из текста производится удаление неинформативных частей (*графематический анализ*). Для этого используется список стоп-слов, не представляющих ценности при данном типе обработки: местоимения, предлоги, союзы, междометия и пр. Наряду с графематическим анализом также выделяются: лексический, морфологический, синтаксический, семантический и прагматический. Также одним из этапов предобработки текста является *noun chunking*, или выделение «базовых словосочетаний», состоящих из существительного и определяющих его слов, таких как артикль и прилагательные.

После предварительной обработки оценивается вероятность перехода (по набору слов-триггеров), далее на основе косинусной меры выполняется переход по наиболее близкому набору. Диалог разбивается на фрагменты, которые состоят из шаблонов (*конечный автомат*); если пользователь спрашивает или говорит о чем-то за пределами заранее заданных тем, то сервис отвечает уточняющим вопросом. Передача управления между автоматами осуществляется на основе определения языка запроса.

Реализованы 4 состояния высокого уровня: «начало», «конец», «тема» и «помощь». У каждой темы существуют состояния низкого уровня. На рисунке представлена схема работы алгоритма в виде иерархического расширенного конечного автомата (рис. 1).

Использование данной схемы позволяет находить оптимальные переходы для формирования уникальных траекторий обучения.

Эксперимент. Был проведен следующий эксперимент: генерировался массив сообщений (предложений) и с помощью экспертной оценки размечались возможные варианты переходов.

В таблице 1 описаны результаты точности перехода в ожидаемое состояние в зависимости от начальных условий (предобработки текста) и выбранного алгоритма.

x — выбранный алгоритм не предусмотрен для обработки базовых словосочетаний.

* Расшифровка условий:

- A. Коррекция грамматики, токенизация и удаление знаков препинания, лемматизация, удаление стоп-слов, noun chunking.
- B. Токенизация и удаление знаков препинания, лемматизация.
- C. Токенизация и удаление знаков препинания.
- D. Токенизация и удаление знаков препинания, noun chunking.
- E. Токенизация и удаление знаков препинания, удаление стоп-слов, noun chunking.

** Расшифровка алгоритмов:

- № 1. Векторные представления Glove (KeyedVectors) + косинусная мера.
- № 2. Wordnet + косинусная мера.
- № 3. Doc2vec + косинусная мера.
- № 4. Glove + матрица расстояний + косинусная мера.

ВЫВОДЫ

По результатам моделирования наиболее эффективные методы предобработки сообщений основываются на токенизации и удалении знаков препинания. При этом дополнительная обработка в виде лемматизации и удалении стоп-слов сильно зависит от выбранного алгоритма.

В последующих работах планируется провести сравнение иерархического расширенного конечного автомата и метода автоматического анализа: дерева принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВЦИОМ. Новости: Иностранный язык: перспективная инвестиция? [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/inostrannyj-yazyk-perspektivnaya-investicziya>
2. Прохоров С.А., Куликовских И.М. Система адаптивного обучения на основе иерархических конечных автоматов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17, № 2–5.
3. Кузьмин Е.В. Иерархическая модель автоматных программ // Моделирование и анализ информационных систем. 2006. Т. 13, № 1.
4. Lemch E.S., Caines P.E. On the existence of hybrid models for finite state machines // Systems & Control Letters. 1999. Vol. 36.
5. Spinke V. An object-oriented implementation of concurrent and hierarchical state machines // Information and Software Technology. 2013. Vol. 55.

© Ширяев Алексей Павлович (alex-sh2@yandex.ru), Капитанов Андрей Иванович (andrey@kapdx.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗУБОВ ПРИ ПРОГЕНИЧЕСКОМ СООТНОШЕНИИ БЕЗЗУБЫХ ЧЕЛЮСТЕЙ

MATHEMATICAL PREREQUISITES FOR THE DESIGN OF THE FRONTAL GROUP OF TEETH WITH A PROGENIC RATIO OF THE EDENTULOUS JAWS

**D. Aksyonov
Yu. Mayboroda
I. Aksenov**

Summary. Aim. Improving the efficiency of designing anterior segments of artificial teeth with a progenic ratio of jaws.

Methods. With the help of the designed measuring device, the degree of divergence of the sagittal fissure of the frontal segments of the edentulous jaws was determined, on the basis of which the variants of the level of the ratio of the interalveolar lines were calculated.

Results. On the basis of mathematical calculations, taking into account the anthropometric data of digital measurements of the alveolar ridges of the frontal segments of the edentulous jaws, the principles of designing artificial dentition with a progenic ratio of the alveolar processes are considered. The digital values of the mean square deviation of the interalveolar lines at different levels of the sagittal fissure were obtained. Three main variations in the progenic ratio of the frontal segments, the shape of their dental arches and the angles of inclination in relation to the general interalveolar lines are reflected.

Conclusions. On the basis of mathematical calculations, the optimal methods for the placement of artificial teeth in complete removable dentures have been developed with various degrees of progenic ratio of the frontal segments of the edentulous jaws.

Keywords: mathematical model, edentulous jaws, alveolar processes of edentulous jaws, progeny.

Аксёнов Даниил Игоревич

Аспирант, Ставропольский Государственный
Медицинский Университет

Майборода Юрий Николаевич

Доцент, Ставропольский Государственный
Медицинский Университет

Аксёнов Игорь Николаевич

К.м.н., ассистент, Ставропольский
Государственный Медицинский Университет
p.ghost@rambler.ru

Аннотация. Цель: Повышение эффективности конструирования фронтальных сегментов искусственных зубов при прогеническом соотношении челюстей.

Методы. С помощью сконструированного измерительного устройства, определили степень расхождения сагиттальной щели фронтальных сегментов беззубых челюстей, на основе которых вычислялись варианты уровня соотношения межальвеолярных линий.

Результаты. На основе математических расчётов с учетом антропометрических данных цифровых измерений альвеолярных гребней фронтальных сегментов беззубых челюстей, рассматриваются принципы конструирования искусственных зубных рядов при прогеническом соотношении альвеолярных отростков. Получены цифровые значения среднеквадратического отклонения межальвеолярных линий при различном уровне сагиттальной щели. Отражены три основных вариаций прогенического соотношения, фронтальных сегментов, формы их зубных дуг и углы наклона по отношению к общим межальвеолярным линиям.

Выводы. На основе математических расчётов, разработаны оптимальные способы расстановки искусственных зубов в полных съёмных протезах при различных степенях прогенического соотношения фронтального участка беззубых челюстей.

Ключевые слова: математическая модель, беззубые челюсти, альвеолярные отростки беззубых челюстей, прогения.

Введение

Протезирование больных при полной вторичной адентии представляет собой один из сложных методов конструирования протезов, полноценных в эстетико-функциональном плане, одним из методов которых является методика постановки искусственных зубов в полных съёмных протезах [2, 7, 18].

Особенности атрофических изменений альвеолярных отростков на нижней челюсти отражаются на степени фиксации и стабилизации протезов, а также на уровень жевательной эффективности, фонетики и эстетики [2, 7, 18]. Полное отсутствие зубов встречается у 22–46% пациентов, обратившихся за ортопедической помощью, среди которых прогеническое соотношение челюстей различного уровня размеров сагиттальной щели пред-

ставляет особые трудности протезирования [13, 14, 18], особенно у лиц пожилого возраста. Последнее обусловлено прогрессивными атрофическими изменениями тканевых образований протезного ложа беззубых нижних челюстей, на фоне частой общесоматической патологии их организма в целом [3, 7, 8].

Литературный обзор

Если приблизительное соотношение челюстей у беззубых пациентов хотя и возможно установить вне зависимости от потери зубов и связанных с этим вторичных изменений, то анализ соотношения моделей в артикуляторе не всегда позволяют окончательно определить соотношение челюстей и решение клинических вариантов к таким ситуациям является беспредметным. По данным литературы прогенические варианты альвеолярных отростков беззубых челюстей может быть либо следствием истинной скелетной формы мезиальной окклюзии, либо являются результатом резорбции кости в разных плоскостях, а также иметь комбинированные варианты [3, 20]. И поэтому часто возникают определённые сложности подобрать оптимальный вариант расстановки зубов для конкретного пациента [10]. В таких случаях используют дополнительный анализ телерентгенограммы, традиционно применяющийся в ортодонтии [17]. Возможность длительного использования некачественных протезов свидетельствует о значительном адаптационном потенциале челюстно-лицевой системы — жевательных мышц. Смещение мышечково мезиальной части связано с адаптацией ВНЧС к вынужденной прогении [16, 19].

В клинике ортопедической стоматологии у беззубых больных различают две основные формы прогенического соотношения челюстей — подлинная прогения и прогения обусловленная мезиальным смещением альвеолярных отростков на фоне ортогнатического прикуса до потери зубов за счёт их неадекватной резорбции [2, 21]. На фоне иррационального наклона искусственных зубов во фронтальном участке формируется парафункциональное состояние вследствие уменьшения ротовой щели для языка, который способствует ухудшению стабилизации протезов во время функции жевания, глотания и разговора, что затрудняет адаптацию больных к протезам [8, 15]. Кроме того, из-за более мезиального расположения верхних фронтальных зубов по отношению к нижним изменяется функция губ, под давлением которых происходит смещение протезов в дистальном направлении.

Имеющиеся способы конструирования фронтальных сегментов зубных рядов на фоне прогенических вариантов сагиттальной щели предусматривают расстановку зубов в прогении с созданием контакта меж-

ду зубами, или же постановку зубов, имитирующие расположение естественных зубов у пациентов до их элиминации [7, 10, 13, 14, 21]. Существующие методики конструирования зубных рядов при прогеническом соотношении фронтальных сегментов зубных рядов несут в своей основе элементы погрешностей, так как в них не приводятся параметры цифровых величин, на основе которых рассчитываются углы наклона искусственных зубов по отношению к вершинам альвеолярных гребней. Таким образом, многочисленные и разнообразные предлагаемые способы клинических и лабораторных этапов конструирования зубных рядов констатируют о необходимости решения проблемы, одним из моментов которых является до сих пор открытым вопрос принципам конструирования зубных рядов при мезиальном соотношении челюстей на основе метода математических расчётов.

Целью исследования являлось разработка оптимального способа конструирования искусственных зубных рядов при прогенических вариантах соотношения альвеолярных отростков с учётом математического анализа гипсовых моделей [4, 9] беззубых челюстей. Достижение указанной цели диктовалось необходимостью определения расстояния сагиттальной щели между альвеолярными гребнями фронтальных сегментов в межальвеолярном пространстве для определения единой межальвеолярной дуги и углов их расхождения.

Материалы и методы

Основой математических расчётов послужили 79 беззубых пациентов с различным уровнем расстояния сагиттальной щели при прогеническом соотношении альвеолярных отростков. Были установлены общая межальвеолярная дуга и углы наклона межальвеолярных линий по отношению к сагиттальной плоскости, которые осуществлялись на базе 79 пар гипсовых моделей беззубых челюстей. Измерение расстояния осуществлялось с помощью сконструированного измерительного устройства [1]. Конструкция представляет собой комплект подвижных и неподвижных соединений, основу которых составляют две линейки с боковыми ползунками с вертикальными стержнями и миллиметровая сетка с двумя взаимно перпендикулярными цифровыми параметрами в миллиметрах. В каждом случае определяли расстояние между центральными и боковыми резцами, и клыками с левой и правой сторон.

Результаты исследования

В данной статье приводятся первые три варианта математических расчётов с различным уровнем соотношения сагиттальной щели альвеолярных отростков

Таблица 1. Цифровые данные расстояния между верхними и нижними альвеолярными гребнями фронтальных сегментов беззубых челюстей (мм)

Группы	Зубы					
	13	12	11	21	22	23
Группа I, n=19	0,57	0,45	0,35	0,73	0,90	0,90
Группа II, n=46	3,13	3,02	1,81	1,98	2,96	3,45
Группа III, n=14	7,5	6,5	6,5	6,0	6,5	6,5
Правые				Левые		

Где n- количество наблюдений (пациенты)

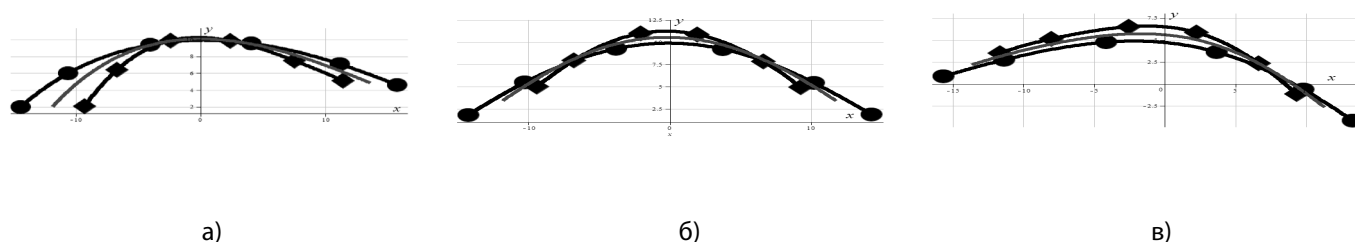


Рис. 1. Средне межальвеолярные дуги фронтальных сегментов для верхней и нижней челюстей
 а) Прогения слабо выраженная с обеих сторон
 б) Прогения выраженная средне с обеих сторон
 в) Прогения резко выражена по всей дуге

фронтальных сегментов беззубых челюстей, позволяющие производить оптимальную методику расстановки искусственных зубов в артикуляторе.

Исходя из задачи исследования расчёты для построения средней линии между дугами верхней и нижней челюстей и вычисления их углов между соответствующими фронтальными зубами осуществляли на основе цифровых данных. Для решения этой задачи, а именно определения величины углов между дугами в соответствующей точке топографического расположения каждого из фронтальных зубов рассчитывают систему координат и абсцисс с последующим определением по формуле Лангранжа [6] форм и дуг альвеолярных гребней челюстей в трёхмерной системе координат. При формировании средней межальвеолярной дуги применяли те же методы математических расчётов, что и при построении дуг для фронтальных сегментов верхней и нижней челюстей. Для этого применяли показатели высоты и ширины коронок постоянных зубов (В.Д. Устименко, 1973) [11] и цифровые параметры сагитальной щели между фронтальными сегментами обеих челюстей (табл. 1).

Как видно из таблицы размеры сагитальной щели во фронтальных сегментах обеих челюстей трёх групп

пациентов отражают вариабельный разброс цифровых параметров и формы зубных дуг характеризуются большой разновидностью. На основе цифровых данных расхождения фронтальных участков альвеолярных гребней между обеими челюстями в данной статье мы приводим три первых наиболее часто встречающихся варианта прогенического соотношения челюстей, которые схематически отражены на рисунке 1.

Для определения величины углов для каждой пары верхних и нижних адекватных зубов соизмеряли на основе прямоугольного треугольника (рис. 2), образованного прямой, соединяющей верхний и нижний зубы (на рис. 2 — гипотенуза), прямой Str_i (на рис. 2 — нижний катет), и прямой, соединяющей верхний зуб с его проекцией на Str_i (на рис. 2 — боковой катет):

Основными углами будут углы α_i , образованные линиями, пересекающие аналогичные верхние и нижние фронтальные зубы и линиями, соединяющими нижние зубы с началом координат. По определению тангенса [6], вычисляют углы для каждой пары соответствующих верхнего и нижнего зубов α_i по формуле (рис. 3).

Исходя из данных, приводимых в таблице 2, углы расхождения для каждой пары артикулирующих зубов

Таблица 2. Градусные меры межальвеолярных углов фронтальных сегментов беззубых челюстей

Название зубов	13	12	11	21	22	23
Группа I, n=19	104°	99°	91°	90°	100°	107°
Группа II, n=46	100°	93°	86°	86°	93°	99°
Группа III, n=14	91°	79°	75°	74°	78°	93°

где n — количество наблюдений (пациенты)

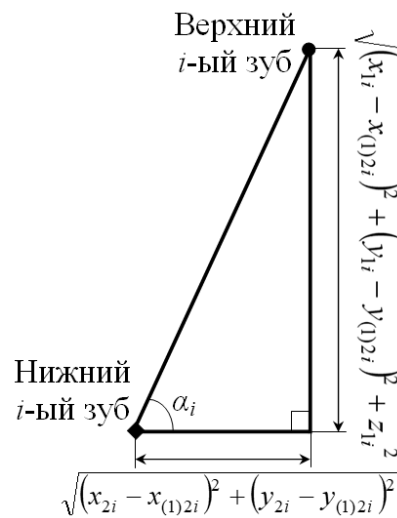


Рис. 2. Вычисление угла

$$\alpha_i = \begin{cases} \pi - \arctg \left(\sqrt{\frac{(x_{1i} - x_{(1)2i})^2 + (y_{1i} - y_{(1)2i})^2 + z_{1i}^2}{(x_{2i} - x_{(1)2i})^2 + (y_{2i} - y_{(1)2i})^2}} \right), & \text{если } x_{(1)2i}^2 + y_{(1)2i}^2 > x_{2i}^2 + y_{2i}^2, \\ \arctg \left(\sqrt{\frac{(x_{1i} - x_{(1)2i})^2 + (y_{1i} - y_{(1)2i})^2 + z_{1i}^2}{(x_{2i} - x_{(1)2i})^2 + (y_{2i} - y_{(1)2i})^2}} \right), & \text{иначе,} \end{cases}$$

где i = 1.6

Рис. 3

(клыки, резцы) имели свои вариации. При этом отмечается значительное расхождение углов альвеолярных гребней в третьей группе пациентов при прогеническом соотношении фронтального сегмента по всей дуге.

Расстановка искусственных зубов при первых двух вариантах, когда сагиттальная щель имеет незначительный диапазон расхождения межчелюстных соотношений, производится в зависимости от величины углов. На основании цифровых расчётов межальвеолярной

щели конструирование фронтальных зубов при первом варианте осуществляют в ортогнатическом соотношении с некоторым учётом смещения отдельных зубов по отношению к конфигурации альвеолярных гребней. При втором варианте в пределах расхождения между альвеолярными дугами не более 3,0 мм и углов в интервале 86–100% конструируют форму расстановки зубов в прямом или прогеническом варианте при плотном контакте вестибулярной поверхности верхних зубов с язычной поверхностью нижних искусственных зубов,

также учитывая уровень наклона углов по отношению к альвеолярным гребням.

При слишком выраженном прогеническом соотношении фронтальных отделов беззубых челюстей (от 6,5 до 7,5 мм) центральные и боковые резцы расставляют в прогеническом соотношении с учётом степени наклона срединной межальвеолярной линии без контакта между фронтальными зубами или же в минимальном контакте области клыков, учитывая степень расхождения углов наклона вершин альвеолярных гребней.

Заключение

Представленная на основе математических расчётов методика оптимального конструирования зубных рядов, позволяет учитывать уровень асимметрии, конфигурации и наклона межальвеолярных линий правой и левой сторон фронтальных сегментов и, этим самым, проводить индивидуализированную постановку зубов с учётом уровня углов наклона альвеолярных гребней по отношению к протетической плоскости в межрамочном пространстве артикулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксёнов Д.И., Майборода Ю.Н. Антропометрическое измерительное устройство. Решение о выдаче патента на изобретение, заявка № 2020125944/14 (045353) от 17.12.2020.
2. Воронов А.П., Лебеденко И.Ю., Воронов И.А. Ортопедическое лечение больных с полным отсутствием зубов. М., 2006. 316 с.
3. Гюева Ю.А., Персин Л.С. Мезиальная окклюзия зубных рядов. М.: Медицина, 2008. 192 с.
4. Гришечкин С.Д., Саферян К.Г., Гришечкин М.С., Ижнина Е.В. Грамотная постановка искусственных зубов с учётом анализа гипсовых моделей беззубых челюстей // Клиническая стоматология. 2014. № 3 (71). С. 50–52.
5. Гельфанд И.М., Львовский С.М., Тоом А.Л. Тригонометрия. М.: МЦНМО, 2002. 199 с.
6. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. М.: Наука, 1967. 368 с.
7. Загорский В.А. Протезирование при полной адентии. М.: Медицина, 2008. 375 с.
8. Климашин Ю.И. К вопросу о фиксации полных съёмных протезов на нижней челюсти при протезировании в особо сложных клинических условиях // Стоматология. 2012. № 2. С. 51–53.
9. Колесников Л.Л., Аникин Ю.М. Математический анализ строения элементов зубочелюстной системы // Морфология. 1997. № 2. С. 98–102.
10. Крунич Н., Костич М., Янушевич П., Петрович Д., Костич И., Петрович М., Игич М. Протезирование больного с соотношениями челюстей по III классу // Стоматология. 2014. № 1. С. 46–49.
11. Персин Л.С. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстных аномалий. М.: Медицина, 2004. С. 70.
12. Саввиди К.Г. Методика повторного протезирования на беззубой нижней челюсти у пациентов пожилого и старческого возраста с неблагоприятными клиническими условиями протезного ложа // Институт стоматологии. 2008. № 4. С. 34–35.
13. Садыков М.И., Тлустенко В.П., Комлев С.С., Тлустенко В.С., Шелеметев С.В. Совершенствование ортопедического лечения больных с полным отсутствием зубов // Институт стоматологии. 2008. № 4. С. 54–55.
14. Тлустенко В.С. Ортопедическое лечение больных при выраженном прогеническом соотношении беззубых челюстей полными съёмными протезами // Аспирантский вестник Поволжья. 2008. № 3–4. С. 168–172.
15. Шарапова А.И. Язык как проблема в съёмном протезировании беззубой нижней челюсти // 7-я международная конференция челюстно-лицевых хирургов и стоматологов: Сб. материалов. СПб., 2002. С. 164.
16. Amorim V.C.P., Laguna D.V., de Paula Eduardo J.V., Zanetti A.L. Analysis of the condyle/fossa relationship before and after prosthetic rehabilitation with maxillary complete denture and mandibular removable partial denture // Journal of Prosthetic Dentistry. 2003. No 89. Pp. 508–514.
17. Ciftci Y., Kocadereli I., Canay S., Senyilmaz P. Cephalometric Evaluation of Maxillo-mandibular Relationship in Patients Wearing Complete dentures: a pilot study // The Angle Orthodontist. 2005. No 75. Pp. 821–825.
18. Cuman Y., Musnata C., Nannini M. Изготовление полностью съёмных протезов по методу Славичека. М: Медицинская пресса, 2009. 138 с.
19. Leki K., Nakagawa K., Marukawa K., Yomamoto E., Takenchi N. Stress change of temporomandibular joint in mandibular prognathism subjects with asymmetry after orthognathic surgery // European Journal of Orthodontics. 2010. No 32. Pp. 522–529.
20. Okuma K., Hihazo S., Hayakawa J. Occlusal pressure patent analysis of complete dentures for evaluation of occlusal adjustment // Journal of Medical and Dental Sciences. 2004. Vol. 51. No 4. Pp. 197–203.
21. Wisser W. Rationales Fertigungsverfahren für die Totalprothetik // Das Dental Labor. 2003. Vol. 51. No 3. Pp. 439–445.

© Аксёнов Даниил Игоревич, Майборода Юрий Николаевич, Аксёнов Игорь Николаевич (p.ghost@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОНОТЕРАПИИ ТЕЛМИСАРТАНА ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ

EFFICIENCY OF TELMISARTAN MONOTHERAPY IN ARTERIAL HYPERTENSION AND CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

Z. Ataeva
L. Ataeva
A. Beibalaeva
R. Guseynova
A. Osmanova
S. Shamilova

Summary. The article presents the results of a study that studied the effect of telmisartan, a drug from the group of angiotensin II receptor blockers, on blood pressure (BP) numbers in comorbid patients with essential hypertension and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The aim of the study is to assess the efficacy and tolerability of telmisartan at a dose of 40–80 mg for 12 weeks in patients with grade 1 hypertension and stage II–III COPD. The results of the study demonstrated that after 3 months of therapy, there was a statistically significant decrease in the average daily values of systolic and diastolic blood pressure and BP values in the day and night periods in this cohort of patients, a decrease in anxiety levels, an improvement in the quality of life and adherence to drug therapy.

Keywords: telmisartan, arterial hypertension, chronic obstructive pulmonary disease, cardiovascular disease.

Атаева Зульмира Наримановна

*К.м.н., доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
kzn1957@mail.ru*

Атаева Лейла Алевдиновна

*Дагестанский государственный медицинский
университет
leyla.ataeva1988@gmail.com*

Бейбалаева Амина Мусаибовна

*Ассистент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала*

Гусейнова Резеда Камильевна

*К.м.н., доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
Crezeda600512@mail.ru*

Османова Аида Вахаевна

*К.м.н., доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
aida_osmanova_1907@mail.ru*

Шамилова Сабина Гаджимагомедовна

*К.м.н., ассистент, Дагестанский государственный
медицинский университет, Махачкала
Sabina.shamilova.84@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, в котором изучалось влияние препарата из группы блокаторов рецепторов ангиотензина II типа телмисартана на цифры артериального давления (АД) у коморбидных пациентов с гипертонической болезнью и хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ).

Цель исследования — оценка эффективности и переносимости телмисартана в дозе 40–80 мг в течение 12 недель у пациентов с АГ 1-й степени и ХОБЛ II–III стадии. Результаты исследования показали, что на фоне терапии через 3 месяца произошло статистически значимое снижение среднесуточных цифр систолического и диастолического АД и показателей АД в дневной и ночной периоды у этой когорты пациентов, снижение уровня тревоги, улучшение качества жизни и приверженности к медикаментозной терапии.

Ключевые слова: телмисартан, артериальная гипертония, хроническая обструктивная болезнь легких, сердечно — сосудистые заболевания.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов

Параметр	N=30
Возраст	58,3±4,5
Мужской пол, n (%)	7 (23,3%)
Длительность АГ, лет	5,2±2,3
Индекс массы тела, кг/м ²	28,8±1,8
Курение, n (%)	8 (26,7%)
Сахарный диабет 2-го типа, n(%)	3 (10%)
Предшествующая антигипертензивная терапия, n (%)	6 (20%)

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) представляет собой один из ключевых факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и является основным модифицируемым фактором риска ряда ССЗ и смерти от всех причин во всем мире.

Несмотря на все новые достижения в лабораторно-инструментальной диагностике, в лечении АГ все еще сохраняются проблемы комплексного подхода к терапии таких пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) [1,2,3]

Увеличение числа больных с сочетанием АГ и бронхообструктивных заболеваний обусловлено как повышением заболеваемости АГ и ХОБЛ, так и увеличением популяции больных пожилого и старческого возрастов. По данным разных авторов, АГ развивается у 49,6–63,4% больных ХОБЛ [4,5,6].

Выбор антигипертензивного препарата у пациентов, страдающих ХОБЛ, может вызвать трудности, так как лекарственный препарат потенциально способен спровоцировать бронхиальную обструкцию, вазоконстрикцию в малом круге кровообращения, усилить кашель, вступать в антагонистические отношения с бронходилататорами.[7]

Так, назначение ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента (ИАПФ) может спровоцировать появление брадикининового кашля, имитирующего обострение ХОБЛ, и приводить к неоправданному усилению бронходилатирующей терапии, что, в свою очередь, способствует усугублению течения АГ [8]. Представители класса блокаторов рецепторов ангиотензина II (БРА) относятся к препаратам выбора для пациентов с АГ и ХОБЛ, поскольку они увеличивают продукцию оксида азота, улучшают функцию эндотелия [9] и снижают давление легочной артерии [10] и не вызывают появления брадикининового кашля. Одним из наиболее представительных препаратов из группы БРА является телмисартан.

Цель исследования

Оценка эффективности и переносимости антагониста рецепторов ангиотензина II — телмисартана («Телзап», Санофи, Франция) в дозе 40–80 мг в сутки у больных АГ 1-й степени и хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) II–III стадии.

Материал и методы

Обследовано 30 пациентов с ХОБЛ II–III стадии (категории В и D по Gold) в период ремиссии, с нелеченной ранее АГ I степени. Средний возраст составил 54,3±4,5 года. Клиническая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Критерии включения: возраст больных от 40–65 лет, уровень АД в момент включения более 140/90 и меньше 160/100 мм рт.ст., длительность заболевания АГ не менее 12 месяцев.

Критерии исключения: симптоматическая АГ, нарушение мозгового кровообращения или острый коронарный синдром в течение ближайшего года, наличие хронической сердечной недостаточности II–IV классов по NYHA, декомпенсированный сахарный диабет 2 или 1 типа, атриовентрикулярные блокады II–III степени, нарушение функции почек и печени, беременность и лактация, повышенная чувствительность к препарату или его компонентам, прием пероральных стероидных препаратов более 10 дней за последние 6 месяцев, онкологические заболевания.

В течение 12 недель пациенты получали препарат «Телзап». Начальная дозировка составила 40 мг/сут. При недостаточном гипотензивном эффекте через 4 недели лечения дозу препарата увеличивали до 80 мг/сут.

Оценка безопасности применения препарата «Телзап» проводили на основании данных о побочных эффектах препарата, выявленных в процессе применения, с учетом изучения субъективных и объективных критериев. В зависимости от наличия и выраженности

Таблица 2. Динамика параметров физического обследования и биохимических показателей до и после лечения (M±d)

Показатель	Визит 1 (исходно)	Визит 2 (через 4 недели)	Визит 3 (через 12 недель)	Статистическая значимость, p_{1-3}
ИМТ, кг/м ²	28,8±1,8	-	29,7±3,1	>0,05
ОТ/ОБ	0,97±0,02	-	0,96±0,02	>0,05
ЧСС, уд/мин	73,5±5,25	73,8±4,84	70,34±2,62	>0,05
Среднее САД, мм.рт.ст.	149,5±10,54	140,37±12,66	120,15±8,45	0,047
Среднее ДАД, мм. рт.ст.	95,7±5,21	84,09±8,3	75,8±6,6	0,043
Общий ХС, ммоль/л	5,4±0,35	-	4,8±0,76	>0,05
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,12±0,79	-	3,02±0,65	>0,05
ХС ЛПВП, ммоль/л	0,85±0,26	-	0,97±0,35	>0,05
Триглицериды, ммоль/л	2,32±1,2	-	2,22±1,3	>0,05
Глюкоза крови, ммоль/л	5,28±0,89	-	4,71±0,54	<0,01
Калий крови, ммоль/л	4,21±0,4	-	4,22±0,4	>0,05
Креатинин крови, ммоль/л	86,3±10,6	-	85,9±10,2	>0,05

ОТ — окружность талии, ОБ — окружность бедер, ЧСС — частота сердечных сокращений, САД — систолическое АД; ДАД — диастолическое АД; ХС — холестерин; ЛПНП — липопротеиды низкой плотности; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности.

Таблица 3. Параметры инструментальных исследований (ЭКГ, ЭхоКГ) до и после терапии телмисартаном (M±d)

Параметры	Визит 1 (исходно)	Визит 3 (через 12 недель)	Статистическая значимость, p
Индекс Соколова-Лайона, мм	27,4±6,5	26,5±6,3	>0,05
КДР ЛЖ, см	5,24±0,25	5,21±0,23	>0,05
ЛП, см	3,63±0,51	3,64±0,41	>0,05
МЖП в диастолу, см	1,11±0,22	1,12±0,21	>0,05
ЗСЛЖ в диастолу, см	1,01±0,11	1,09±0,18	>0,05

КДР ЛЖ — конечно — диастолический размер левого желудочка, ЛП — левое предсердие, МЖП — межжелудочковая перегородка, ЗСЛЖ — задняя стенка левого желудочка

побочных эффектов выносилось заключение о переносимости препарата. Эффективность терапии контролировалась с помощью суточного мониторинга АД (СМАД). Базисная терапия ХОБЛ включала антихолинэргические препараты, бета-2-адреномиметики или их комбинацию.

За время исследования (12 недель) предусматривалось проведение 3-х визитов: визит 1-включения (в течение 5 дней до визита включения пациент не получал антигипертензивную терапию). Во время 1 –го и 3-го (через 12 недель) визитов проводилось физикальное исследование, включающее определение индекса массы тела (ИМТ), индекса окружности талии/окружности бедра (ОТ/ОБ), измерение АД в положении сидя и стоя, определение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Кроме того, на визитах 1 и 3 проведены следующие лабораторные исследования: общий анализ крови, общий анализ мочи, липидный профиль, определены

уровни глюкозы крови, калия крови, креатинина крови. Из функциональных исследований проводились ЭКГ, ЧСС, вольтажные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка (ЛЖ), суточное мониторирование АД (СМАД): средние суточные, дневные и ночные цифры АД, суточный индекс систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД), ЭхоКГ, комплекса интима-медиа (КИМ) сонных артерий, показатели функции внешнего дыхания: ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, индекс Тиффно, оценку одышки по шкале mMRC и оценочный тест по ХОБЛ — САТ. Во время 1 и 3 –го визитов также определены уровень тревоги по шкале Гамильтона (HARS-The Hamilton Anxiety Rating Scale), показатель качества жизни по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), оценена приверженность терапии путем прямого вопроса о приеме исследуемого препарата и подсчета таблеток.

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью компьютерной статистической программы

Таблица 4. Параметры суточного мониторирования артериального давления до и после терапии телмисартаном

Показатель	Исходно	Через 4 недели
САД сут, мм.рт.ст.	144,7±8,13	120,12±8,6*
ДАД сут, мм.рт.ст.	86,35±7,16	75,3±5,5*
САД дн., мм.рт.ст.	149,88±8,8	130,5±8,1*
ДАД дн., мм.рт.ст.	90,4±8,2	78,3±7,5*
САД н., мм.рт.ст.	137,65±10,1	110,44±12,8*
ДАД н., мм.рт.ст.	80,8±8,7	69,8±6,65*
СИ САД,%	8,53±6,6	8,35±6,7
СИ ДАД,%	10,03±6,1	10,8±6,02

САД сут (ДАД сут) — среднее суточное систолическое (диастолическое) АД; САД дн (ДАД дн) — среднее дневное САД и ДАД; САД н (ДАД н) — среднее ночное САД и ДАД; СИ САД, СИ ДАД — суточный индекс САД и ДАД. *-p<0,05.

Таблица 5. Динамика показателей уровня тревоги, качества жизни и приверженности к лечению (M±d)

Параметры	Визит 1	Визит 2	Визит 3	Статистическая значимость, p ₁₋₃
HARS, баллы	7,42±2,1	-	5,1±1,34	p<0,05
Качество жизни, баллы	42,2±7,6	-	69,3±8,32	p<0,05
Приверженность терапии,%	-	96,9±4,23	99,8±0,31	p<0,05

Statistica 6.0 с использованием t- критерия Стьюдента и критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение

Динамика данных физикального обследования и биохимических показателей представлена в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 значения ИМТ, ОТ/ОБ, ЧСС, показатели липидного обмена, уровни калия и креатинина крови не имели статистически значимой динамики, однако отмечена стойкая тенденция улучшения этих параметров. Динамика показателей АД, а также уровня глюкозы крови, напротив, была достоверной.

Изменения показателей инструментальных исследований представлены в таблице 3

Как видно из таблицы 3, через три месяца назначения гипотензивной терапии изменения показателей ЭКГ и ЭхоКГ не имели статистической значимости, что можно объяснить малым сроком исследования. В 90% случаев было выявлено увеличение КИМ, у 34,2% пациентов обнаружены атеросклеротические бляшки различной локализации. На фоне проводимой терапии статистически значимой динамики этих показателей не наблюдали.

Параметры СМАД до и после лечения представлены в таблице 4.

Как видно из данных, представленных в таблице 4, под влиянием назначенной терапии произошло статистически значимое снижение как среднесуточных показателей САД и ДАД, так и показателей АД в дневной и ночной период. При анализе суточного профиля АД до терапии преобладали пациенты с повышением или отсутствием снижения АД в ночном периоде. Во время терапии увеличилось количество пациентов с физиологическим ночным снижением АД до 62%. Все больные по данным СМАД на фоне лечения достигли целевых цифр АД. Увеличение дозы до 80 мг в сутки потребовалось у 60% пациентов. В этой связи следует отметить, что в последних рекомендациях по диагностике и лечению АГ от 2018 года приветствуется более широко использовать СМАД наряду с домашним мониторингом АД с целью не только диагностики, но и контроля АГ [11]. СМАД обладает более высокой предсказательной ценностью в отношении поражения органов-мишеней, чем клиническое (офисное) измерение АД [12], является более чувствительным, чем офисное АД, и результаты измерения АД, полученные при СМАД, считаются лучшим предиктором коронарных событий, инсульта и фатальных исходов [13,14,15,16,17].

Динамика показателей уровня тревоги, качества жизни и приверженности терапии представлена в таблице 5.

Как видно из таблицы 5, отмечена статистически значимая положительная динамика показателей уровня тревоги и качества жизни и приверженности к терапии.

На фоне лечения данные спирометрии (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, индекс Тиффно) оценки одышки по шкале mMRC и оценочного теста по ХОБЛ –CAT достоверно не изменились.

За время исследования у 4 пациентов (13,3%) наблюдались побочные эффекты, характерные для приема

препаратов данного класса: повышенная утомляемость, общая слабость. Все явления были кратковременными и не потребовали отмены препарата.

Вывод

Представитель класса БРА телмисартан (Телзап) продемонстрировал высокую антигипертензивную эффективность, метаболическую нейтральность и безопасность у больных АГ I степени в сочетании с ХОБЛ II–III стадии по Gold. На фоне терапии не наблюдалось усугубление гипоксии и выявлена статистически значимая нормализация показателей СМАД с коррекцией патологических типов суточных кривых АД в ночной период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chow C.K., Teo K.K., Rangarajan S. et al. PURE Study Investigators. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. *JAMA*. 2013; 310: 959–968.
2. Falaschetti E., Mindell J., Knott C., Poulter N. Hypertension management in England: a serial cross-sectional study from 1994 to 2011. *Lancet*. 2014; 383: 1912–1919.
3. Tocci G., Rosei E.A., Ambrosioni E. et al. Blood pressure control in Italy: analysis of clinical data from 2005–2011 surveys on hypertension. *J Hypertens*. 2012; 30: 1065–10744.
4. Almagro P., Cabrera F.J., Diez J., Boixeda R., Alonso Ortiz M.B., Murio C. et al. Comorbidities and short-term prognosis in patients hospitalized for acute exacerbation of COPD. The ESMI study. *Chest*. 2012; 142(5): 1126–1133.
5. Park H.J., Leem A.Y., Lee S.H., Song J.H., Park M.S., Kim Y.S. et al. Comorbidities in obstructive lung disease in Korea: data from the fourth and fifth Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis*. 2015; 10: 1571–1582.
6. Hillas G., Perlikos F., Tsiglianni I., Tzanakis N. Managing comorbidities in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015; 10: 95–109.
7. Гуревич М.А., Долгова Е.В., Кузьменко Н.А. Хронические obstructивные заболевания легких, артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца: особенности патогенеза, клинической картины, терапии. *PMЖ*. 2016; 16: 1098–1102.
8. Yusuf S., Teo K.K., Pogue J., Dyal L., Copland I et al. Telmisartan, ramipril, or both in patients at high risk for vascular events. ONTARGET Investigators. *N Engl J Med*. 2008; 358 (15): 1547–59.
9. Kronish I.M., Woodward M., Sergie Z. et al. Meta-analysis: impact of drug class on adherence to antihypertensives. *Circulation*. 2011; 123: 1611–1621
10. Hung K.F., Adcock I.M. Multifaceted mechanisms in COPD: inflammation, immunity, and tissue repair and destruction. *EurRespir J*. 2008; 31(6): 1334–1356.
11. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018; 39 (33): 3021–3104.
12. Gaborieau V., Delarche N., Gosse P. Ambulatory blood pressure monitoring versus self-measurement of blood pressure at home: correlation with target organ damage. *J Hypertens*. 2008; 26: 1919–1927.
13. Banegas J.R., Ruilope L.M., de la Sierra A. et al. Relationship between clinic and ambulatory blood-pressure measurements and mortality. *N Engl J Med* 2018; 378: 1509–1520.
14. Investigators A.B.C.— H., Roush G.C. et al. Prognostic impact from clinic, daytime, and night-time systolic blood pressure in nine cohorts of 13,844 patients with hypertension. *J Hypertens*. 2014; 32: 2332–2340.
15. Fagard R.H., Celis H., Thijs L. et al. Daytime and nighttime blood pressure as predictors of death and cause-specific cardiovascular events in hypertension. *Hypertension*. 2008; 51: 55–61.
16. Parati G., Ochoa J.E., Bilo G. et al. European Renal and Cardiovascular Medicine Working Group of the European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association. Hypertension in chronic kidney disease part 2: role of ambulatory and home blood pressure monitoring for assessing alterations in blood pressure variability and blood pressure profiles. *Hypertension* 2016; 67: 1102–1110.
17. Piper M.A., Evans C.V., Burda B.U. et al. Diagnostic and predictive accuracy of blood pressure screening methods with consideration of rescreening intervals: a systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*. 2015;162:192–204.

© Атаева Зильмира Наримановна (kzn1957@mail.ru), Атаева Лейла Алевдиновна (leyla.ataeva1988@gmail.com),

Бейбалаева Амина Мусаибовна, Гусейнова Резеда Камильевна (crezeda600512@mail.ru),

Османова Аида Вахаевна (aida_osmanova_1907@mail.ru), Шамилова Сабина Гаджимагомедовна (Sabina.shamilova.84@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КЛИНИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

CLINICAL FORMS OF PERIODONTAL DISEASES IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

**G. Budaichiev
H. Omarova
S. Kurbanova
E. Makaeva
S. Akhmedova**

Summary. Although several studies have been reported a higher prevalence of periodontal disease in patients with diabetes, many of these researches must be carefully evaluated because different ways to define diabetes were used as well as various periodontal parameters.

Purpose of the study. The study evaluated the prevalence and the severity of periodontal disease in diabetic patients according to the duration of the diabetes, type of treatment and the presence of complications.

Research materials and methods. We conducted a prospective study from July 2020 — February 2021 on 78 patients admitted to the State Medical Institution “REC” (Republican Endocrinology Center). The study group consisted of 48 patients, the comparison group consisted of 30 patients hospitalized with diseases other than diabetes, such as angina, hypertension, kidney stones, chronic bronchitis or rheumatic diseases.

The results of the research and their discussion. Periodontal disease is more severe in diabetic patients and is frequently associated with other diabetic complication. Metabolic control is an important variable in the onset and progression of periodontal disease.

Conclusion. Prevention and early diagnosis of periodontal disease in diabetic patients may be extremely important in order to prevent large and irreversible alveolar bone losses

Keywords: diabetes mellitus, periodontal disease, gingivitis, glycosylated haemoglobin.

Будайчиев Гасан Магомед-Алиевич

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
gasan.budaychiev005@mail.ru

Омарова Хадижат Омаровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»

Курбанова Сусана Хановна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»

Макаева Эльмира Омаровна

Зам. гл. врача, Учебная научно-консультативно-
диагностическая поликлиника ФГБОУ ВО
«Дагестанский государственный медицинский
университет»

Ахмедова Сиясат Курбановна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»

Аннотация. Актуальность. Несмотря на то, что в различных исследованиях сообщалось о более высокой распространенности заболеваний пародонта у пациентов с сахарным диабетом, многие из этих исследований должны быть тщательно оценены, поскольку использовались различные способы определения диабета, а также различные параметры пародонта.

Цель исследования. Оценить распространенность и тяжесть заболеваний пародонта у больных сахарным диабетом в зависимости от длительности течения сахарного диабета, вида лечения и наличия осложнений.

Материал и методы исследования. Нами проведено проспективное исследование с июля 2020 — февраль 2021 года на 78 пациентах, поступивших в ГБУ РД «РЭЦ» (Республиканский эндокринологический центр). Исследуемая группа была сформирована из 48 пациентов, Группа сравнения состояла из 30 пациентов, госпитализированных с другими заболеваниями, кроме диабета, такими как стенокардия, гипертония, камни в почках, хронический бронхит или ревматические заболевания.

Результаты исследования и их обсуждение. Заболевание пародонта протекает более тяжело у больных сахарным диабетом и часто ассоциируется с другими диабетическими осложнениями. Метаболический контроль является важной переменной в возникновении и прогрессировании заболевания пародонта.

Выводы. Профилактика и ранняя диагностика заболеваний пародонта у больных сахарным диабетом может быть чрезвычайно важна для предотвращения больших и необратимых потерь альвеолярной кости.

Ключевые слова: сахарный диабет, пародонтоз, гингивит, гликозилированный гемоглобин.

Введение

Заболевания пародонта и сахарный диабет, широко распространенные хронические заболевания в общей популяции, по-видимому, часто связаны и влияют друг на друга. [1]. Эпидемиологические исследования у взрослых больных сахарным диабетом дают убедительные доказательства того, что распространенность пародонтита высока даже в молодом возрасте [2,3]. Кроме того, заболевания пародонта могут влиять на метаболическое состояние у больных сахарным диабетом [4,5]. Однако многие исследования должны оцениваться с осторожностью, поскольку использовались различные способы определения диабета, а также различные параметры пародонта. [6]

Цель исследования

Оценка взаимосвязи сахарного диабета и заболеваний пародонта путем анализа состояния пародонта в группе больных сахарным диабетом второго типа. Мы также исследовали, существует ли какая-либо корреляция между длительностью диабета, типом получаемого лечения и наличием обычных хронических осложнений, и тяжестью заболевания пародонта.

Материал и методы исследования

Для достижения поставленной цели мы провели проспективное исследование с июля 2020 — февраль 2021 года на 78 пациентах, поступивших в ГБУ РД «РЭЦ» (Республиканский эндокринологический центр). Исследуемая группа была сформирована из 48 пациентов, которым был поставлен диагноз на основании многократно повышенного уровня глюкозы в крови > 126 мг/дл. Их анализировали в зависимости от длительности заболевания, уровня глюкозы в крови и гликозилированного гемоглобина, проходящего лечения, наличия или отсутствия осложнений. Исследуемую группу сравнивали с 30 пациентами, госпитализированными с другими заболеваниями, кроме диабета, такими как стенокардия, гипертония, камни в почках, хронический бронхит или ревматические заболевания.

Все пациенты консультировались в стоматологической клинике Альтера г. Каспийск с использованием стоматологического консультационного комплекта (стоматологическое зеркало, стоматологический зонд и пинцет). Диагноз различных форм заболеваний пародонта основывался на клинических и лабораторных признаках, полученных от испытуемых: изменение цвета и текстуры десен (красно-фиолетовая, мягкая консистенция), кровоточивость десен, спонтанная или спровоцированная боль при чистке зубов, ретракция десен, пародонтальные карманы различной глубины, лизис

костей, наблюдаемый на рентгенограмме. Эти две группы были сопоставимы по возрасту, полу, уровню гигиены полости рта (оцениваемой с помощью анкет), проценту курильщиков и пациентов с ожирением.

Результаты исследования и их обсуждение

У всех 78 пациентов была обследована полость рта с оценкой степени поражения пародонта, таких как хронический бактериальный гингивит, поверхностный и глубокий хронический маргинальный пародонтит. В основной группе почти все пациенты, 46, соответственно 95,83% имели различные виды заболеваний пародонта, в то время как в контрольной группе только 11 из 30 недиабетических пациентов, соответственно 36,66% имели заболевания пародонта. У больных сахарным диабетом были диагностированы следующие формы заболеваний пародонта: 6 (13,04%) пациентов с гингивитом, 13 (28,26%) пациентов с поверхностным маргинальным пародонтитом, 27 (56,25%) пациентов с глубоким маргинальным пародонтитом. В контрольной группе у 54,54% больных наблюдался гингивит и только у 18,13% — глубокий маргинальный пародонтит.

Для того чтобы оценить, существуют ли корреляции между тяжестью сахарного диабета и наличием заболеваний пародонта, мы оценивали в основной группе продолжительность развития сахарного диабета, наличие осложнений и формы заболевания пародонта.

Стаж сахарного диабета играет важную роль в возникновении различных форм заболеваний пародонта: гингивит встречается у больных сахарным диабетом со стажем до 5 лет со скоростью 80%, в то время как хронический глубокий маргинальный пародонтит преобладает у больных сахарным диабетом со стажем 10 лет со скоростью 76%. ($p < 0,05$). У больных сахарным диабетом со стажем от 5 до 10 лет выявлены все формы заболеваний пародонта.

В ряде клинических исследований была продемонстрирована важность адекватного гликемического контроля для предотвращения или замедления прогрессирования хронических осложнений диабета, снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний и общей смертности. Уровень сахара в крови у больных сахарным диабетом следует поддерживать с помощью гипогликемической диеты и медикаментозного лечения, близкого к нормальным значениям. Более объективная оценка гликемического контроля достигается путем определения гликозилированного гемоглобина.

Всем больным сахарным диабетом были проведены многократные измерения уровня глюкозы в крови.

Таблица 1. Распространенность форм заболеваний пародонта в зависимости от особенностей сахарного диабета

Формы заболеваний пародонта		Гингивит	Глубокий маргинальный пародонтит	Поверхностный маргинальный пародонтит
Гликемический контроль	Неконтролируемый СД	0%	25%	75%
	Контролируемый СД	58,33%	41,67%	0%
Лечение	Гипогликемическая диета	66,66%	33,33%	0%
	Пероральные противодиабетические средства	16%	28%	56%
	Инсулин	0%	23,07%	76,92%
	Пероральные противодиабетические средства +Инсулин	0%	40%	60%
Количество осложнений	0	33,33%	16,66%	33,33%
	1	33,33%	16,66%	41,66%
	2	0%	46,15%	53,84%
	3	0%	25%	75%
	>3	0%	0%	100%

Средние значения глюкозы натощак составляли от 101 до 349 мг / дл. Был более высокий процент пациентов с уровнем глюкозы в крови между 144–200 мг/дл, соответственно у 66,67%. У больных сахарным диабетом с сильно повышенным уровнем глюкозы в крови (выше 200 мг/дл) распространенность заболеваний пародонта составила 100%, а затем 96,87% у пациентов со значениями между 144–200 мг/дл. Замечено, что пациенты с неконтролируемым сахарным диабетом имеют более высокую распространенность заболеваний пародонта. Анализируя уровень гликозилированного гемоглобина, мы обнаружили, что процент пациентов со значениями HbA1c ниже 7 или хорошо контролируемым сахарным диабетом выше, чем у пациентов со значениями HbA1c выше 7 (66,66% против 33,33, $p < 0,05$). Распространенность заболеваний пародонта у пациентов со значениями HbA1c более 7 составила 100%, по сравнению с пациентами с контролируемым сахарным диабетом, где распространенность заболеваний пародонта составила 86%. Гингивит 58,33% и легкие формы хронического поверхностного маргинального пародонтита 41,67% были доминирующими у пациентов с контролируемым диабетом, в то время как у пациентов с неконтролируемым диабетом наблюдались более тяжелые заболевания пародонта, у 25% — поверхностный маргинальный пародонтит и у 75% — глубокий маргинальный пародонтит.

О важности поддержания гликемического контроля свидетельствует также распространенность заболеваний пародонта у пациентов с различными видами терапии. У пациентов, у которых гипогликемическая диета была достаточной для нормализации гликеми-

ческих показателей, наблюдались легкие заболевания пародонта (гингивит 66,66%) и поверхностный маргинальный пародонтит. У пациентов, получавших пероральные препараты, мы наблюдали наличие всех форм заболеваний пародонта, причем доминирующей формой был глубокий маргинальный пародонтит (56%). У пациентов, получавших инсулин, наблюдалось более значительное нарушение функции пародонта (глубокий маргинальный пародонтит 76,92%), в то время как у пациентов, получавших комбинацию пероральных препаратов и инсулина, этот показатель составлял 60%. Значительная распространенность глубоких форм у пациентов, получавших инсулин, может быть объяснена более длительной эволюцией заболевания и, следовательно, более сложным метаболическим контролем.

В основной группе оценивали хронические диабетические осложнения. Из 48 обследованных пациентов 42 имели одно, два или более общих осложнений, 17-нефропатию, 20-ретинопатию, 28-ишемическую болезнь сердца, 2-цереброваскулярные заболевания, 3-артериопатию, 20-периферическую невропатию и только 6-отсутствие осложнений. (таблица 1.)

Поскольку у большинства пациентов было больше осложнений, мы исследовали распространенность заболеваний пародонта в зависимости от их количества. Мы заметили, что у всех пациентов с двумя и более осложнениями частота заболеваний пародонта составляет 100%, что, вероятно, является следствием неудовлетворительного гликемического контроля и длительной эволюцией диабета.

Кроме того, при анализе форм заболеваний пародонта установлено, что распространенность хронического глубокого маргинального пародонтита увеличивается с увеличением числа осложнений, причем при более чем 3 осложнениях распространенность составляет 100%, в то время как гингивит встречается у пациентов без осложнений или только с одним осложнением, вероятно, как следствие неудовлетворительного гликемического контроля и длительной эволюции сахарного диабета.

Выводы

В целом данные, полученные в этом исследовании, демонстрируют существование эпидемиологических ассоциаций между диабетом и заболеваниями пародонта.

Заболевание пародонта протекает более тяжело и прогрессирует быстрее, чем у недиабетических пациентов, поэтому профилактика и ранняя диагностика могут быть чрезвычайно важны для предотвращения больших и необратимых потерь альвеолярной кости. Риск развития заболеваний пародонта выше при длительно развивающемся диабете и у людей с плохими контролируруемыми значениями гликемии. Кроме того, заболевания пародонта более часты и серьезны у пациентов с более хроническими осложнениями. В заключение следует отметить, что пародонтит должен быть включен в число осложнений сахарного диабета наряду с микро-и макрососудистыми осложнениями и даже рассматриваться как важный показатель метаболического контроля в связи с его ранним клиническим проявлением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Гильмиярова Ф.Н., Порфириадис М.П., Будайчиев Г.М.-А. Оптимизация патогенетической терапии кариеса зубов у детей, страдающих сахарным диабетом первого типа, с учетом методологических принципов персонализированной медицины (Часть I) // Институт стоматологии. — 2018. — № 4 (81). — С. 81–83.
2. Будайчиев Г.М.-А., Доменюк Д.А. Ультраструктурные морфологические особенности строения эпителия десны крыс при индуцированном экспериментальном сахарном диабете // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. — 2019. — № 4. — С. 144–151.
3. Зырянов Б.Н. Стоматологические маркеры поражения полости рта при сахарном диабете 2 типа у лиц среднего возраста // Молодой ученый. — 2014. — № 3. — С. 178–181.
4. Alves C., Brandao M., Andion J., Menezes R. Oral health knowledge and habits in children with type 1 diabetes mellitus // Braz Dent J. — 2009. — Vol. 20, № 41. — P. 70–73.
5. Bray P., Gupta N., Hirsch R., Bjelland S. Dentist, diabetes and periodontitis // Australian Dental Journal. — 2012. — Vol. 47, № 3. — P. 202–207.
6. Deshmukh J., Basnaker M., Katti G. Periodontal disease and diabetes a two way street dual highway? // Department of oral Pathology Gulbarga. — 2011. — Vol. 4, № 2. — P. 113–122.

© Будайчиев Гасан Магомед-Алиевич (gasan.budaychiev005@mail.ru), Омарова Хадиджат Омаровна, Курбанова Сусана Хановна, Макаева Эльмира Омаровна, Ахмедова Сиясат Курбановна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПТИМИЗАЦИЯ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПАЦИЕНТОВ С РЕЗЕКЦИЕЙ ТОНКОЙ КИШКИ В ЭКСТРЕННОЙ ХИРУРГИИ

OPTIMIZATION OF NUTRITIONAL SUPPORT FOR PATIENTS WITH SMALL BOWEL RESECTION IN EMERGENCY SURGERY

**A. Varganova
E. Krasnov
V. Darwin
A. Askerova
S. Mamedov**

Objective: to improve the results of treatment of patients with emergency surgical pathology of the small intestine by optimizing the nutritional support program.

Material and methods: increasing the efficiency of treatment of patients with emergency surgical pathology of the small intestine by developing a nutritional support program.

Results: the developed step-by-step program of early enteral nutrition in patients with small bowel resection contributes to the rapid restoration of protein-energy needs, which has a positive effect on the restoration of gastrointestinal tract function, a decrease in the incidence of anastomotic healing disorders, a reduction in the duration of inpatient treatment and a decrease in postoperative mortality.

Keywords: early enteral nutrition, small intestine resection, efficiency.

Варганова Александра Николаевна
Аспирант, Сургутский Государственный
Университет
Alexvarg24@yandex.ru

Краснов Евгений Анатольевич
Доцент, Сургутский государственный
университет

Дарвин Владимир Васильевич
Профессор, Сургутский государственный
университет

Аскерова Анастасия Александровна
Аспирант, Сургутский государственный
университет

Мамедов Султан Гаджи-Оглы
Аспирант, Сургутский государственный
университет

Аннотация. Цель исследования: повышение эффективности лечения больных с экстренной хирургической патологией тонкой кишки путем разработки программы нутритивной поддержки.

Материал и методы. Проведен анализ схем нутритивной поддержки 60 пациентов оперированных на тонкой кишке (30 пациентов в группе энтерального питания, 30 пациентов — парентеральное питание). В ходе исследования была изучена динамика лабораторных параметров, время восстановления функции ЖКТ, частота послеоперационных осложнений, послеоперационная летальность, длительность стационарного лечения в исследуемых группах.

Результаты. Разработанная поэтапная программа раннего энтерального питания у пациентов с резекцией тонкой кишки способствует быстрому восстановлению белково-энергетических потребностей, что позитивно влияет на восстановление функции желудочно-кишечного тракта, снижению частоты нарушений заживления анастомозов, сокращению длительности стационарного лечения и уменьшению послеоперационной летальности.

Ключевые слова: раннее энтеральное питание, резекция тонкой кишки, эффективность.

Введение

Наиболее частым поводом для резекции тонкой кишки в экстренной хирургии является ее некроз (гангрена), возникающий вследствие острого нарушения мезентериального кровообращения, а именно тромбоза или тромбэмболии в бассейне

верхних брыжеечных сосудов (артерии и вены), а также вследствие странгуляционной кишечной непроходимости и ущемленных грыжах. В настоящее время одной из сложных и нерешенных проблем в экстренной абдоминальной хирургии остается острое нарушение мезентериального кровообращения, встречающееся в практике хирурга у 0,1–0,2% всех больных, госпитали-

зированных в хирургические отделения [1,10]. Сложная клиническая картина, трудности ранней диагностики данной патологии, тяжелые фоновые заболевания сердечно-сосудистой системы обуславливают позднюю госпитализацию больных и запоздалое хирургическое вмешательство, нередко уже в условиях некротических изменений кишечника и распространенного перитонита. Патологические изменения в кишечнике, так и брюшной полости при острой кишечной непроходимости зависят от ее вида. При странгуляционной непроходимости первично нарушается кровообращение отдельного участка кишки, поэтому ишемические и некробиотические ее изменения наступают значительно раньше и более выражены.

Несмотря на применение современных лабораторных и рентгенологических исследований, лечебных мероприятий, послеоперационная летальность достигает 68% [2].

Частота острой кишечной непроходимости составляет примерно 5 человек на 100 тыс. населения, а по отношению к экстренным хирургическим больным — до 5%. Несмотря на современные технические и технологические достижения в абдоминальной хирургии и послеоперационной интенсивной терапии результаты лечения больных с острой кишечной непроходимостью неутешительны, так как летальность составляет 17–21% [3,4].

Ущемление развивается у 8–20% больных с наружными брюшными грыжами. Если учесть, что «грыженосители» составляют около 2% населения, то общее количество больных с этой патологией достаточно велико в практике экстренной хирургии. Среди пациентов преобладают лица пожилого и преклонного возраста. Летальность у них достигает 10%.

Важным аспектом в комплексной терапии тяжелых пациентов и профилактике послеоперационных осложнений является раннее энтеральное питание, а именно поэтапное его введение. Благодаря энтеральному питанию поддерживается трофический гомеостаз, проводится коррекция метаболических и структурных нарушений пациентов. Установлено, что у тяжелобольных пациентов белковый и энергетический дефицит часто приводит к тяжелой полиорганной недостаточности. Установлена прямая связь между трофической недостаточностью пациентов и их летальностью [5,6]. Острые нарушения циркуляции, клеточная гипоксия и дистрофия являются последствиями операционно-хирургического стресса. Эти события в дальнейшем переходят в синдром стрессового метаболизма- гиперкатаболизма. Этот синдром характеризуется повышенным распадом белков, избыточ-

ным образованием свободных жирных кислот, кетонотел и т.д. В результате данных событий снижается эффективность лечебных мероприятий, а в дальнейшем, если не предпринять меры по коррекции данных нарушений, развивается тяжелый патологический процесс, который может перерасти в полиорганную недостаточность. В критическом состоянии при определенных причинах (возраст, постельный режим, иммобилизация) организм начинает терять мышечную массу [7,8]. Энергетические потребности пациентов в обычных условиях составляют не более 25–30 ккал/кг, а потери азота 10–11 г в сутки. В то же время при некоторых радикальных операциях на органах пищеварения энергетические траты могут достигать 35–45 ккал/кг, а потери азота 20–30 г в сутки. Данный показатель в 2–3 раза превышает среднесуточные потери азота у здорового человека. Во время стресс- голодания организм больных за дефицит 1 г. азота (6,25 г. белка) расплачивает 25 г. собственной мышечной массы. Энтеральное питание является приоритетным методом в выборе искусственного лечебного питания, так как в последние 15 лет стала преобладать позиция «если ЖКТ работает используй его, а если нет, то заставь его работать». При длительном отсутствии пищевого химуса в кишке происходит дистрофия и атрофия слизистой оболочки, снижаются моторная и ферментативная активность, нарушается выработка кишечной слизи и секреторного иммуноглобулина А. Также возникает контаминация условно-патогенной микрофлоры из дистальных и проксимальных отделов кишечника. При разрушении барьерной функции кишечника, транслокации микробов и токсинов в кровь возникает избыточная продукция провоспалительных цитокинов, в результате это приводит к системной воспалительной реакции и истощению моноцитарно-макрофагальной системы. Данные последствия повышают риск септических осложнений. При обеспечении структурной целостности и сохранение функциональной деятельности пищеварительной системы значительно улучшают результаты лечения. Энтеральное питание является важным аспектом в профилактике острой кишечной недостаточности. Основными принципами энтеральной поддержки является раннее начало, определенная последовательность и мониторинг ее эффективности. [9]

То есть, ранее начало сбалансированный состав энтерального питания увеличивает выживаемость пациентов в послеоперационном периоде, уменьшает смертность, уменьшает количество койко- дней пациентов в стационаре.

В настоящее время имеются единичные работы о оценке эффективности раннего энтерального питания при резекции тонкой кишки. [12]

Таблица. 1. Распределение по возрасту и полу в основной группе.

Пол	Возраст			
	18–44	45–59	60–74	75–90
Мужской	2	3	10	3
Женский	1	2	8	1
Всего	3	5	18	4

Распределение по возрасту и полу в контрольной группе. Таблица. 2.

Пол	Возраст			
	18–44	45–59	60–74	75–90
Мужской	2	4	10	2
Женский	2	2	7	1
Всего	4	6	17	3



Рис. 1

Цель работы

Улучшение результатов лечения больных с экстренной хирургической патологией тонкой кишки путем оптимизации программы нутритивной поддержки.

Материал и методы

Исследование является проспективным, проводилось на базе БУ «Сургутская окружная клиническая больница» у пациентов, госпитализированных по экстренным показаниям в хирургический стационар.

В исследовании включено 60 пациентов.

Критерии включения: возраст старше 18 лет, экстренный характер операции, объем операции — резек-

ция тонкой кишки с формированием анастомоза, оперированных в экстренном порядке на тонкой кишке.

Критерии не включения: гематологические заболевания, терминальная почечная и печеночная недостаточность, сахарный диабет 1 и 2 типа; наличие распространенного перитонита в фазе сепсиса, тяжелая сопутствующая патология в стадии декомпенсации, субтотальные резекции тонкой кишки.

Больные были разделены на 2 группы в зависимости от типа нутритивной поддержки: группа А и группа Б: основная группа (n-30) — энтеральное питание, контрольная группа (n-30) — парентеральное питание.

Группы были сопоставимы по возрасту, полу, трофологическому статусу, объему резекции тонкой кишки,

виду анастомозов, времени от поступления в стационар до оперативного лечения.

Всем пациентам при поступлении в стационар проводился комплекс диагностических обследований для установления диагноза в соответствии с национальными клиническими рекомендациями, проводился ряд дополнительных инструментальных методов исследования: ультразвуковое исследование органов брюшной полости — 14 пациентам (23,3%), рентгенография органов брюшной полости — 36 пациентов (60%), компьютерная томография органов брюшной полости — 10 пациентов (16,7%)

Причины вызвавшие некроз тонкой кишки были следующие: острое нарушение мезентериального кровообращения в стадии некроза — 26 пациентов (43,3%), острая тонкокишечная непроходимость (странгуляционная) — 19 пациентов (31,7%), ущемленная грыжа — 15 пациентов (25%).

По возрасту пациенты были распределены на 4 группы согласно классификации ВОЗ (2020 г.): 18–44 лет, 45–59 лет, 60–74 лет и 75–90 лет.

В возрасте 18–44 лет — 7 пациентов (%), 45–59 лет — 11 пациентов (%), 60–74 лет — 35 пациентов (%), 75–90 лет — 7 пациентов (%). Медиана возраста (диапазон) основная группа: 33–80 лет; контрольная 63,5 (35–80 лет), $p = 0,322$.

По времени от поступления до проведения оперативного лечения (часы) в основной группе $2,4 \pm 1,87$; в контрольной группе — $2,4 \pm 1,74$, $p = 0,693$.

По объему резекции пациенты распределены на 2 группы: сегментарная до 1 метра и обширная с длиной остающегося сегмента более 1 м.

Всем пациентам в предоперационном периоде с целью антиотикопротекции вводился антибактериальный препарат амоксициллин/клавулановая кислота 1,5 грамма внутривенно струйно за 30 минут до разреза, проводилась профилактика ВТЭО согласно клиническими рекомендациям.

После резекции пораженного сегмента тонкой кишки у всех больных сформирован однорядный ручной анастомоз Викрил + 3/0 с укреплением пластиной «ТАХОКОМБ». Завершалось оперативное лечение установкой назоинтестинального зонда, проведенного дистальнее связки Трейца на 30–40 см, что позволяет проводить активную раннюю гидратацию больных с первых часов, даже при нарушенной моторно-эвакуаторной функции желудка.

В послеоперационном периоде пациенты обеих групп получали интенсивную терапию в отделении реанимации и интенсивной терапии., которая включала в себя: инфузионную, профилактика стресс-язв, венозных тромбоемболических осложнений. Всем пациентам проводилась мультимодальная анемезия.

Пациентам основной группы (30 больных), в первые сутки послеоперационного периода вводился мономерно-солевой энтеральный раствор 500 мл капельно через назогастральный или назоинтестинальный зонд. Скорость введения 3 мл в минуту. Каждые 3 часа проводился обязательный контроль остатка путем активной или пассивной аспирации кишечного содержимого.

Со вторых суток, пациентам которым не планировалось проведение этапных релапаротомий дополнительно вводилась специализированная энтеральная смесь «Интестамин», содержащая глутамин, антиоксиданты. Объем вводимой смеси 300–500 мл в сутки, скорость введения 20 мл/час. Обязательно в первые 3 суток вводились энтеросорбенты «Неосмектин», для активной энтеросорбции и предупреждения транслокации микрофлоры. Доставка питательной смеси проводилась при помощи инфузомата «KANGAROO Pump».

Минимальное энтеральное питание полностью не восполняет необходимые белково-энергетические потребности организма, оно нацелено на обеспечение питания клеток слизистой оболочки тонкой кишки, улучшение внутрипросветной трофики ЖКТ и сохранение барьерной функции кишечника. Вместе с этим, правильно подобранное энтеральное питание способствует снижению выраженности стрессорной реакции организма и гиперкатаболизма, более быстрому восстановлению функции кишки[5,6].

С третьих суток к введению интестамина, мономерно-солевого раствора вводили полимерную питательную смесь в объеме 300 мл в сутки, дозу постепенно увеличивали в нарастающем объеме доводя до 1000 мл в сутки. Диспепсических расстройств у пациентов не отмечалось.

По мере восстановления активной перистальтики, назоинтестинальный зонд удалялся — пациентам дробно вводили пероральное питание с помощью питательных смесей дробно (методом полного сипинга) на 1–2 дня в объеме 25–30 ккал/кг/сутки с постепенным сокращением перорального их потребления и введения соответствующего клинической ситуации лечебного рациона.

Пациенты контрольной группы (30 больных) сразу после оперативного лечения начинали введение пол-

Таблица. 3. Динамика общего белка

	Исходное значение	1 сутки	5 сутки	7 сутки	10 сутки
Основная группа	63,8 ± 3,41	58,7 ± 3,33	43,0 ± 3,10	45,4 ± 2,91	59,5 ± 3,35
Контрольная группа	63,3 ± 2,61	59,1 ± 1,92	41,2 ± 2,59	41,1 ± 2,71	57,4 ± 3,88
p — уровень значимости	0,886	0,927	0,026	<0,0001	0,001
Различия достоверны?	нет	нет	да	да	да

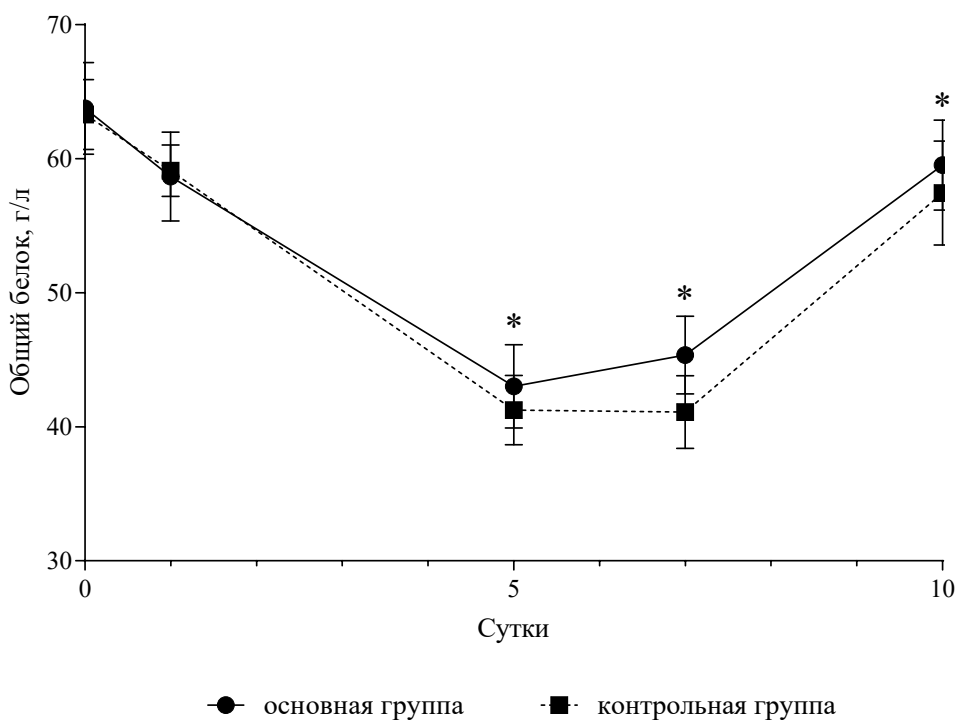


Рис. 2

ного парентерального питания. Препарат три в одном смолф кабивен перефирический. Дозирование парентерального питания проводили с помощью аппарата «Perfusor compact S». Для профилактики тромбоза венозного катетера катетер промывали 1 раз в сутки раствором гепарина 25–30 ЕД на килограмм массы тела в сутки.

Объем вводимого препарата определяли с учетом расчета белково-энергетической потребности каждого пациента.

По всем остальным параметрам терапии в послеоперационном периоде отличий не было.

Для определения базальной интенсивности обмена веществ использовалась формула Харриса-Бенедикта:
 ОО (мужчины) = 66,5 + (13,7 × МТ) + (5 × Р) – (6,8 × В)
 ОО (женщины) = 655 + (9,5 × МТ) + (1,8 × Р) – (4,7 × В), где

МТ-масса тела, кг; Р-длина тела, см; В-возраст, годы

Далее в указанную выше формулу для определения ДРЕ последовательно вносились соответствующие коэффициенты метаболической поправки в зависимости от конкретной ситуации. (а именно фактор активности – постельный режим 1,1; фактор повреждения 1,3).

Конечные точки сравнительного анализа данного исследования:

- ◆ Лабораторные — общий белок, альбумин, трансферрин;
- ◆ Функциональные — время восстановления функции ЖКТ (появление активных перестальтических шумов);
- ◆ Частота диспептических расстройств;
- ◆ Частота послеоперационных внутрибрюшных осложнений
- ◆ Послеоперационная летальность;

Таблица.4. Динамика альбумина

	Исходное значение	1 сутки	5 сутки	7 сутки	10 сутки
Основная группа	41,5 ± 2,85	36,1 ± 1,88	31,4 ± 2,33	32,8 ± 2,04	36,0 ± 2,38
Контрольная группа	41,0 ± 2,91	33,8 ± 1,57	29,6 ± 1,1	29,1 ± 1,18	31,1 ± 1,7
p — уровень значимости	0,537	<0,0001	0,003	<0,0001	<0,0001
Различия достоверны?	нет	да	да	да	да

Таблица. 5. Динамика трансферрина

	Исходное значение	1 сутки	5 сутки	7 сутки	10 сутки
Основная группа	2,4 ± 0,23	1,8 ± 0,28	1,5 ± 0,19	1,6 ± 0,18	2,2 ± 0,29
Контрольная группа	2,5 ± 0,16	1,6 ± 0,17	1,4 ± 0,16	1,4 ± 0,14	1,7 ± 0,14
p — уровень значимости	0,138	0,107	0,019	0,001	<0,0001
Различия достоверны?	нет	нет	да	да	да

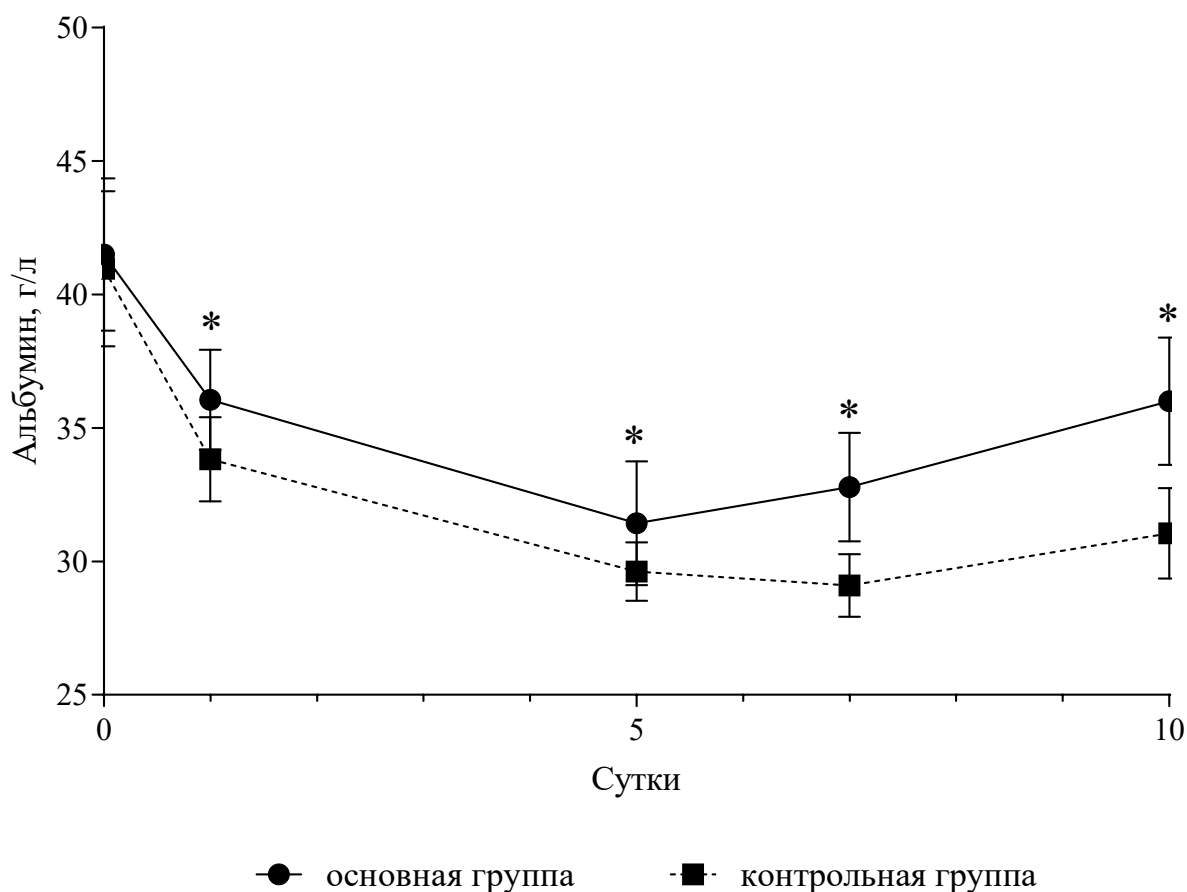


Рис. 3

♦ Длительность стационарного лечения.

Обработку полученных данных проводили с использованием программного обеспечения GraphPad Prism 8.0.1.

U-критерий Манна-Уитни использовали для сравнения непрерывных переменных (возраст, время до операции, показатели трофологического статуса, время до начала активной перистальтики). Точный критерий Фишера и критерий χ^2 использовали для сравнения

Таблица.6

	Основная группа	Контрольная группа	p — уровень значимости
Осложнения	5	12	0,153
несостоятельность анастомоза	1	6	0,044
абсцесс брюшной полости	1	2	
инфильтрат в брюшной полости в зоне анастомоза	-	2	
острая ранняя кишечная непроходимость	2	1	
ранняя спаечная кишечная непроходимость	-	1	
эвентрация	1	-	

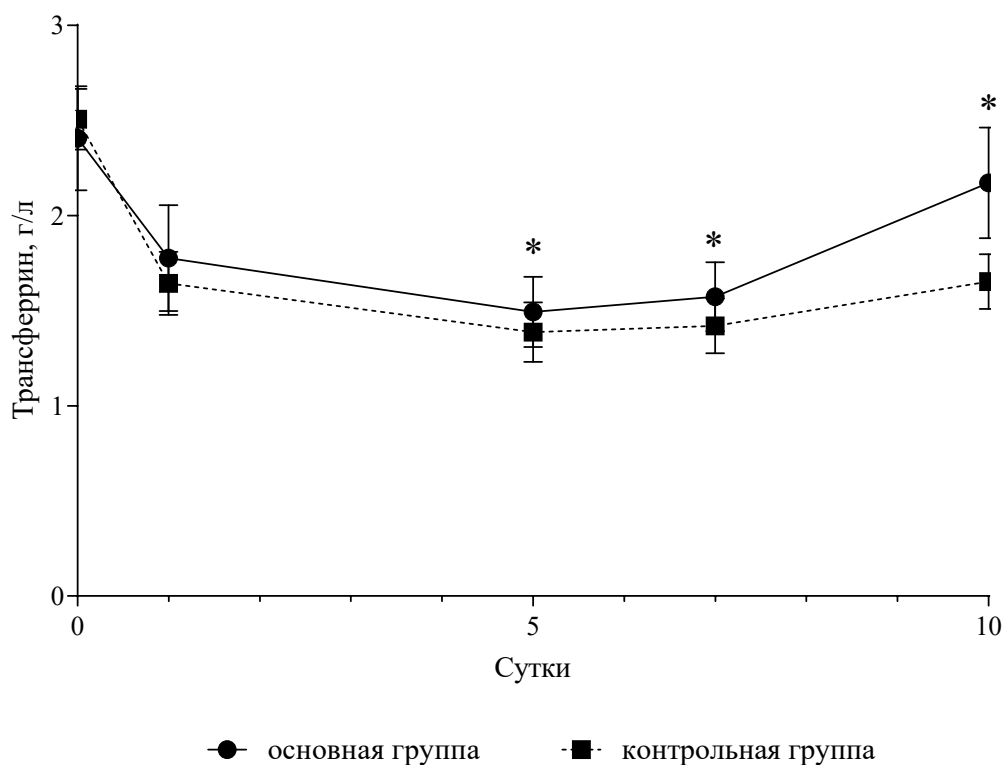


Рис. 4

дискретных переменных (пол, диагноз, сопутствующие заболевания, объем резекции, послеоперационные осложнения). Длительность пребывания в стационаре анализировали методами анализа выживаемости, так как данная статистическая модель позволяет наиболее точно оценить период пребывания элемента в совокупности до наступления терминального события (в данном случае выписки из стационара), а также использовать цензурированные данные. Значения p менее 0,05 считались значимыми.

Результаты и обсуждения

Были проанализированы лабораторные показатели: уровень общего белка, альбумина и трансферрина в крови в динамике: перед оперативным вмешатель-

ством, а также на первые, пятые, седьмые и десятые сутки после операции. В каждой временной точке данные основной и контрольной групп сравнивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Полученные данные представлены в таблицах 3,4,5 как среднее ± стандартное отклонение. Показано отсутствие статистически значимых различий между группами по уровню общего белка, альбумина и трансферрина до операции. Однако в послеоперационный период наблюдается достоверно более быстрое восстановление всех исследованных лабораторных показателей в опытной группе по сравнению с контрольной.

На рисунках звездочкой (*) обозначены временные точки, в которых лабораторные показатели достоверно отличались между группами.

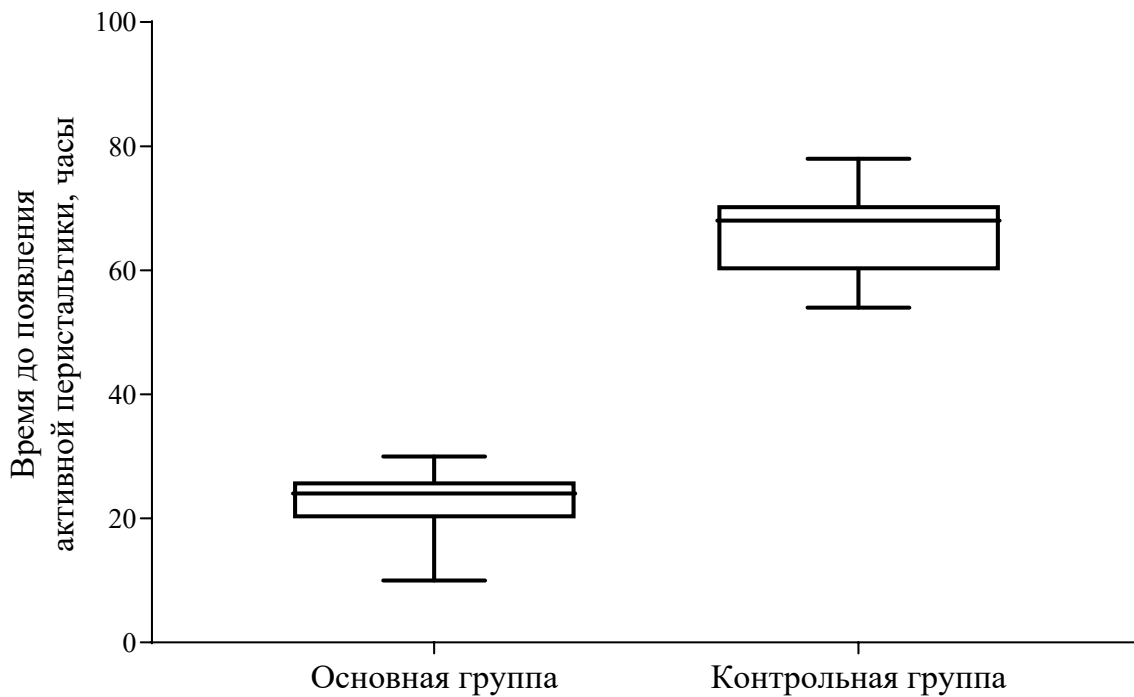


Рис. 5

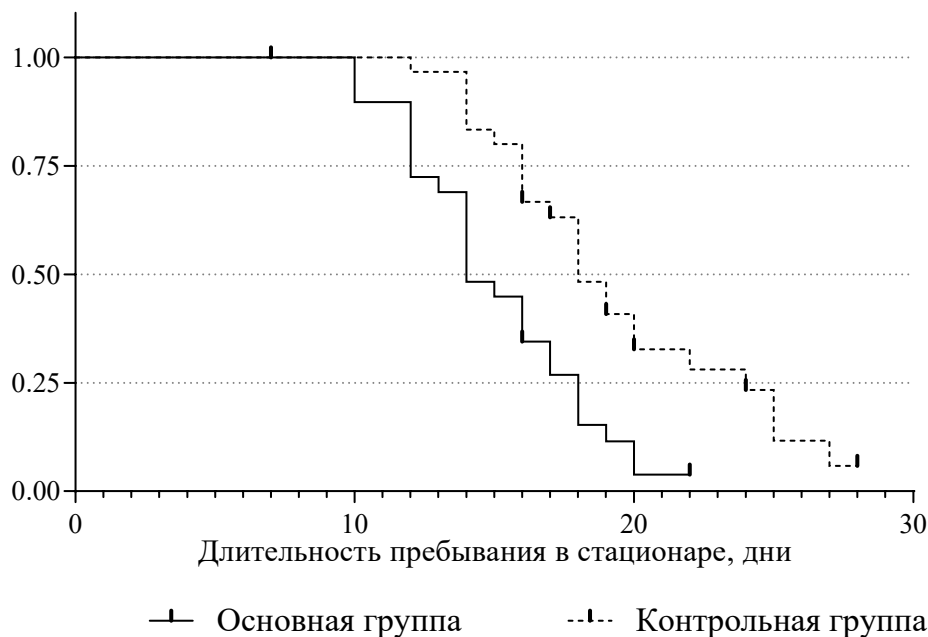


Рис. 6

Несмотря на то, что при оценке частоты послеоперационных осложнений между двумя группами (основная%, контрольная%) не было обнаружено статистически достоверных различий ($p = 0,319$), в основной группе было выявлено меньшее количество случаев развития несостоятельности анастомоза по сравнению

с контрольной группой. Эта разница была статистически значимой ($p = 0,044$). Послеоперационные осложнения представлены в таблице 6.

Наиболее частыми причинами смерти явились несостоятельность анастомоза и абсцесс брюшной полости.

Послеоперационная летальность в основной группе (3 пациента) была несколько ниже, чем в контрольной (6 пациентов). Однако данные различия не были статистически достоверны ($p = 0,278$).

При анализе восстановления функционирования желудочно-кишечного тракта выявлено значительно более раннее появление активной перистальтики кишечника в основной группе ($22,9 \pm 4,47$ час.) по сравнению с контрольной ($66,1 \pm 6,81$ час.). Данные представлены как среднее \pm стандартное отклонение. Выявленные различия были статистически значимыми ($p < 0,0001$).

Выявлено статистически значимое сокращение длительности пребывания в стационаре в основной группе по сравнению с контрольной ($p = 0,0005$). Медиана длительности пребывания в стационаре составила 14

дней в основной группе по сравнению с 18 днями в контрольной группе.

ВЫВОДЫ

Разработанная поэтапная программа раннего энтерального питания у пациентов с резекцией тонкой кишки способствует более раннему восстановлению белково-энергетических потребностей, что позитивно влияет на более раннее восстановление функции желудочно-кишечного тракта, снижению частоты нарушений заживления анастомозов, сокращению длительности стационарного лечения и уменьшению послеоперационной летальности. Таким образом лабораторная и клиническая эффективность энтерального питания является основанием для его активного внедрения в клиническую практику у пациентов с резекцией тонкой кишки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баешко А.А., Климчук С.А., Юшкевич В.А. Причины и особенности поражений кишечника и его сосудов при остром нарушении брыжеечного кровообращения // Хирургия 2005 год. № 4. С. 57–60.
2. Климова Н.В., Ильканич А.Я., В.В. Дарвин. Компьютерная томография в диагностике острого нарушения мезентериального кровообращения // Радиология. Практика. 2013. № 3. С. 32–37.
3. Шестопалов А.Е., Лейдерман И.Н., Свиридов С.В. Метаболический ответ организма на стресс: Национальное руководство. Парентеральное и энтеральное питание. 2014. С. 142–60.
4. Макарова Е.Е. Роль ультразвукового исследования в диагностике острой тонкокишечной непроходимости: -Автореф. дис. . . канд. мед. наук. Российский государственный медицинский университет федерального агентства министерства здравоохранения и социального развития, Москва., -2005. 25с.
5. Петухов А.Б., Лященко Ю.Н. Питание больных с синдромом короткой кишки. В кн.: Лященко Ю.Н., Петухов А.Б. основы энтерального питания. М.: Вега-Интел; 2001: с. 195–237.
6. Парентеральное питание в интенсивной терапии и в хирургии. Методические рекомендации Минздравсоцразвития России, 2006. с.44.
7. Bruzoni M. Comparison of short bowel syndrome acquired early in life and during adolescence. Transplantation 2008; 86: 1: 63–65.
8. Hermanides J. et al. Glucose variability is associated with ICU mortality // Crit. care Med. -2010. — Vol.38 (3)
9. Waitzberg D.L., Torrinhas R.S. Fish oil Lipid emulsions and immune response what clinicians need to // NCP. — 2009. -Vol.24. -No.4
10. Луфт В.М. Энтеральное питание больных в неотложной медицине. СПб.: Фирма «стикс». 2015 с. 16–27.
11. Ермолов А.С., попова Т.С., Пахомова Г.В., Утешев Н.С. Синдром кишечной недостаточности в неотложной абдоминальной хирургии (от теории к практике). М: МедЭксперт Пресс 2005. с. 460.
12. Краснов Е.А., В.В. Дарвин, А.Н. Варганова, Е.В. Бубович, Н.В. Климова, В.Е. Видуто. Экспериментальное обоснование раннего энтерального питания при резекции тонкой кишки. Вестник СУРГУ Медицина № 4 с. 94–102.

© Варганова Александра Николаевна (Alexvarg24@yandex.ru), Краснов Евгений Анатольевич, Дарвин Владимир Васильевич, Аскерова Анастасия Александровна, Мамедов Султан Гаджи- Оглы.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИШЕМИЧЕСКИЙ ИНСУЛЬТ И COVID-19: МЕХАНИЗМЫ ПАТОГЕНЕЗА, КЛИНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТРУДНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

ISCHEMIC STROKE AND COVID-19: PATHOGENESIS MECHANISMS, CLINICAL CHARACTERISTICS, AND TREATMENT DIFFICULTIES IN A PANDEMIC

**E. Vishneva
N. Vesnina**

Summary. The emergence and spread of the new coronavirus infection (COVID-19) has caused the greatest public health problem. Current evidence suggests that COVID-19 can cause ischemic stroke, especially in severe disease, and there are similarities in the risk factors for severe COVID-19 as well as ischemic stroke, highlighting the complex relationship between the two conditions. The pandemic has created challenges for stroke care. The rapid assessment and timely interventions needed to achieve optimal outcomes in stroke treatment have been complicated by COVID-19 due to the need for infection prevention measures. The aim of this paper is to study the putative mechanisms of ischemic stroke in COVID-19 and the clinical characteristics of COVID-19 patients who develop ischemic stroke. The problems associated with the management of patients with ischemic stroke in the context of COVID-19 are highlighted, current treatment recommendations are considered, and potential areas for future research are revealed.

Keywords: coronavirus infection, ischemic stroke, patient, pandemic, COVID-19.

Вишнева Елена Михайловна

Врач-кардиолог высшей категории, д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Медицинский Университет»; главный врач, ООО «Семейная клиника», г. Екатеринбург
e.m.vishneva@mail.ru

Веснина Наталья Сергеевна

Врач-невролог, ГАУЗ СО «Городская клиническая больница № 14», г. Екатеринбург
vesninans@mail.ru

Аннотация. Возникновение и распространение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) вызвало величайшую проблему общественного здравоохранения. Текущие данные показывают, что COVID-19 может вызывать ишемический инсульт, особенно при тяжелом течении заболевания, есть сходства в факторах риска тяжелого COVID-19, а также ишемического инсульта, что подчеркивает сложную взаимосвязь между этими двумя состояниями. Пандемия создала проблемы для оказания помощи при инсульте. Быстрая оценка и своевременные вмешательства, необходимые для достижения оптимальных результатов в лечении инсульта, осложнились COVID-19 из-за необходимости принятия мер по профилактике инфекции. Целью данной статьи является изучение предполагаемых механизмов ишемического инсульта при COVID-19 и клинических характеристик пациентов с COVID-19, у которых развивается ишемический инсульт. Выделены проблемы, связанные с ведением больных ишемическим инсультом в условиях COVID-19, и рассматриваются текущие рекомендации по лечению, раскрыты потенциальные области для будущих исследований.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, ишемический инсульт, пациент, пандемия, COVID-19.

Возникновение и распространение высококонтагиозной новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в конце 2019 года вызвало величайшую проблему общественного здравоохранения за последнее столетие. COVID-19 зарекомендовал себя, как самая серьезная вспышка инфекционного заболевания в новейшей истории, когда за первые пять месяцев было зарегистрировано более 6 000 000 подтвержденных случаев заболевания и более 300 000 смертей. Хотя это заболевание считается первичным респираторным заболеванием, имеются данные о мультисистемном поражении, включая неврологические проявления [1]. Гипогевзия, anosmia, судороги и инсульт — это лишь часть из неврологических признаков заболевания,

о которых сообщают врачи [2]. Хотя точная взаимосвязь между инсультом и COVID-19 все еще выявляется, появляется все больше подтверждений того, что заболевание может вызвать ишемический инсульт или усугубить уже существующий инсульт [3]. Факторы риска, такие как мужской пол, пожилой возраст и наличие сопутствующих заболеваний, таких как гипертоническая болезнь, диабет и сердечно-сосудистые заболевания, являются предикторами тяжелой формы COVID-19 [4]. Эти факторы также являются предрасполагающими к инсульту, что лежит в основе сложной взаимосвязи между этими двумя состояниями. Нынешняя пандемия имеет прямые и косвенные последствия для лечения инсульта. Пациенты, перенесшие инсульт, подвержены

повышенному риску тяжелого заболевания при заражении COVID-19 [5]. Кроме того, пациенты с COVID-19, у которых развивается инсульт, подвергаются более высокому риску неблагоприятного исхода по сравнению с пациентами с инсультом без COVID-19 [6]. Таким образом, в данном литературном обзоре исследуются предполагаемые механизмы ишемического инсульта при COVID-19 и клинические характеристики инсульта у пациентов с COVID-19.

Вирус COVID-19 — это коронавирус 2 типа острого респираторного синдрома (SARS-CoV-2), представляет собой оболочечный одноцепочечный вирус с положительной РНК семейства Coronaviridae, имеющий фосфолипидную двухслойную капсулу, содержащую белковые шипы [7]. SARS-CoV-2 получает доступ к организму благодаря взаимодействию его белкового шипа (S) и ангиотензин-превращающего фермента 2 (АПФ 2), обнаруженного во многих тканях, таких как легкие, почки, сердце и кишечник [7]. В последующем развивается клиника коагулопатии.

На сегодняшний день некоторые наблюдения показывают, что у пациентов с COVID-19 встречается повышенный риск тромбоемболических осложнений. «Септическая коагулопатия» — термин, который возник, как признак тяжелого заболевания COVID-19 [8]. Это — более ранняя фаза ДВС-синдрома, характеризующаяся повышенным содержанием D-димера, удлиненным протромбиновым временем и низким количеством тромбоцитов, но, в отличие от ДВС-синдрома, при септической коагулопатии отсутствует гипофибриногенемия [9]. Затем следует синдром системного воспалительного ответа, вызванным иммунным ответом на вирус, приводящим к эндотелиальной дисфункции и тромбозу микроциркуляции [10]. Наблюдается чрезмерное подавление фибринолиза за счет увеличения выработки ингибитора активатора плазминогена-1, что увеличивает риск тромбоза [11]. В отличие от ДВС-синдрома, при септической коагулопатии нет кровотечений. Чаще у пациентов с COVID-19 встречается артериальный и венозный тромбоз [12].

Уже давно доказано, что наличие антифосфолипидных антител связано с протромботическим состоянием и формированием стойкой коагулопатии. По данным зарубежного исследования 56 пациентов с подтвержденным COVID-19, 14 пациентов имели положительный результат на волчаночный антикоагулянт, а у пяти были обнаружены антитела IgM или IgG к кардиолипину или β 2-гликопротеину-1 [13]. Доказано, что антифосфолипидные антитела связаны с артериальным и венозным тромбозом [10]. Однако, они так же часто обнаруживаются у здоровых людей, а повышенные уровни отмечаются так же и при других вирусных и бактериальных

инфекциях [14]. До сих пор неясно, способствует ли присутствие антифосфолипидных антител у пациентов с COVID-19 коагулопатии или увеличивает риск ишемического инсульта.

Отдельного внимания заслуживает вопрос эндотелиальной дисфункции. Эндотелиальная дисфункция предрасполагает к образованию артериальных и венозных тромбозов. Нормальный эндотелий сосудов содержит про- и антитромботические факторы, которые обычно находятся в состоянии равновесия, чтобы предотвратить кровотечение или образование сгустков. Одним из возможных механизмов эндотелиальной дисфункции у пациентов с COVID-19 является истощение рецепторов АПФ2, которые обнаруживаются в эндотелиальных клетках сосудов [9]. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система имеет классическую цепь рецепторов ренин/ АПФ1/ангиотензин II/ангиотензин II типа 1, которая играет физиологическую и патологическую роль в заболеваниях почек, кровеносных сосудов, сердца и головного мозга, а также АПФ2/ ангиотензин (1–7) / цепь рецептора сборки митохондрий (MasR), который был идентифицирован как негативный регулятор ангиотензина II [15]. Ренин продуцируется юкстагломерулярными клетками почек и превращает ангиотензиноген, продуцируемый печенью, в ангиотензин I. АПФ1 расщепляет ангиотензин I до ангиотензина II. Ангиотензин II, действуя через свои рецепторы, обладает вазопрессорным, провоспалительным и прокоагулянтным действием [9]. Было доказано, что ингибиторы рецепторов ангиотензина II обладают антигипертензивным, а также нейропротекторным действием [16]. АПФ2 противодействует действию АПФ1, превращая ангиотензин II в ангиотензин (1–7), сосудорасширяющую и противовоспалительную молекулу, и превращая ангиотензин I в ангиотензин (1–9), который далее превращается в ангиотензин (1–7) [17]. Ангиотензин (1–7) опосредует свое действие через рецептор MAS. Связываясь с АПФ2, SARS-CoV-2 индуцирует эндоцитоз рецептора, тем самым приводя к истощению «защитного» эндотелиального АПФ2 и смещая баланс в пользу АПФ1 и ангиотензина II, с усилением провоспалительной предрасположенности и повреждением эндотелия [9].

Другой возможный механизм повреждения эндотелия у пациентов с COVID-19 — это иммунная гиперреакция, известная как цитокиновый шторм [18]. Этот неконтролируемый и чрезмерный выброс цитокинов при COVID-19 был описан как основной фактор, вызывающий полиорганную дисфункцию [18]. Повышенные уровни цитокинов, таких как IL1- β , IL-7, IL-8, IL-9, IL-10, гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор, IFN- γ , Фактор некроза- α (TNF α) были зарегистрированы при COVID-19 [19]. Воспалительные цитокины вызывают активацию эндотелия, повышен-

ную экспрессию молекул адгезии эндотелиальных лейкоцитов, таких как молекула межклеточной адгезии 1, E-селектин и молекула адгезии сосудистых клеток 1, которые взаимодействуют с рецепторами на поверхности лейкоцитов [20]. Эффект цитокинов и лейкоцит-опосредованное повреждение может нарушить целостность эндотелиальных клеток.

По данным некоторых источников сообщается, что повреждение сердца является одной из основных причин смерти при COVID-19 после респираторной дисфункции [21]. Было доказано, что повышенные маркеры сердечного повреждения, такие как тропонин I и тропонин T, креатининкиназа-MB, у пациентов с COVID-19 коррелируют с тяжестью заболевания [21]. Было высказано предположение, что прямое вирусно-опосредованное повреждение и эффект цитокинового шторма ответственны за повреждение сердца при COVID-19 [22]. Это проявляется острым миокардитом, перикардитом, аритмией, шоком и сердечной недостаточностью [22]. Дисфункция эндотелия сердца и аритмия увеличивают риск сердечной тромбоэмболии и инсульта. Роль этого в ишемическом инсульте при COVID-19 пока остается гипотетической.

В отношении проникновения вируса в центральную нервную систему для SARS-CoV-2 были предложены два потенциальных канала инвазии в ЦНС: гематогенное распространение в мозговой кровотоке и передача через обонятельный эпителий через решетчатую пластинку в обонятельную луковицу [2]. Поскольку вирус присутствует в системном кровообращении, включая мозговое кровообращение, являясь церебральная микроциркуляция усиливает взаимодействие между вирусным шиповым белком и АПФ2 на церебральных эндотелиальных клетках [23]. Размножение и высвобождение вируса из эндотелиальных клеток может привести к повреждению эндотелия и обеспечить доступ вируса к мозгу [23]. Кроме того, рецепторы АПФ2 были обнаружены на нейронах и глиальных клетках, что делает их потенциальной мишенью для SARS-CoV-2 [24]. Наличие аносмии, гипогевзии и других неврологических проявлений у пациентов с COVID-19 подтверждают теорию прямого воздействия вируса на мозг [23].

Отсутствие эффективной вакцины или терапии от COVID-19 привело к испытаниям плазмы выздоравливающих для лечения тяжелобольных пациентов с COVID-19 [25]. Внутривенная терапия иммуноглобулинами использовалась как для профилактики, так и для лечения вирусных инфекций [25]. Однако такая терапия имеет потенциальные осложнения. Риск тромбоэмболии, связанной с внутривенным введением иммуноглобулинов, оценивается от 0,6 до 4,5% [26]. Считается, что такие события, как инсульт, инфаркт миокарда,

тромбоэмболия легочной артерии и тромбоз глубоких вен, вызваны повышением вязкости крови, вызванным иммунотерапией, тем самым предрасполагая к застою, что является фактором риска тромбообразования [26]. По данным одного из зарубежных исследований, среди 206 пациентов с тяжелым острым респираторным дистресс-синдромом у пяти пациентов развились церебральные инфаркты крупных артерий, причем три из них возникли у пациентов, получавших иммунотерапию [27]. Т.о., пациенты в критическом состоянии имеют повышенный риск тромбоза, поэтому применение иммунотерапии у этих пациентов может еще больше ухудшить риск тромбоэмболических событий.

Приведем результаты некоторых зарубежных исследований. В ретроспективном исследовании 3556 пациентов с COVID-19 в клинике Нью-Йорка у 32 (0,9%) развился ишемический инсульт [6]. 65,6% имели криптогенный инсульт, а 34,4% соответствовали критериям эмболического инсульта с неустановленным источником. По сравнению с пациентами, перенесшими инсульт без COVID-19, пациенты с COVID-19 были старше (средний возраст 70 лет против 63 лет), имели более высокий балл по шкале Национального института здоровья (NIHSS) при поступлении (средний балл-19 против 8), повышенный уровень D-димера (> 10 000 против 525 нг / мл), с большей вероятностью имели криптогенный инсульт (65,6% против 34,4%) и имели более высокий риск смертности в стационаре (63,6% против 9,3%). У 25 пациентов развился инсульт в течение 1–27 дней от начала заболевания, а у пяти ранее не было никаких симптомов.

Аналогичным образом было проведено одноцентровое ретроспективное исследование с участием 221 пациента с COVID-19, которое показало, что у 11 (5%) развился ишемический инсульт, при этом у одного пациента развился тромбоз вен головного мозга, а у другого — кровоизлияние в мозг [28]. По сравнению с другими пациентами с COVID-19 без инсульта, те, у кого развился инсульт, были старше (средний возраст 72 против 52 лет) и имели более высокую частоту сопутствующих заболеваний, таких как гипертония, диабет, перенесенный инсульт в анамнезе, а также нарушение функции печени и почек. Так же было выявлено заболевание крупных артерий, заболевание средних сосудов и кардиоэмболические события.

Хотя инсульт чаще встречается у пожилых людей, так же есть сообщения об инсульте у более молодых пациентов, инфицированных COVID-19. В ранее упомянутом исследовании вероятность инсульта была выше у молодых мужчин с повышенным уровнем тропонина в сыворотке по сравнению с контрольной группой в прошлом [6]. Так же Oxley и его коллеги сообщили

о пяти случаях инсульта крупных сосудов у пациентов с COVID-19 моложе 50 лет [29]. Сосудистыми бассейнами, участвующими в данных случаях, были бассейн средней мозговой артерии (три случая), задняя мозговая артерия (один случай) и внутренняя сонная артерия (один случай) [29]. У троих из пяти пациентов наблюдаются симптомы COVID-19, у двух — бессимптомно. Аналогичным образом, в исследовании сообщалось о трех пациентах с COVID-19 с ишемическим инсультом крупных сосудов после субокклюзивного тяжелого стеноза общей сонной артерии с тромбозом, распространяющимся на проксимальную внутреннюю сонную артерию [30]. Возраст пациентов был 33, 55 и 77 лет. В другом исследовании сообщалось о случае 40-летнего пациента с COVID-19 с отрицательным результатом обследования на прокагулянт, у которого развился ишемический инсульт крупных сосудов с поражением средней мозговой артерии [31]. Аналогичное сообщение об ишемическом инсульте крупных артерий было обнаружено у пяти из 206 пациентов с SARS в исследовании [27]. В этом исследовании четыре пациента были старше 50 лет (54–68), а пятому пациенту было 39 лет. Связь между ишемическим инсультом крупных артерий и COVID-19 у молодых пациентов до конца не изучена; предполагается, что у этих пациентов возникновение инсульта на фоне COVID-19 может быть связано с гиперкоагуляцией.

В ретроспективном исследовании 214 пациентов с COVID-19 в Ухане, Китай, у 5,7% развился инсульт. Эти данные были получены у пациентов с тяжелым течением заболевания [32]. Маркеры тяжелого течения COVID-19 включают лимфопению, лейкоцитоз, гипоальбуминемию, а также повышенные уровни аланин-трансаминазы, С-реактивного белка, ферритина, лактатдегидрогеназы и D-димера [33]. В исследовании, в котором сообщалось о шести пациентах с COVID-19, у которых развился ишемический инсульт, у всех пациентов была окклюзия крупных сосудов с заметно повышенным содержанием D-димеров. Волчаночные антикоагулянты, а также С-реактивный белок и ферритин были повышены у пяти пациентов [34]. Аналогичным образом, в исследовании четырех пациентов с ишемическим инсультом, у трех был повышенный уровень D-димера, а у двух — повышенный уровень С-реактивного белка [35].

Исход инсульта у пациентов с COVID-19 может отражать тяжесть заболевания. Оценка инсульта Национального института здоровья (NIHSS) использовалась для прогнозирования исхода инсульта. По сравнению с пациентами с инсультом, у которых не было COVID-19, пациенты с инсультом и COVID-19 имели более высокий балл по шкале NIHSS [6]. В исследовании Oxley с коллегами все пять пациентов с инсультом крупных сосудов

имели оценку 13–23, что свидетельствует о более высоком риске неблагоприятного исхода заболевания [29]. Аналогичным образом, в ретроспективном исследовании шести пациентов с COVID-19, перенесших инсульт, пятеро умерли, а у одного был стойкий тяжелый неврологический дефицит [36].

COVID-19 прямо или косвенно влияет на тактику ведения больных с инсультом. С момента вспышки заболевания для борьбы с этой инфекцией было принято множество мер, таких как меры самоизоляции, приостановка плановых процедур и обычных амбулаторных клиник, плановых госпитализаций [37]. По данным Всемирной организации по инсульту, многие страны столкнулись с перегрузкой больниц, что привело к перераспределению неврологических и инсультных коек, а также отделений интенсивной терапии (ОИТ), предназначенных для лечения инсульта, для ухода за пациентами с COVID-19 [3]. Кроме того, во многих больницах произошло переключение врачей и среднего медицинского персонала, занимающихся инсультом, на лечение COVID-19 [38]. Следствием этого является снижение способности оказывать необходимую помощь пациентам с инсультом. Исследование с участием 280 центров в Китае показывает, что количество госпитализаций по поводу инсульта снизилось на 40%, а количество случаев тромболизиса и тромбэктомии снизилось на 25% в феврале 2020 года по сравнению с февралем 2019 года [39]. Такое сокращение случаев госпитализации после инсульта может быть связано с тем, что пациенты предпочитают оставаться дома из-за страха заразиться вирусом в больнице. Из вышеизложенного следует, что на сегодняшний день на первый план встает отсроченное начало лечения инсульта, т.к. пациенты пропускают терапевтическое окно и, как следствие, возрастают риски инвалидизации [3].

Риск заражения COVID-19 увеличивается среди медицинских работников, которые контактируют с инфицированными пациентами. Во всем мире были сообщения о заражении COVID-19 и смерти врачей, а так же среднего и младшего медицинского персонала [38]. Это требует дополнительных мер защиты, использования средств индивидуальной защиты, которых в некоторых странах часто не хватает. Инфекция среди членов специализированных бригад по оказанию помощи при инсульте, которых также не хватает из-за перераспределения, может привести к карантину, что еще больше истощит человеческие ресурсы, доступные для оказания помощи при инсульте.

До нынешней глобальной пандемии были разработаны и повсеместно приняты руководства по лечению инсульта для медицинских работников, участвующих в лечении инсульта [40]. Одним из таких рекоменда-

ций является руководство по ведению ишемического инсульта, разработанное Американской кардиологической ассоциацией / Американской ассоциацией инсульта (AHA / ASA) [40]. В этом документе представлены рекомендации по догоспитальному ведению инсульта, неотложной оценки и лечения, а также по общей поддерживающей терапии. Из-за того, что развитие ишемического инсульта зависит от времени возникновения первых симптомов, в текущих руководствах по инсульту рекомендуется быстро оказывать неотложную помощь, избегая при этом ненужных затрат времени на лечение [41]. Во всех случаях больному с подозрением на инсульт следует незамедлительно сделать снимки головного мозга по прибытии в больницу, предпочтительно в течение 20 минут после прибытия в приемный покой [40]. Пациенты с инсультом, которые соответствуют критериям, должны подвергаться быстрому проведению процедуры тромболиза с использованием рекомбинантного тканевого активатора плазминогена (альтеплаза) и / или механической тромбэктомии у пациентов с окклюзией крупных сосудов. Данные процедуры следует проводить в кратчайшие сроки, чтобы ограничить повреждение головного мозга [41]. Этот процесс лечения инсульта осложнился с момента появления COVID-19. Американская кардиологическая ассоциация / Американская ассоциация инсульта также выпустила временное руководство по ведению пациентов с инсультом у пациентов с COVID-19 [44].

Независимо от того, поступает ли новый пациент в приемное отделение или уже поступил в больницу, все пациенты с инсультом проходят первоначальную быструю оценку. В настоящее время этот рутинный процесс осложняется COVID-19, поэтому необходимо учитывать инфекционный статус пациента. Описаны три категории пациентов с инсультом, инфицированных COVID-19, которые следует быстро определить во время первоначальной оценки: пациенты с известной инфекцией, которые обычно находятся на поздней стадии заболевания, пациенты с подозрением на COVID-19 инфекцию, основанную на симптомах болезни в анамнезе, контактах с инфицированными людьми, месте жительства или поездках в районы высокого риска, и бессимптомных, без контактов с инфицированными людьми или проживания в зонах высокого риска [42]. Пациентов, у которых есть подозрение или подтвержденная инфекция, следует немедленно отделить. По возможности, эта маршрутизация должна быть проведена службами неотложной медицинской помощи до прибытия в приемное отделение [41]. Однако многие пациенты с инсультом могут быть дезориентированы, у них могут быть речевые нарушения или они могут быть без сознания, что затрудняет попытки определить риск инфекции. Кроме того, бессимптомные люди могут быть распространителями болезней. Таким

образом, важно иметь настороженность в отношении каждой категории пациентов. Это обеспечит принятие необходимых защитных мер медицинским персоналом. Принимая во внимание неотложный характер оказания помощи при инсульте и временные рамки, необходимые для получения подтверждающего результата теста для пациентов с COVID-19, следует применять меры профилактики передачи заболевания, такие как использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), мытье рук и меры социального дистанцирования, которые используются во время первичной оценки [42]. Если возможно, следует рассмотреть возможность дистанционной оценки с использованием телемедицинской консультации [40, 45]. Это позволит дистанционно оценивать нейровизуализационные изображения, а также проводить неврологическое обследование с помощью видео, тем самым ограничивая воздействие как на медицинских работников, так и на пациентов [41]. По сравнению с обследованием у постели больного, телеконсультация показала свою эффективность при оценке баллов по шкале NIHSS, а также при оценке соответствия критериям тромболиза и тромбэктомии [45].

Результат исхода инсульта при COVID-19 может коррелировать с тяжестью основного заболевания. Доказано, что уровень смертности у пациентов с инсультом и COVID-19 выше, чем у пациентов без COVID-19 [29, 36]. Поэтому важно оценить предикторы повышенной внутрибольничной смертности. Эти факторы включают пожилой возраст, сердечно-сосудистые заболевания, острое повреждение почек, высокий показатель оценки полиорганной недостаточности (SOFA), гипоальбуминемию и повышенные уровни трансаминазы, лактатдегидрогеназы, ферритина, D-димера и С-реактивного белка [33]. Оценка SOFA используется в качестве индекса тяжести состояния у тяжелобольных, а также для прогнозирования риска смерти. Эта оценка полиорганной дисфункции важна для определения прогноза заболевания при рассмотрении соответствующего плана лечения инсульта [42].

В отношении диагностики рекомендации AHA/ASA рекомендуют экстренную визуализацию мозга, желательно в течение 20 минут после прибытия в приемное отделение. Пациентам с окклюзией крупных сосудов, которые соответствуют критериям тромбэктомии, требуется компьютерная томографическая ангиография или перфузионная КТ в зависимости от времени от начала заболевания до проявления симптомов [40]. В данном руководстве рекомендуется проводить введение контрастного вещества после определения уровня креатинина в сыворотке крови [40]. У пациентов с COVID-19 и инсультом высок риск острого повреждения почек. Введение контрастного вещества

может спровоцировать острое повреждение почек, тем самым увеличивая смертность. Следует соблюдать осторожность при использовании контрастных исследований у пациентов с COVID-19, перенесших инсульт, и следует учитывать соотношение общего риска и пользы [42]. Так же необходимо рассмотреть возможность проведения компьютерной томографии грудной клетки вместе с нейроваскулярной визуализацией, поскольку это даст представление о степени поражения легких [41]. Там, где это возможно, должен быть создан отдельный рентгенологический кабинет, предназначенный для пациентов с подтвержденным или высоким риском COVID-19 [41].

Текущие рекомендации рекомендуют начинать внутривенный тромболизис с помощью rt-PA в течение 3 часов после начала инсульта и в течение 3–4,5 часов у отдельных пациентов [40]. Дисфункция печени, проявляющаяся повышенным уровнем трансаминаз, а также коагулопатия, документированы как аномалии при COVID-19 [33]. Нарушение функции печени при COVID-19 может происходить с коагулопатией или без нее [42]. У этих пациентов следует рассмотреть возможность оценки гемостатических характеристик с помощью таких тестов, как тромбоэластография, и определения уровня D-димера в сыворотке [42]. Хотя влияние дисфункции печени на метаболизм rt-PA у пациентов с COVID-19 на данный момент неясно, существует потенциальный риск лекарственной токсичности при нарушении метаболизма в печени. Об этом следует помнить мультидисциплинарным бригадам по лечению инсульта.

В текущих рекомендациях отдается предпочтение механической тромбэктомии, выполненной в течение 6 часов после начала инсульта, у пациентов с окклюзией крупных сосудов, баллов по шкале NIHSS ≥ 6 и у которых

нет обширной ишемии при КТ [40]. Отобранные пациенты с инсультом в пределах 6–16 часов после последнего известного нормального состояния и пациенты в течение 6–24 часов, которые прошли КТ-исследования перфузии или MPT, также считаются подходящими для тромбэктомии [40]. Специализированная помощь, необходимая для тромбэктомии, может потребовать перевода пациента в другое учреждение, что может быть осложнено дополнительными проблемами маршрутизации из-за COVID-19 [42]. Стандартные протоколы предосторожности, такие как использование СИЗ, должны соблюдаться в ангиографических кабинетах во время механической тромбэктомии, чтобы снизить риск заражения среди медицинского персонала [41].

Ишемические инсульты являются осложнениями COVID-19 наряду с коагулопатией, эндотелиальной дисфункцией, кардиоэмболией и прямым вирусно-опосредованным повреждением нейронов в качестве возможных основных причин. Пожилые пациенты с тяжелым заболеванием подвержены более высокому риску этого осложнения, однако окклюзия крупных сосудов обычно наблюдается у более молодых пациентов. Быстрая оценка и вмешательство, необходимые для получения оптимальных результатов при лечении острейшего периода инсульта, осложняются COVID-19. Необходимо принимать меры инфекционного контроля, обеспечивая при этом адекватный уход за такими пациентами. Существует необходимость в дополнительных исследованиях, чтобы лучше понять, каким образом COVID-19 вызывает инсульт, и какая существует взаимосвязь между инсультом крупных сосудов и пациентами молодого возраста. Кроме того, следует изучить преимущества использования антикоагулянтов для профилактики и лечения инсульта у пациентов с COVID-19.

ЛИТЕРАТУРА

1. H.R. Niazkar, B. Zibae, A. Nasimi, and N. Bahri, "The neurological manifestations of COVID-19: a review article," *Neurological Sciences*, vol. 41, no. 7, pp. 1–5, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
2. V. Montalvan, J. Lee, T. Bueso, J. De Toledo, and K. Rivas, "Neurological manifestations of COVID-19 and other coronavirus infections: a systematic review," *Clinical Neurology and Neurosurgery*, vol. 194, Article ID105921, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
3. H.S. Markus and M. Brainin, "COVID-19 and stroke—a global world stroke organization perspective," *International Journal of Stroke*, vol. 15, no. 4, p. 361, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
4. F. Zhou, T. Yu, R. Du et al., "Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study," *The Lancet*, vol. 395, Article ID10229, pp. 1054–1062, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
5. G. Aggarwal, G. Lippi, and B. Michael Henry, "Cerebrovascular disease is associated with an increased disease severity in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pooled analysis of published literature," *International Journal of Stroke*, vol. 15, no. 4, p. 385, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
6. S. Yaghi, K. Ishida, J. Torres et al., "SARS2-COV-2 and stroke in a new york healthcare system," *Stroke*, vol. 20, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
7. R. Lu, X. Zhao, J. Li et al., "Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding," *The Lancet*, vol. 395, no. 10224, p. 565, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
8. N. Tang, H. Bai, X. Chen, J. Gong, D. Li, and Z. Sun, "Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy," *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, vol. 18, no. 5, p. 1094, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

9. D.C. Hess, W. Eldahshan, and E. Rutkowski, "COVID-19-related stroke," *Translational Stroke Research*, vol. 11, no. 3, p. 322, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
10. T. Iba, J.H. Levy, T.E. Warkentin, J. Thachil, T. Poll, and M. Levi, "Diagnosis and management of sepsis-induced coagulopathy and disseminated intravascular coagulation," *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, vol. 17, no. 11, p. 1989, 2019. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
11. K. Koyama, S. Madoiwa, S. Nunomiya et al., "Combination of thrombin-antithrombin complex, plasminogen activator inhibitor-1, and protein C activity for early identification of severe coagulopathy in initial phase of sepsis: a prospective observational study," *Critical Care*, vol. 18, no. 1, p. R13, 2014. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
12. F.A. Klok, M.J. H.A. Kruip, N.J.M. Van Der Meer et al., "Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19," *Thrombosis Research*, vol. 191, p. 145, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
13. I. Harzallah, A. Deblquis, and B. Drénou, "Lupus anticoagulant is frequent in patients with Covid-19," *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, vol. 18, no. 8, p. 2064, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
14. R.A. Asherson and R. Cervera, "Antiphospholipid antibodies and infections," *Annals of the Rheumatic Diseases*, vol. 62, no. 5, p. 388, 2003. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
15. J. Xu, J. Fan, F. Wu et al., "The ACE2/angiotensin-(1-7)/Mas receptor axis: pleiotropic roles in cancer," *Frontiers in Physiology*, vol. 8, p. 276, 2017. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
16. M. Padma, "Angiotensin-converting enzyme inhibitors will help in improving stroke outcome if given immediately after stroke," *Annals of Indian Academy of Neurology*, vol. 13, no. 3, p. 156, 2010. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
17. A.P. Mecca, R.W. Regenhardt, T.E. O'Connor et al., "Cerebroprotection by angiotensin-(1-7) in endothelin-1-induced ischaemic stroke," *Experimental Physiology*, vol. 96, no. 10, p. 1084, 2011. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
18. P. Mehta, D.F. McAuley, M. Brown, E. Sanchez, R.S. Tattersall, and J.J. Manson, "COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression," *The Lancet*, vol. 395, no. 10229, pp. 1033–1034, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
19. C. Huang, Y. Wang, X. Li et al., "Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China," *The Lancet*, vol. 395, no. 10223, pp. 497–506, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
20. C. Zhang, "The role of inflammatory cytokines in endothelial dysfunction," *Basic Research in Cardiology*, vol. 103, no. 5, p. 398, 2008. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
21. Q. Ruan, K. Yang, W. Wang, L. Jiang, and J. Song, "Clinical predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China," *Intensive Care Medicine*, vol. 46, no. 5, pp. 846–848, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
22. A. Akhmerov and E. Marbán, "COVID-19 and the heart," *Circulation Research*, vol. 126, no. 10, p. 1443, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
23. A.M. Baig, A. Khaleeq, U. Ali, and H. Syeda, "Evidence of the COVID-19 virus targeting the CNS: tissue distribution, host-virus interaction, and proposed neurotropic mechanisms," *ACS Chemical Neuroscience*, vol. 11, no. 7, p. 995, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
24. J. Netland, D.K. Meyerholz, S. Moore, M. Cassell, and S. Perlman, "Severe acute respiratory syndrome coronavirus infection causes neuronal death in the absence of encephalitis in mice transgenic for human ACE2," *Journal of Virology*, vol. 82, no. 15, p. 7264, 2008. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
25. E.M. Bloch, S. Shoham, A. Casadevall et al., "Deployment of convalescent plasma for the prevention and treatment of COVID-19," *Journal of Clinical Investigation*, vol. 130, no. 6, p. 2757, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
26. J.B. Cares, M.S. Cartwright, P.D. Donofrio, and J.E. Peacock, "The clinical features of 16 cases of stroke associated with administration of IVIg," *Neurology*, vol. 60, no. 11, p. 1822, 2003. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
27. T. Umapathi, A.C. Kor, N. Venketasubramanian et al., "Large artery ischaemic stroke in severe acute respiratory syndrome (SARS)," *Journal of Neurology*, vol. 251, no. 10, p. 1227, 2004. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
28. Y. Li, M. Wang, Y. Zhou et al., "Acute cerebrovascular disease following COVID-19: a single center, retrospective, observational study," *Neurology*, vol. 5, no. 3, pp. 279–284, 2020, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7371480/>. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
29. T.J. Oxley, J. Mocco, S. Majidi et al., "Large-vessel stroke as a presenting feature of covid-19 in the young," *New England Journal of Medicine*, vol. 382, no. 20, p. e60, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
30. M.G. Fara, L.K. Stein, M. Skliut, S. Morgello, J.T. Fifi, and M.S. Dhamoon, "Macrothrombosis and stroke in patients with mild Covid-19 infection," *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, vol. 18, no. 8, p. 2031, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
31. K. Gunasekaran, K. Amoah, V. Rajasurya, and M.G. Buscher, "Stroke in a young COVID-19 patient," *An International Journal of Medicine*, vol. 8, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
32. L. Mao, H. Jin, M. Wang et al., "Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China," *JAMA Neurology*, vol. 77, no. 6, Article ID e201127, p. 683, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
33. G. Chen, D. Wu, W. Guo et al., "Clinical and immunological features of severe and moderate coronavirus disease 2019," *Journal of Clinical Investigation*, vol. 130, no. 5, p. 2620, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
34. R. Beyrouti, M.E. Adams, L. Benjamin et al., "Characteristics of ischaemic stroke associated with COVID-19," *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 91, no. 8, pp. 889–891, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
35. A. Tunç, Y. Ünlübaşı, M. Alemdar, and E. Akyüz, "Coexistence of COVID-19 and acute ischemic stroke report of four cases," *Journal of Clinical Neuroscience*, vol. 77, no. 20, pp. 227–229, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
36. M. Morassi, D. Bagatto, M. Cobelli et al., "Stroke in patients with SARS-CoV-2 infection: case series," *Journal of Neurology*, vol. 267, no. 8, p. 2185, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

37. J. Zhao, A. Rudd, and R. Liu, "Challenges and potential solutions of stroke care during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak," *Stroke*, vol. 51, no. 5, p. 1356, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
38. E. Kursumovic, S. Lennane, and T.M. Cook, "Deaths in healthcare workers due to covid-19: the need for robust data and analysis," *Anaesthesia*, vol. 18, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
39. J. Zhao, H. Li, D. Kung, M. Fisher, Y. Shen, and R. Liu, "Impact of the COVID-19 epidemic on stroke care and potential solutions," *Stroke*, vol. 43, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
40. W.J. Powers, A.A. Rabinstein, T. Ackerson et al., "Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: 2019 update to the 2018 guidelines for the early management of acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association," *Stroke*, vol. 50, no. 12, pp. e440–e441, 2019. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
41. A. Pedicelli, I. Valente, F. Pilato, M. Distefano, and C. Colosimo, "Stroke priorities during COVID-19 outbreak: acting both fast and safe," *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 29, no. 8, p. 104922, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
42. A.I. Qureshi, F. Abd-Allah, F. Al-Senani et al., "Management of acute ischemic stroke in patients with COVID-19 infection: report of an international panel," *International Journal of Stroke*, vol. 15, no. 5, p. 540, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
43. M. Aggour, P. White, Z. Kulcsar, J. Fiehler, and P. Brouwer, "European Society of Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) recommendations for optimal interventional neurovascular management in the COVID-19 era," *Journal of NeuroInterventional Surgery*, vol. 12, no. 6, p. 542, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
44. AHA/ASA Stroke Council Leadership, "Temporary emergency guidance to US stroke centers during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: on behalf of the American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council Leadership," *Stroke*, vol. 51, no. 6, pp. 1910–1912, 2020. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
45. G.S. Silva and L.H. Schwamm, "Use of telemedicine and other strategies to increase the number of patients that may be treated with intravenous thrombolysis," *Current Neurology and Neuroscience Reports*, vol. 12, no. 1, pp. 10–16, 2012. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
46. P.-J. Hsu, C.-H. Chen, S.-J. Yeh, L.-K. Tsai, S.-C. Tang, and J.-S. Jeng, "High plasma D-dimer indicates unfavorable outcome of acute ischemic stroke patients receiving intravenous thrombolysis," *Cerebrovascular Diseases*, vol. 42, no. 1–2, p. 117, 2016. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)
47. T. Emiru, S.A. Chaudhry, and A.I. Qureshi, "A survey of preprocedural intubation practices for endovascular treatment of acute ischemic stroke," *Journal of Vascular and Interventional Neurology*, vol. 7, no. 3, pp. 30–33, 2014. View at: [Google Scholar](#)

© Вишнева Елена Михайловна (e.m.vishneva@mail.ru), Веснина Наталья Сергеевна (vesninans@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Екатеринбург

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ COVID-19 НА НЕВРОЛОГИЧЕСКИЙ И ПСИХИЧЕСКИЙ СТАТУС

TO THE QUESTION ABOUT THE INFLUENCE OF COVID-19 ON THE NEUROLOGICAL AND MENTAL STATUS

**L. Gumenyuk
L. Uzbekova
A. Lebedeva**

Summary. This review article presents the main mechanisms of the development of neurological disorders in COVID-19, taking into account the current pathogenetic mechanisms. Taking into account the peculiarities of the occurrence of neurological manifestations in SARS-CoV-2, the role of N-acetylaspartate in restoring the functions of the nervous system after a viral infection is of particular interest. The prevalence and variety of clinical manifestations of neurological (impairment of smell and taste, headache, leukoencephalopathy, necrotizing encephalopathy) and mental disorders (post-traumatic stress disorder, anxiety, depression) in COVID-19 are considered.

Keywords: coronavirus infection COVID-19, SARS-CoV-2, neurotropicity, pathogenesis, neurological and mental disorders, risk groups, affective disorders.

Гуменюк Леся Николаевна

*Д.м.н., профессор, Медицинская академия имени
С.И. Георгиевского (структурное подразделение ФГАОУ
ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»)
lesya_gumenyuk@mail.ru*

Узбекова Лейла Джавадовна

*Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
(структурное подразделение ФГАОУ ВО «КФУ
им. В.И. Вернадского»)
leila1998.999@mail.ru*

Лебедева Анна Михайловна

*Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
(структурное подразделение ФГАОУ ВО «КФУ
им. В.И. Вернадского»)
anna96lebedeva@yandex.ru*

Аннотация. В данной обзорной статье представлены основные механизмы развития неврологических расстройств при COVID-19 с учетом актуальных патогенетических механизмов. Учитывая особенности возникновения неврологических проявлений при SARS-CoV-2, особый интерес представляет роль N-ацетиласпартата в восстановлении функций нервной системы после перенесенной вирусной инфекции. Рассматривается распространенность и многообразие клинических проявлений неврологических (нарушение обоняния и вкуса, головная боль, лейкоэнцефалопатия, некротизирующая энцефалопатия) и психических расстройств (посттравматическое стрессовое расстройство, тревога, депрессия) при COVID-19.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция COVID-19, SARS-CoV-2, нейротропность, патогенез, неврологические и психические нарушения, группы риска, аффективные расстройства.

Введение

SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) — новый штамм коронавирусов, выявленный в конце 2019 года, индуцирующий опасное инфекционное заболевание — CoronaVirusDisease 2019 (COVID-19) [17]. Начавшись с единичного случая заболевания на рынке морепродуктов в Ухани (КНР), инфекция стремительно распространилась по миру, охватив практически все государства [53]. После глобального распространения SARS-CoV-2, ВОЗ объявила COVID-19 чрезвычайной ситуацией в области здравоохранения, имеющей международное значение [58].

Согласно данным ряда современных исследователей, пандемия COVID-19, имеющая высокий стрессогенный потенциал, помимо угрозы для физического здоровья и жизни людей, параллельно спровоцировала рост нарушений нервно-психического здоровья [32]. По мнению М.Ю. Сорокина и соавт. [4], в условиях пандемии возникли условия, при которых одновременно присутствует ряд факторов, оказывающих влияние на психическое здоровье: беспрецедентная потенциально угрожающая жизни ситуация с неопределенной продолжительностью; глобальные карантинные меры, ограничивающие личную свободу; неопределенность длительности инкубационного периода инфицирова-

ния SARS-CoV-2 и его бессимптомной передачи; уведомления о дефиците медицинских средств защиты и лекарственных препаратов; неустойчивая информационная картина с переизбытком противоречивой информации; неопределенность, сцепленная с влиянием COVID-19 на экономическую ситуацию.

Психологические реакции на опасность по большей части универсальны и это дает возможность предположить, что психоэмоциональный ответ людей в условиях пандемии COVID-19 будут аналогичны таковым в других чрезвычайных ситуациях. Вместе с тем, переживание пандемии различными социальными группами может иметь свои особенности. В связи с тем, что неврологические и психические расстройства значительно снижают самооценку, социальное функционирование и качество жизни, оказывают негативное влияние на привычный ритм жизни, обуславливая возникновение конфликтных ситуаций и формирование отрицательного статуса личности [5], в данной обзорной статье мы уделили особое внимание возможным патогенетическим механизмам, лежащим в основе связи между COVID-19 и поражением нервной системы, структуре неврологических и психических расстройств, группам риска развития (усугубления) неврологических и психических расстройств.

Патогенез повреждения нервной системы вирусом SARS-CoV-2

Вирус SARS-CoV-2 имеет прямое действие на нервную систему [60]. В научной литературе выделяют следующие причины поражения нервной системы: прямое избирательное влияние вируса на краниальные нервы и ткань мозга; экспрессия вирусом нейротоксинов; интенсификация вирусом воспалительных нейромедиаторов; миграция вируса в эндотелий церебральных сосудов и интрузия в мозговые структуры; вторичное повреждение в результате подострых/острых аутоиммунных процессов.

Внедряясь и размножаясь в эпителиальных клетках носовой полости и носоглотки, вирусы по аксонам терминальных ветвей перемещаются в нейроны II, V, VII черепно-мозговых нервов [62]. В качестве барьера на пути к оболочкам и структурным элементам головного мозга выступает местный иммунный ответ в зоне взаимодействия вируса с рецепторами ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2) и TMPRSS2. Посредством белка шипов S, вирус SARS-CoV-2 прикрепляется к клеткам, а фурин и TMPRSS2 облегчают его попаданию внутрь [1, 11, 57, 61]. При дисфункциональности местного клеточно-кумуляторного ответа, мутации G758R в белке S, трансформирующей вирусное распространение и нейровирулентность, вирусы и их токсины способны

проникать через гематоэнцефалический барьер в сосудистую сеть, оболочки и кору головного мозга, базальные ганглии и ствол мозга [25, 34] с преимущественным поражением сосудов микроциркуляторного русла, обеспечивающих кровоснабжение зрительных бугров, субкортикальных и перивентрикулярных областей белого вещества больших полушарий. В пользу преодоления вирусом ГЭБ говорят данные аутопсии, а именно, обнаружение РНК SARS-CoV-2 в ликворе и паренхиме мозга [30, 33, 45]. Продвижение вируса к «мишени» происходит ретроградно, антероградно и трансинаптически по аксону и дендритам [16, 40, 42, 51].

При недостаточной активности клеточных защитных механизмов и интерферонов на начальном этапе инфицирования наблюдается местное, а затем и системное усиление экспрессии хемокинов и провоспалительных цитокинов, что вызывает аутоантителную агрессию и обуславливает цитопатическое повреждение клеток «мишени» [26]. Возникающий «цитокиновый шторм» повышает проницаемость ГЭБ и усиливает повреждающее действие вируса [8, 12, 29, 39, 52]. Вторичное повреждение коры, белого вещества больших полушарий, мозжечка и базальных ядер обусловлено водно-электролитным дисбалансом, гипоксией, ишемией мозга, инверсией метаболических изменений, вызванных пневмонией, анемией, вариабельностью систолического артериального давления.

В качестве значимых факторов инициации демиелинизации в ЦНС и периферической нервной системе авторами выделяются следующие: генетическая предрасположенность, гибель олигодендроцитов, нервных клеток и их отростков, интенсификация микроглии, аутосенсibilизированных клонов клеточного звена иммунитета — CD4+, TM, TM7, активация TNF- α , IL-4, IL-10 [15].

Многогранность механизмов повреждения и вовлеченность различных структур обуславливает многообразие клинических проявлений — от головной боли, лейкоэнцефалопатии, энцефалита, поперечного миелита до ведущих и атипичных форм синдрома Гийена-Барре.

COVID-19 и неврологические нарушения

Нарушение обоняния, самый частый симптом, сопровождающий течение COVID-19. Это обусловлено тем, что слизистые оболочки полости носа более уязвимы, по сравнению с роговицей и конъюнктивой. Вирус COVID-19 проникает в нижнюю носовую раковину через слезно-носовый канал вместе со слезой из конъюнктивального мешка, а также в полость рта и носа при

дыхании. Первые признаки поражения обонятельного нерва, как потеря запаха, при отсутствии ринореи, могут наблюдаться при хорошем самочувствии до проявления общеинфекционных признаков COVID-19. На это указывают данные, проведенного опроса 417 выздоровевших пациентов, у 357 (85,6%) из которых наблюдалось нарушение обоняния. Причем у 88,2% из них данный симптом возникал одновременно с общеинфекционными проявлениями, а у 11,8% наблюдался на фоне отсутствия общеинфекционных симптомов COVID-19. Полная потеря обоняния наблюдалась у 79,6% из 357 человек, а у 20,4% наблюдалась лишь его снижение. После выздоровления полное восстановление обонятельной функции наблюдалось у всех респондентов со сниженным обонянием, а у тех, кто потерял запах полностью, он восстановился только у 67,8% пациентов [35]. В настоящее время потерю обоняния предлагают признать в качестве надежного биомаркера COVID-19-инфекции.

При повреждении вирусом COVID-19 хеморецепторов сосочков языка, эпителия слизистой полости рта и глотки происходит нарушение вкуса. Далее вирус по афферентным нервным окончаниям краниальных нервов проникает в кору височных долей и ствол мозга, вызывая снижение, исчезновение или искажение вкуса [2, 14]. Это подтверждают результаты опроса, по результатам которого снижение вкусовой чувствительности наблюдалось у 47,5% опрошенных, полное отсутствие вкуса у 1,4–5,6% и искажение вкуса у 21,1% респондентов с подтвержденной коронавирусной инфекцией. Данный симптом в 23,6–41,7% случаях сочетался с потерей обоняния [23, 27, 56]. Восстановление функции вкусового анализатора происходило также почти полностью у респондентов с искажением и снижением вкуса, у лиц с отсутствием вкусовой чувствительности восстановление происходило гораздо медленнее, а в 34% случаев так и не восстановился [56].

Головная боль и слабость являются первыми симптомами со стороны ЦНС, при заболевании новой коронавирусной инфекцией. Этиология цефалгии в условиях пандемии COVID-19 достаточно вариабельна. Чаще всего головная боль возникает непосредственно от системного действия вируса COVID-19 на организм человека, что может быть обусловлено приемом лекарственных средств. Также цефалгия возникает на фоне астено-депрессивного состояния в условиях самоизоляции, и как проявление тревожно-фобических расстройств, вызванных своего рода ограничением свободы. Головная боль может возникать вследствие длительного ношения масок, респираторов и других средств индивидуальной защиты против коронавирусной инфекции, вызывающих гипоксию и физический дискомфорт [3].

Головная боль, как один из симптомов коронавирусной инфекции встречается у 12% респондентов, число которых по данным метаанализа 60 публикаций составило 3,5 тысячи. У медицинских работников головная боль встречается гораздо чаще. Об этом свидетельствует исследование, проведенное в Нидерландах. По его результатам получены следующие данные: из 803 сотрудников у 90 был диагностирован COVID-19 и у 71,1% из них наблюдалась головная боль, но при этом у 41,5% также отмечалась цефалгия с отрицательным результатом на COVID-19 [54].

Механизм системного действия вируса COVID-19, вызывающего цефалгию, заключается как в прямом действии вируса на клеточные структуры организма человека, так и опосредованно, запуская патологические процессы, посредством выброса иммуновоспалительных медиаторов и цитокинов [28]. Являясь триггером раздражения периваскулярных нервных окончаний тройничного нерва инерлейкин-1b (IL-1b), NF-kb (ядерный фактор kb), PGE2 (простагландин E2) и NO повышают ноцицептивную чувствительность рецепторов к медиаторам боли (брадикинину и гистамину) [9, 22]. Одним из механизмов возникновения головной боли при коронавирусной инфекции является прямое внедрение вируса в окончания тройничного нерва, а в дальнейшем его повреждение. В результате возникают дисгевзия и аносмия, даже на ранней стадии инфекционного процесса [10, 36].

Сосудистый фактор — еще один механизм развития цефалгии при COVID-19, обусловленный вовлечением эндотелиальных клеток с высоким содержанием ACE2, активирующих тригеминоваскулярную систему.

В интенсивности головной боли важную роль играют степень выраженности воспаления и гипоксия, коррелирующие с тяжестью заболевания. На это указывают данные, полученные при исследовании пациентов с положительным диагнозом COVID-19 в Ухане. Чаще жалобы на интенсивную головную боль (17%), предъявляли пациенты с тяжелым течением заболевания, чем больные с легким течением (10%) коронавирусной инфекции [36, 43].

Оценить частоту встречаемости острого менингоэнцефалита, опираясь только на публикации, невозможно, так как случаев описано крайне мало. Острый менингоэнцефалит впервые был диагностирован у 24 летнего мужчины жителя г. Ухань с положительным диагнозом коронавирусной инфекции [41]. Через 9 дней после начала заболевания, интенсивная головная боль сменилась транзиторными билатеральными тонико-клоническими судорогами и потерей сознания. Неврологический осмотр наличие очаговой симпто-

матики не подтвердил, но зафиксировал ригидность затылочных мышц. При исследовании в спинномозговой жидкости вирус обнаружен не был. Похожий случай, представленный М. Уе с соавторами, наблюдался у 28 летнего мужчины с схожими симптомами [63]. Вирус COVID-19 в ликворе также не был обнаружен. Скорее всего, это связано с быстрой элиминацией вируса из СМЖ.

У детей с положительным диагнозом COVID-19 острый менингоэнцефалит также встречается, об этом свидетельствует случай 11-летнего ребенка, у которого ведущим симптомом была высокая утомляемость, другие симптомы отсутствовали. На ее фоне развился эпилептический статус [37]. У данного ребенка в ликворе была примесь крови, которой не наблюдалось в предыдущих случаях.

О возможности развития у больных коронавирусной инфекцией параинфекционного анти-NMDAR-энцефалита свидетельствует увеличение в ликворе интерлейкина 6 (IL6), антител к NMDA глутаматному рецептору, которые ведут к демиелинизации белого вещества головного мозга. Апоптоз, гибель олигодендроцитов, активация провоспалительных цитокинов (гамма-интерферона, IL1, IL6, IL12, трансформирующего ростового фактора бета) способствуют развитию иммуноопосредованного поражения определенных, наиболее подверженных эксайтотоксичности церебральных структур, что морфологически проявляется в виде лейкоэнцефалита [44].

Некротизирующая энцефалопатия является одной из редких осложнений коронавирусной инфекции, случаев ее описания крайне мало [16, 19, 20, 21]. Ее проявлением является размягчение мозга, выявляемое с помощью КТ и МРТ [31, 47]. Нейровизуализация показывает наличие кровоизлияний, как множественных рассеянных, так и сливных, распространенных симметрично или ограничено в белом веществе височных долей, базальных ганглиях, островке, таламусе. Данные проявления обуславливают «цитокиновый шторм», приводящий к нарушению целостности гематоэнцефалического барьера, и инвазии вируса в головной мозг с последующей демиелинизацией мозговых структур [38, 46, 47, 61]. «Цитокиновый шторм» также вызывает гемофагоцитарный лимфогистиоцитоз и имитирует острую некротическую энцефалопатию при COVID-19, полиорганной недостаточности, сепсисе, вследствие ДВС-синдрома [39].

Первый случай был описан у женщины 58 лет с положительным диагнозом COVID-19, на фоне полной симптоматики, подтверждающей коронавирусную инфекцию, отмечалось измененное психическое состо-

яние. Сознание пациентки было спутанным, она была вялой и дезориентирована в пространстве. На КТ и МРТ были обнаружены признаки, подтверждающие некротизирующую энцефалопатию, в виде мелких кровоизлияний симметрично расположенных в таламусе, медиальных отделах височных долей и субостровковых областях. При введении контрастного вещества обнаружили признаки нарушения целостности ГЭБ в виде его кольцевидного накопления. После длительных диагностических мероприятий пациентке был поставлен диагноз — некротизирующая энцефалопатия. «Паттерн зон поражения и то, как прогрессировало заболевание день за днем, похоже на то, как это происходит при воспалении головного мозга вирусной природы. Это может значить, что в редких случаях вирус способен попадать прямо в головной мозг», — сказала Элисса Фори «The New York Times» [35].

Краниальные мононевропатии при COVID-19 проявляются снижением, изменением или отсутствием запаха и вкуса, приступами непрерывного, насильственного, сухого и плохо купируемого кашля, першением в горле, болью при глотании, парестезиями, позывами на рвоту. Данные симптомы обусловлены повышенной чувствительностью ноцицепторов к медиаторам воспаления при сенсорной вирусной невропатии [1, 59]. Это связано с механизмом проникновения вируса в обонятельный, тройничный, лицевой, языкоглоточный и блуждающий нервы, через поврежденные эпителиальные клетки полости рта, носа, слизистые оболочки глаз, верхние и нижние дыхательные пути, их повреждением и нарушением иннервации соответствующих участков лица и тела человека.

COVID-19 и нарушения психического здоровья

В период пандемии в психической сфере у преимущественного числа людей, как реакция на стрессовые ситуации, возникают адаптивные эмоциональные и посттравматические стрессовые расстройства (ПТСР). Клинически ПТСР проявляется: чувством тревоги, страха, ночными кошмарами, бессонницей, постоянным чувством ожидания угрозы, раздражительностью, снижением внимания и памяти. Ко всему этому, меры ограничения свободы, вызывают чувство одиночества, разочарованности и бесперспективности, чувство социальной ограниченности, отчужденности, импульсивные решения бегства из находящихся на карантине населенных пунктов [13, 24]. Результаты выполненных исследований в Китае показали, что у 30% населения, оказавшихся изолированными, наблюдались симптомы выраженной тревоги, у 17% — выраженной депрессии и у 35% — явные признаки ПТСР. При этом авторами указывается, что чаще вышеуказанные нарушения на-

блюдались у женщин и лиц молодого возраста, обучающихся в средних и высших учебных заведениях.

В марте-апреле 2020 года в Италии проводили скрининговое исследование 18 тысяч человек, находящихся на 3–4 недельном карантине. Результаты были таковы, что симптомы ПТСР наблюдались у 37% респондентов, выраженный стресс был у 22,8% опрошенных, у 21,8% присутствовали расстройства адаптации, 20,8% респондентов испытывали чувство выраженной тревоги, 17,3% — депрессии, 7,3% — бессонницы [49].

В США пандемия COVID-19 вызвала более существенные нарушения в психической сфере. Установлено, что более 50% населения данной страны испытывали повышенное чувство тревоги и страха, при этом в 40% случаев — в тяжелой форме [2], также регистрировались случаи суицида [50]. Число выписанных рецептов на анксиолитические препараты только за 1 мес. (с 15 февраля по 15 марта 2020 г.) выросло на 34,1%, а назначение антидепрессантов и снотворных средств увеличилось на 18,6 и 14,8% соответственно [2].

Согласно данным систематического обзора [55], у 25% больных возникают такие симптомы психических нарушений, как ажитация, панические атаки, психомоторное возбуждение, спутанность сознания, оглу-

шение, сопор, кома, эпилептические приступы, требующие оказания неотложной специализированной помощи [6, 7, 18, 48].

Заключение

Таким образом, несмотря на наличие гипотез, объясняющих взаимосвязь между неврологическими/психическими расстройствами и новой коронавирусной инфекцией COVID-19, существуют единичные клинические исследования, обосновывающие указанные предположения. Несомненно, необходимы дальнейшие углубленные исследования поражения нервной и психической систем при COVID-19, что позволит дополнить имеющиеся на сегодняшний день сведения. Дальнейшее изучение взаимосвязи неврологических/психических расстройств и COVID-19 должно включать не только регистрацию эпидемиологических данных, но и изучение механизмов патогенеза указанных состояний. Более совершенное понимание патогенеза неврологических и психических расстройств, обусловленных COVID-19, будет способствовать определению новых диагностических биомаркеров, среди которых, на наш взгляд, наибольшей перспективой обладают маркеры нейрогенного воспаления ввиду их существенной роли в регуляции ответа на экзо- и эндогенные факторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баклашев В.П., Кулемзин С.В., Горчаков А.А., и др. COVID-19. Этиология, патогенез, диагностика и лечение // Клиническая практика. — 2020. — Т. 11. — № 1. — С. 7–20.
2. Мосолов С.Н. Проблемы психического здоровья в условиях пандемии COVID-19 // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2020. — Т. 120. — № 5. — С. 7–15.
3. Нестеровский Ю.Е., Заваденко Н.Н. Головная боль и другие неврологические симптомы в структуре клинической картины новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Нервные болезни, 2020, № 2. С. 60–68 DOI: 10.24411/2226–0757–2020–12181
4. Сорокин М.Ю. Касьянов Е.Д. Структура тревожных переживаний, ассоциированных с распространением COVID-19: данные онлайн-опроса // Вестник РГМУ, 2020, № 03. С. 77–85. DOI: 10.24075/vrgmu.2020.030
5. Ширяев О.Ю. Взаимосвязь семейного и личного перфекционизма студента: гендерный аспект / О.Ю. Ширяев, М.В. Ларских // Вестник ВГУ Серия: Проблемы высшего образования. — 2016. — № 2. — С. 12–15
6. Asadi-Pooya A.A., Simani L. Central nervous system manifestations of COVID-19: A systematic review // *NeuroSci.* 2020; 413: 116832. doi: 10.1016/j.jns.2020.116832.
7. Ahmad I., Rathore F.A. Neurological manifestations and complications of COVID-19: A literature review // *ClinNeurosci.* 2020; 77:8–12. doi: 10.1016/j.jocn.2020.05.017.
8. Baig A.M., Khaleeq A., Ali U., Syeda H. Evidence of the COVID-19 virus targeting the CNS: tissue distribution, host-virus interaction, and proposed neurotropic mechanisms // *ACS ChemNeurosci.* 2020; 11(7): 995–998. doi: 10.1021/acchemneuro.0c00122.
9. Bolay H., Reuter U., Dunn A.K., Huang Z., Boas D.A., Moskowitz M.A. Intrinsic brain activity triggers trigeminal meningeal afferents in a migraine model // *Nature Medicine*, 2002, № 8(2):136–42.
10. Borges do Nascimento I.J., Cacic N., Abdulazeem H.M., vonGroote T.C., Jayarajah U., Weerasekara I., Esfahani M.A., Civile V.T., Marusic A., Jeroncic A., Carvas N. Jr., Pericic T.P., Zakarija-Grkovic I., Guimarães S.M., Bragazzi N.L., Bjorklund M., Sofi-Mahmudi A., Altujjar M., Tian M., Arcani D.M.C., O'Mathúna D.P., Marcolino M.S. Novel coronavirus infection (COVID-19) in humans: a scoping review and meta-analysis // *Journal of Clinical Medicine* 2020 Mar;9(4):941.
11. Brann D.H., Tsukahara T., Weinreb C., et al. Non-neuronal expression of SARS-CoV-2 entry genes in the olfactory system suggests mechanisms underlying COVID-19-associated anosmia // *bioRxiv.* 2020;2020.03.25.009084. doi:10.1101/2020.03.25.009084.
12. Bridwell R., Long B., Gottlieb M. Neurologic Complications of COVID-19. *Am.J. Emerg. Med.*, 2020. doi: 10.1016/j.ajem.2020.05.024.

13. Brooks S.K., Webster R.K., Smith L.E., Woodland L., Wessely S., Greenberg N et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence // *Lancet*. 2020; 395(10227):912–920.
14. Butowt R., Bilinska K. SARS-CoV-2: olfaction, brain infection, and the urgent need for clinical samples allowing earlier virus detection // *ACS ChemNeurosci*. 2020;11(9):1200–1203. doi: 10.1021/acchemneuro.0c00172
15. Cappello F. COVID-19 and molecular mimicry: The Columbus' egg? // *ClinNeurosci*. 2020; 77:246. doi: 10.1016/j.jocn.2020.05.015.
16. Cardona G.C., Quintana Pájaro L.D., Quintero Marzola G.C., et al. Neurotropism of SARS-CoV 2: mechanisms and manifestations // *Neurol Sci*. 2020; 412:116824. doi: 10.1016/j.jns.2020.116824.
17. Chan J.F.-W., Yuan S., Kok K.H., To K.K.W., Chu H., Yang J., et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster // *The Lancet*. 2020; 395 (10223): 514–23. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9)
18. Colizzi M., Bortoletto R., Silvestri M., Mondin F. Medically unexplained symptoms in the times of Covid-19 pandemic: A case-report // *Brain, Behavior, and Immunity*. 2020; 5:100073. doi: 10.1016/j.bbih.2020.100073.
19. Das G., Mukherjee N., Ghosh S. Neurological insights of COVID-19 pandemic // *ACS ChemNeurosci*. 2020;11(9):1206–1209. doi: 10.1021/acchemneuro.0c00201.
20. Desforges M., Le Coupance A., Dubeau P., et al. Human Coronaviruses and other respiratory viruses: underestimated opportunistic pathogens of the central nervous system? // *Viruses*. 2019; 12(1):14. doi: 10.3390/v12010014.
21. Dixon L., Varley J., Gontsarova A., Mallon D., et al. COVID-19-related acute necrotizing encephalopathy with brain stem involvement in a patient with aplastic anemia // *NeuroImmunolNeuroinflamm*. 2020;7(5): e789. doi: 10.1212/NXI.0000000000000789.
22. Edvinsson L., Haanes K.A., Warfvinge K. Does inflammation have a role in migraine? // *NatureReviews. Neurology*, 2019 Aug; 15(8):483–90.
23. Finsterer J., Stollberger C. Causes of Hypogeusia/Hyposmia in SARS-CoV2 infected patients // *Med Virol*. 2020; 10.1002/jmv.25903. doi: 10.1002/jmv.25903.
24. Gales S., Merchant R.M., Lurie N. The mental health consequences of COVID-19 and physical distancing: the need for prevention and early intervention // *JAMA Intern Med*. 2020. [Ahead of print, published online 10 April 2020]. doi:10.1001/jamainternmed.2020.1562
25. Gandhi S., Srivastava A.K., Ray U., Tripathi P.P. Is the Collapse of the Respiratory Center in the Brain Responsible for Respiratory Breakdown in COVID-19 Patients? // *ACS ChemNeurosci*. 2020;11(10):1379–1381. doi: 10.1021/acchemneuro.0c00217.
26. Garg S., Garg M., Prabhakar N., Malhotra P., Agarwal R. Unraveling the mystery of Covid-19 Cytokine storm: From skin to organ systems // *DermatolTher*. 2020 Jun 19: e13859. doi: 10.1111/dth.13859.
27. Giacomelli A., Pezzati L., Conti F, et al. Self-reported olfactory and taste disorders in SARS-CoV-2 patients: A cross-sectional study. *Clin Infect Dis*. 2020; ciaa330. doi: 10.1093/cid/ciaa330.
28. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) // *The International Classification of Headache Disorders*. 3rd ed. Cephalalgia 2018; 38(1):1–211.
29. Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // *Lancet*. 2020; 395(10223):497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
30. Hung E.C., Chim S.S., Chan P.K., et al. Detection of SARS coronavirus RNA in the cerebrospinal fluid of a patient with severe acute respiratory syndrome // *Clin Chem*. 2003; 49(12): 2108–2109. doi: 10.1373/clinchem.2003.025437.
31. Kandemirli S.G., Dogan L., Sarikaya Z.T., et al. Brain MRI findings in patients in the intensive care unit with COVID-19 infection // *Radiology*. 2020; 201697. doi:10.1148/radiol.2020201697.
32. Lai J., Ma S., Wang Y., Cai Z., Hu J., Wei N., et al. Factors Associated With Mental Health Outcomes Among Health Care Workers Exposed to Coronavirus Disease 2019 // *JAMA Netw Open*. 2020; 3 (3): e203976. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.3976.
33. Lau K.-K., Yu W.-C., Chu C.-M., Lau S.-T., Sheng B., Yuen K.-Y. Possible central nervous system infection by SARS coronavirus // *Emerg. Infect. Dis.*, 2004;10(2):342–344. doi:10.32~<01/eid1002.030638.
34. Le Coupance A., Desforges M., Meessen-Pinard M., et al. Cleavage of aneuroinvasive human respiratory virus spike glycoprotein by proproteinconvertases modulates neurovirulence and virus spread within the central nervous system // *PLoSPathog*. 2015;11(11): e1005261. doi: 10.1371/journal.ppat.1005261.
35. Lechien J.R., Chiesa-Estomba C.M., Place S, et al.; COVID-19 Task Force of YO-IFOS. Clinical and epidemiological characteristics of 1,420 European patients with mild-to-moderate Coronavirus Disease 2019 // *InternMed*. 2020;10.1111/joim.13089. doi: 10.1111/joim.13089/
36. Mao L., Jin H., Wang M., Hu Y., Chen S., He Q., Chang J., Hong C., Zhou Y., Wang D., Miao X., Li Y., Hu B. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China // *JAMA. Neurology* 2020 Apr; 77(6):1–9.
37. McAbee G.N., Brosqol Y., Pavlakis S., et al. Encephalitis associated with COVID-19 infection in 11 year-old child // *PediatricNeurology*. 2020. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2020.04.013.
38. Mehta P., McAuley D.F., Brown M., et al. COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression // *Lancet*. 2020; 395(10229): 1033–1034. doi:10.1016/S0140-6736(20)30628-0.
39. Misra D.P., Agarwal V., Gasparyan A.Y., Zimba O. Rheumatologists' perspective on coronavirus disease 19 (COVID-19) and potential therapeutic targets // *ClinRheumatol*. 2020; 39(7): 2055–2062. doi: 10.1007/s10067-020-05073-9.
40. Mori I. Transolfactoryneuroinvasion by viruses threatens the human brain. *ActaVirol*. 2015;59(4):338–349. doi: 10.4149/av_2015_04_338.
41. Moriguchi T., Harii N., Goto J., et al. A first case of meningoencephalitis associated with SARS-Coronavirus-2 // *Int J Infect Dis*. 2020; 94:55–58. doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.062.
42. Niazkar H.R., Zibaee B., Nasimi A., Bahri N. The neurological manifestations of COVID-19: a review article // *Neurol Sci*. 2020; 1–5. doi: 10.1007/s10072-020-04486-3.

43. Obiefuna S., Donohoe C. Neuroanatomy, Nucleus Gustatory. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
44. Panariello A., Bassetti R., Radice A., et al. Anti-NMDA receptor encephalitis in a psychiatric Covid-19 patient: a case // *Brain Behav Immun.* 2020; 87:179–181. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.054.
45. Paniz-Mondolfi A., Bryce C, Grimes Z, et al. Central nervous system involvement by severe acute respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARSCoV-2). *J Med Virol.* 2020;92(7):699–702. doi: 10.1002/jmv.25915.
46. Radmanesh A., Derman A., Lui Y.W., et al. COVID-19-associated diffuse leukoencephalopathy and microhemorrhages // *Radiology.* 2020; 202040. doi: 10.1148/radiol.2020202040.
47. Radmanesh F., Rodriguez-Pla A., Pincus M.D., Burns J.D. Severe cerebral involvement in adult-onset hemophagocytic lymphohistiocytosis // *Clin Neurosci.* 2020; 76:236–237. doi: 10.1016/j.jocn.2020.04.054.
48. Rogers J.P., Chesney E., Oliver D., et al. Psychiatric and neuropsychiatric presentations associated with severe coronavirus infections: a systematic review and meta-analysis with comparison to the COVID-19 pandemic // *Lancet Psychiatry.* 2020; 7(7): 611–627. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30203-0.
49. Rossi R., Soggi V., Talevi D., Mensi S., Niuolu C., Pacitti F. et al. COVID19 pandemic and lockdown measure impact on mental health among the general population in Italy // *MedRxiv preprint.* [Ahead of print, published online 14 April 2020]. doi:10.1101/2020.04.09.20057802
50. Schwati B.J. New Poll: COVID19 Impacting mental well-being: American feeling anxious, especially for loved ones. APA News releases. [Published online 25 March 2020]. [Electronic resource]. URL: <https://www.psychiatry.org/newsroom/news-releases/new-poll-covid-19-impacting-mental-well-being-americans-feeling-anxious-especially-for-loved-ones-older-adults-are-less-anxious>
51. Singh A.K., Bhushan B., Maurya A., et al. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) and neurodegenerative disorders // *Dermatol Ther.* 2020; e13591. doi: 10.1111/dth.13591.
52. Sotoca J., Rodríguez-Álvarez Y. COVID-19-associated acute necrotizing myelitis // *Neuroimmunol Neuroinflamm.* 2020; 7(5): e803. doi: 10.1212/NXI.0000000000000803.
53. Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV). World Health Organization (WHO), 2020. Available from (assessed Feb 15, 2020): [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)).
54. Tostmann A., Bradley J., Bousema T., Teun B., Yiek W.K., Holwerda M., Bleeker-Rovers C., ten Oever J., Meijer C., Rahamat-Langendoen J., Hopman J., van der Geest-Blankert N., Wertheim H. Strong associations and moderate predictive value of early symptoms for SARS-CoV-2 test positivity among healthcare workers, the Netherlands, March 2020 // *Eurosurveillance.* 2020 Apr; 25(16):2000508.
55. Troyer E.A., Kohn J.N., Hong S. Are we facing a crashing wave of neuropsychiatric sequelae of COVID-19? Neuropsychiatric symptoms and potential immunologic mechanisms // *Brain Behav Immun.* 2020; 87:34–39. doi: 10.1016/j.bbi.2020.04.027
56. Vaira L.A., Deiana G., Fois A.G., et al. Objective evaluation of anosmia and ageusia in COVID-19 patients: Single-center experience on 72 cases // *Head Neck.* 2020; 42(6):1252–1258. doi: 10.1002/hed.26204.
57. Vavougiou G.D. Host Proteases as Determinants of Coronaviral Neurotropism and Virulence // *Brain Behav. Immun.* 2020; 92: S0889–1591(20)30464–5. doi:10.1016/j.bbi.2020.04.010.
58. «WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19». World Health Organization (WHO) (Press release), 11 March 2020. Archived from the original on 11 March 2020. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020>.
59. Wu P., Duan F., Luo C., et al. Characteristics of ocular findings of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Hubei Province, China // *JAMA Ophthalmol.* 2020; 138(5):575–578. doi: 10.1001/jama.ophthalmol.2020.1291.
60. Wu Y., Xu X., Chen Z., Duan J., Hashimoto K., Yang L et al. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses // *Brain Behav Immun.* 2020. [Published online 28 March 2020]. doi:10.1016/j.bbi.2020.03.031
61. Wu Y., Xu X., Chen Z., et al. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other Coronaviruses // *Brain Behav Immun.* 2020; 87:18–22. doi:10.1016/j.bbi.2020.03.031.
62. Xu H., Zhong L., Deng J. et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa // *Int J Oral Sci.* 2020; 12(1):8. doi:10.1038/s41368-020-0074-x
63. Ye M., Ren Y., Lv T. Encephalitis as a clinical manifestation of COVID-19 // *Brain Behav Immun.* 2020; 92: S0889–1591(20)30465–7. doi: 10.1016/j.bbi.2020.04.017.

© Гуменюк Леся Николаевна (lesya_gumenyuk@mail.ru), Узбекова Лейла Джавадовна (leila1998.999@mail.ru),

Лебедева Анна Михайловна (anna96lebedeva@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА ИШЕМИИ-РЕПЕРФУЗИИ НА РИСК НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ИСХОДА ЗАБОЛЕВАНИЯ

EFFECT OF DIFFERENT TREATMENTS FOR ISCHEMIA-REPERFUSION SYNDROME ON THE RISK OF ADVERSE OUTCOME OF THE DISEASE

**M. Zhigalova
D. Kutetov
I. Pasechnik**

Summary. Aims: to evaluate the influence of methods of treatment of the syndrome of ischemia-reperfusion (SIR) for the risk of adverse (fatal) outcome. Materials and methods: the study included 92 patients (85 men and 7 women) aged from 50 to 92 years (mean age of 68.4 ± 3.5 years) with SIR, which arose after operations for critical limb ischemia (CLI). For 1-day stay in the intensive care unit and intensive therapy in all patients there was an increase in the level of key markers SIR: creatine phosphokinase (CPK) and myoglobin. Recorded uremia, decline in urine output < 0.5 ml/kg/hour. Was diagnosed with clinical and laboratory signs of acute kidney injury (AKI). Results: it is established that on the background of conducting therapeutic plasma exchange (TPE) observed a statistically significant decrease in the concentrations of CPK and myoglobin. After the procedure hemodiafiltration (HDF) on-line recorded a statistically significant decrease in urea and creatinine, increase in the rate of diuresis. Conclusions: noted that the highest absolute risk of adverse outcome SIR in patients after surgery for CLI, was recorded in the treatment of patients with only conservative medical therapy, and the smallest in the application schema: TPE+HDF on-line.

Keywords: syndrome of ischemia-reperfusion injury, critical limb ischemia, acute kidney injury.

Жигалова Мария Сергеевна

Аспирант, ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия
Управления делами президента РФ»; ГБУЗ
«Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента
Здравоохранения города Москвы»
mari-zhi91@mail.ru

Кутепов Дмитрий Евгеньевич

Д.м.н., профессор, ФГБУ ДПО «Центральная
государственная медицинская академия
Управления делами президента РФ»; «Клиническая больница № 1»
Управления делами президента РФ (Москва)
kutepovde@gmail.com

Пасечник Игорь Николаевич

Д.м.н., профессор, заведующий кафедрой
Анестезиологии и реаниматологии ГБУ ДПО
«Центральная государственная медицинская академия
Управления делами президента РФ»
pasigor@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования: оценить влияние методов лечения синдрома ишемии-реперфузии (СИР) на риск наступления неблагоприятного (летального) исхода. Методы: в исследование было включено 92 пациента (85 мужчин и 7 женщин) в возрасте от 50 до 92 года (средний возраст — $68,4 \pm 3,5$ лет) с СИР, возникшем после операций по поводу критической ишемии нижних конечностей (КИНК). В течение 1-х суток пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии у всех больных отмечалось повышение уровня основных маркеров СИР: креатинфосфокиназы (КФК) и миоглобина. Зафиксирована гиперазотемия, снижение темпа диуреза $< 0,5$ мл/кг/час. Были диагностированы клинико-лабораторные признаки острого повреждения почек (ОПП). Результаты: установлено, что на фоне проведения плазмообмена (ПО) наблюдается статистически значимое снижение концентрации КФК и миоглобина. После проведенной процедуры гемодиализации (ГДФ) online зафиксировано статистически значимое снижение мочевины и креатинина, увеличение темпа диуреза. Заключение: отмечено, что наибольший абсолютный риск неблагоприятного исхода СИР у больных после операции по поводу КИНК, регистрировался при лечении пациентов с использованием только консервативной медикаментозной терапии, а наименьший — при применении схемы: ПО+ГДФ online.

Ключевые слова: синдром ишемии-реперфузии, критическая ишемия нижних конечностей, острое повреждение почек.

Введение

Синдром ишемии-реперфузии (СИР) представляет собой патологическое состояние, которое развивается в результате восстановления артериального кровотока в участке раннее ишемизированного органа или сегмента конечности [1,4].

Врачи отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в последние годы все чаще сталкиваются с данной проблемой у пациентов, подвергшихся реконструктивным операциям по поводу критической ишемии нижних конечностей (КИНК) [1,2,10].

В основе патогенеза СИР лежит повреждение ферментных систем биологического окисления в условиях длительной ишемии. В ходе последующего восстановления магистрального кровоснабжения происходит выраженное увеличение продукции активных форм кислорода (АФК). [4]. Вступая во взаимодействие с клеточными мембранами, АФК вызывают перекисное окисление липидов, изменение структуры белков с увеличением проницаемости, в результате чего наблюдается повреждение эндотелия и нарушение микроциркуляции [4,6].

В условиях длительной ишемии происходит массивное разрушение мышечной ткани, что приводит к высвобождению миоглобина, который выпадает в осадок в виде кислого гематина, вызывая закупорку восходящей части петель нефронов. Являясь эндогенным токсином, миоглобин, наряду с микроциркуляторными нарушениями, играет значительную роль в развитии острого канальцевого некроза, что, в свою очередь, лежит в основе развития острого повреждения почек (ОПП) [3,5].

Исходом прогрессирования СИР является развитие полиорганной недостаточности (ПОН), включающей сердечно-сосудистую, дыхательную, почечную недостаточность. Превалирующим является острое ОПП, что в свою очередь требует проведение экстракорпоральных методов лечения (ЭМЛ) [7,9].

В литературе описаны случаи применения ЭМЛ у пациентов, перенесших ишемическое повреждение почек [2]. В основе действия ЭМЛ на организм больного лежит снижение уровня интоксикации, коррекция уремических нарушений, контроль водно-электролитного и кислотно-основного обмена [3]. Несмотря на положительные результаты, сведения о применении ЭМЛ у больных с СИР по-прежнему ограничены. На сегодняшний день лечение пациентов с данной патологией в большинстве случаев ограничено проведением медикаментозной терапии (МТ) [8].

Цель исследования: оценить влияние методов лечения СИР на риск наступления неблагоприятного (летального) исхода.

Методы

В настоящей работе осуществлен анализ результатов комплексного обследования и лечения 92 хирургических пациентов с СИР (85 мужчин и 7 женщин). Возраст больных колебался от 50 до 92 лет (средний возраст — $68,4 \pm 3,5$ лет).

На момент поступления пациентов в ОРИТ тяжесть состояния по шкале APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II) составила $18,2 \pm 1,2$ балла.

Все пациенты с СИР, поступившие в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) после реконструктивных операций по поводу КИНК были разделены на три группы:

Пациентам первой (контрольной) группы ($n=32$) проводили МТ, включавшую инфузию растворов, антиагреганты, антикоагулянты.

Пациентам второй группы ($n=30$) проводили МТ в сочетании с плазмообменом (ПО) в 1-е сутки после выполнения оперативного вмешательства, с целью элиминации высокомолекулярных соединений: креатинфосфокиназы (КФК), миоглобина.

Пациентам третьей группы ($n=30$) МТ и ПО на 2-е сутки дополняли гемодиализацией (ГДФ) online.

Всем больным проводилась инфузионная терапия (ИТ). Основными задачами проведения ИТ были: восполнение объема циркулирующей крови, коррекция водно-электролитных нарушений, коррекция кислотно-основного состояния, коррекция нарушений проницаемости капилляров, коррекция гипотонии, обеспечение оптимальной гидратации, улучшение реологических свойств крови, поддержание осмолярности, коллоидно-осмотического давления. ИТ проводилась под контролем центрального венозного давления, частоты сердечных сокращений, артериального давления, темпа диуреза.

Однако, у данных больных на фоне проведения ИТ было отмечено прогрессирование клинических и лабораторных признаков СИР, что потребовало проведения ЭМЛ.

Основными показаниями для проведения ПО у больных с СИР было: повышение уровня КФК сыворотки крови в 10 и более раз от нормы, миоглобина в 2

раза и более от нормы, снижение темпа диуреза $<0,5$ мл/кг/час.

ПО проводился на аппарате Multifiltrat (Фрезениус, Германия) с использованием плазмафильтра MPS0,5 P2 dry (Фрезениус, Германия). Параметры ПО: скорость кровотока 160–180 мл/мин., скорость плазмообмена 800–900 мл/ч. Объем удаленной плазмы за один сеанс ПО составил $1800 \pm 200,7$ мл. Замещение удаляемой плазмы включало донорскую свежемороженную плазму и раствор стерофундин в соотношении 2:1. Средняя длительность процедуры — $2,5 \pm 0,2$ час. Гепаринизация составила 5 тыс. единиц. Всего проведено 60 сеансов ПО.

Больным 3-й группы дополнительно проводили ГДФ online.

ГДФ online проводилась на аппарате «Искусственная почка» Dialog+ (B. Braun, Германия), диализатор Elisio-17 (Nipro, Бельгия). Параметры ГДФ online: скорость кровотока 250–300 мл/мин., скорость субституата 2500–2800 мл/мин, скорость диализирующего раствора 300–320 мл/мин, ультрафильтрация 500–2500 мл (в зависимости от степени гипергидротации). Длительность — от 3 до 4 час. Интервал между сеансами 36–48 часов. Гепаринизация — 4–5 тыс. единиц. Всего проведено 30 сеансов.

Для динамического наблюдения за параметрами гомеостаза был использован комплекс клиничко-лабораторных показателей с определением в плазме уровня: КФК, миоглобина, креатинина, мочевины, лактата. Исследование всех биохимических показателей проводили на автоматическом анализаторе OLYMPUSAU2700 (Япония). Оценивали суточный диурез. Обследование проводили при поступлении больного в ОРИТ (исход), на 1-е, 2-е и 7-е сутки наблюдения.

Обработку данных проводили с помощью стандартных статистических программ Microsoft Excel. Величины средних значений признаков указаны в границах $M \pm$. Степень изменения признака считали достоверной при величине возможной ошибки (p) меньше 0,05 в сравнении с исходными данными.

Результаты и обсуждение

У больных 1-й группы в 1-е сутки было отмечено достоверное повышение уровня КФК, миоглобина, креатинина, мочевины, снижение темпа диуреза (табл. 1). На фоне проведения МТ на 2-е сутки наблюдения в ОРИТ статистически значимых изменений не было зафиксировано (табл. 1). Тенденция к восстановлению диуреза и снижению уровня КФК, миоглобина, мочеви-

ны и креатинина наблюдалась только к 7-м суткам: уровень КФК снизился в 2 раза ($p < 0,05$), уровень миоглобина в 1,5 раза ($p < 0,05$), уровень мочевины и креатинина снижался в 1,4 раза ($p < 0,05$), лактата — в 1,3 раза. Отмечено увеличение суточного диуреза в 2,2 раза ($p < 0,05$). Сроки пребывания больных 1-й группы в ОРИТ составило $16,6 \pm 4,3$ суток. Летальность больных, которым проводилась МТ, составила 12,5%.

У пациентов 2-й группы на 1-е сутки наблюдения было отмечено лабораторное повышение всех контролируемых показателей и снижение диуреза (табл. 1). После проведенного ПО зафиксировано снижение КФК в 2 раза ($p < 0,05$), миоглобина в 1,8 раз ($p < 0,05$), лактата в 1,8 раз ($p < 0,05$), увеличение диуреза в 2 раза ($p < 0,05$). Подобная динамика наблюдалась на протяжении всего времени пребывания в ОРИТ. Однако, уровень мочевины и креатинина оставались по-прежнему высокими. Снижение уровня данных маркеров ОПП было отмечено только на 7-е сутки лечения (табл. 1), при этом, обсуждаемые показатели превышали нормальные значения. Продолжительность пребывания в ОРИТ составила $12,2 \pm 1,6$ суток, а летальность — 6,6%.

У пациентов 3-й группы на 1-е сутки наблюдения было отмечено лабораторное повышение всех контролируемых показателей, снижение диуреза (табл. 1). После проведенного ПО ожидаемо зафиксировано снижение КФК в 1,9 раз ($p < 0,05$), миоглобина в 1,9 раз ($p < 0,05$), лактата в 2 раза ($p < 0,05$), увеличение диуреза в 2,4 раза ($p < 0,05$). Однако, уровень мочевины и креатинина превышали нормальные значения. После проведения ГДФ online на 2-е сутки наблюдения в ОРИТ отмечено статистически значимое уменьшение признаков гиперазотемии: уровень креатинина снизился в 2,5 раза ($p < 0,05$), мочевины в 1,5 раза. Отмечено возрастание темпа диуреза в 5,2 раза ($p < 0,05$). Подобная тенденция прослеживалась на всем периоде лечения в ОРИТ (табл. 1). Продолжительность госпитализации в ОРИТ составила $7,2 \pm 1,08$ суток, показатель летальности — 3,3%.

Для того, чтобы оценить риск неблагоприятного исхода (летального исхода), а также выявить специфику влияния определенных методов лечения, среди которых МТ, ПО, ПО+ГДФ online, на возможность проявления такого исхода, мы сравнили группы пациентов с СИР.

Оценка была произведена по показателям абсолютного риска (АР), который указывает на коррелят летальности пациентов и реализуемых методов лечения. Выражение доли риска летального исхода, который зависит от того или иного применяемого метода лечения, в виде доли абсолютного риска было использовано,

Таблица 1. Динамика лабораторных показателей у пациентов с СИР

1-я группа				2-я группа				3-я группа				
Показатели	исход	1сут	2сут	7сут	исход	1сут	2сут	7сут	исход	1сут	2сут	7сут
Лактат Ммоль/л	2,5 ±1,08	2,2 ±1,00	2,1 ±1,00	1,8 ±1,02*	2,6 ±1,12	1,4 ±0,4 ***	1,2 ±0,2 ***	1,1 ±0,2 ***	2,4 ±1,02	1,2 ±0,6 ***	0,9 ±0,4 ***	0,8 ±0,2 ***
КФК Ед/л	2988,4 ±169,7	2655,2 ±188,4	2001,7 ±169,2	1482,5 ±129,3*	2558,2 ±181,6	1240,5 ±115,2***	886,7 ±92,4 ***	524,3 ±41,6 ***	2824,8 ±200,4	1485,2± 124,6 ***	760,4 ±80,6 ***	412,4 ±26,8 ***
Миогло- бин Нг/мл	138,3 ±12,5	126,6 ±10,5	120,1 ±11,4	92,9 ±8,7*	140,5 ±12,8	76,2 ±6,4 ***	68,4 ±5,2 ***	59,2 ±4,6 ***	138,6 ±14,5	72,0 ±5,8 ***	65,2 ±6,8 ***	54,6 ±6,2 ***
Креатинин Мкмоль/л	344,7 ±21,8	330,2 ±20,5	300,4 ±26,2	246,2 ±18,4	350,2 ±28,4	322,0 ±26,2	282,5 ±16,3	192,2 ±14,5	330,2 ±29,0	314,6 ±28,2	128, 4±10,2***	87,6 ±7,2 ***
Мочевина Ммоль/л	12,2 ±1,35	10,6 ±1,16	9,5 ±1,11	8,9 ±0,88	11,8 ±1,04	9,6 ±1,00	8,8 ±0,6	8,0 ±0,2	12,0 ±1,2	11,8 ±1,4	8,2 ±0,6	6,5 ±0,8 ***
Диурез мл/сут	400,5 ±38,6	415,8 ±40,0	550,0 ±40,0	912,5 ±87,2*	420,7 ±50,0	900,2 ±62,5***	1500,0 ±100,5***	1900,0 ±120,5***	390,5 ±30,0	945,5 ±80,2	2050,0 ±100,5***	2500,0 ±150,5***

Примечание: КФК — креатинфосфокиназа; (* — $p < 0,05$ в исходными показателями; ***- $p < 0,05$ в сравнении с данными других групп).

Таблица 2. Абсолютный риск летального исхода при различных методах лечения пациентов с СИР

Показатели	Методы лечения		
	МТ	ПО	ПО+ГДФ on-line
	Величина абсолютного риска		
Пациенты	0,125	0,066	0,033

Примечание: МТ — медикаментозная терапия, ПО — плазмообмен, ГДФ — гемодиализация

преимущественно, для того чтобы сравнить результаты разных способов лечения.

Результаты оценки риска наступления неблагоприятного исхода позволяют говорить о том, что наибольший АР имел место при лечении пациентов с использованием только медикаментозных методов лечения, а наименьший — при применении схемы ПО+ГДФ online. АР уменьшался в ряду МТ → ПО → ПО+ГДФ онлайн (табл. 2).

Выводы

После того, как у пациентов с КИНГ фоне прогрессирования СИР был восстановлен кровоток в ишемизи-

рованной конечности, относительно часто отмечалось развитие ОПП. Стандартная медикаментозная терапия в конкретной ситуации не является эффективной и требует проведения ЭМЛ. Установлено, что наибольший АР летального исхода имел место при лечении пациентов с использованием только МТ, а наименьший — при схеме: ПО+ГДФ online.

Таким образом, применение ПО позволило снизить летальность в 1,9 раза по сравнению с МТ, а использование комбинации ПО и ГДФ online сопровождалось снижением летальности у пациентов с СИР в 3,8 раза по сравнению с больными 1-й группы и в 2 раза по сравнению с пациентами 2-й группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жигалова М.С., Кутепов Д.Е., Пасечник И.Н. Выбор оптимальной схемы лечения больных с синдромом ишемии-реперфузии, осложненным острым повреждением почек // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2020. № 1. С. 58–63.
2. Жигалова М.С., И.Н. Пасечник, Кутепов Д.Е. Эффективность применения плазмообмена у пациентов с синдромом ишемии-реперфузии нижних конечностей // Казанский медицинский журнал. № 2019. № 1. С. 130–134.
3. Кит О.И., Димитриади С.Н., Франциянц Е.М., Ушакова Н.Д. Биомаркеры в диагностике острого повреждения почек после органосохраняющего хирургического лечения локализованного рака почки // Медицинский вестник Юга России. 2018. № (3). С. 77–83.
4. Кутепов Д.Е., Жигалова М.С., Пасечник И.Н. Патогенез синдрома ишемии-реперфузии // Казанский медицинский журнал. 2018. № 99 (4). С. 640–644.
5. Смирнов А.В., Добронравов В.А., Румянцев А.Ш., Шилов Е.М., Ватазин А.В., Каюков И.Г., Кучер А.Г., Есаян А.М. Национальные рекомендации. Острое повреждение почек: основные принципы диагностики, профилактики и терапии. Часть I // Нефрология. 2016. № 20 (1). С. 79–104.
6. Bonventre Joseph V., Li Yang. Cellular pathophysiology of ischemic acute kidney injury // The Journal of clinical investigation. Am Soc Clin Investig. 2011. 3 121 (11). pp. 422.
7. Danobeitia Juan S., Djamali Arjang, Fernandez Luis A. The role of complement in the pathogenesis of renal ischemia-reperfusion injury and fibrosis // Fibrogenesis & Tissue Repair. 2014. № 7. pp. 16.
8. Gilliland C. et al. Acute limb ischemia // Tech. Vasc. Interv. Radiol. 2017. № 20 (4). pp. 274–280.
9. Nisula S., Kaukonen K-M., Vaara S.T. et al. Incidence, risk factors and 90-day mortality of patients with acute kidney injury in Finnish intensive care units: the FINNAKI study // Intensive Care Med. 2014. № 39. pp. 420–428.
10. Obara H., Matsubara K., Kitagawa Y. Acute Limb Ischemia // Ann Vasc Dis. 2018. № 11(4). pp. 443–448.

© Жигалова Мария Сергеевна (mari-zhi91@mail.ru), Кутепов Дмитрий Евгеньевич (kutepovde@gmail.com),

Пасечник Игорь Николаевич (pasigor@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московская центральная клиническая больница управления делами президента РФ (ЦКБ)

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ШИЗОТИПИЧЕСКОГО РАССТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРА

AN INTEGRATED APPROACH TO THE TREATMENT OF SCHIZOTYPAL DISORDER IN A HOSPITAL SETTING

**A. Igovskaya
A. Berezkin
V. Akhmetova
T. Tarasova**

Summary. This article provides an overview of the psychotherapeutic management of patients with schizotypal disorder using various approaches to psychotherapy in a hospital setting. The main method of treating patients is psychopharmacological, which includes a wide range of traditional drugs — neuroleptics, tranquilizers, antidepressants, normotimics. At the heart of psychotherapeutic work with a patient is a psychotherapeutic contract, which includes a clear division and acceptance of responsibility by the psychologist / psychotherapist and the patient, about the agreed distribution of rights and responsibilities between the participants in the psychotherapeutic process. Social conditions are noted as one of the factors that improve the treatment and rehabilitation process of patients. The dynamics of the state before and after treatment is shown. The effectiveness of complex (medication and psychotherapeutic) treatment of the considered category of patients was also analyzed. A course of treatment with the use of neuroleptics, tranquilizers, antidepressants, vascular drugs and a course of psychotherapy is described. The psychotherapeutic effect is shown in patients with schizotypal disorder through polymodal psychotherapy, where transactional analysis was used as a basic, integrating approach with the inclusion in the process of individual techniques from client-centered, symbolic and cognitive-behavioral psychotherapy. The author concludes that the effective optimal treatment of patients with schizotypal disorder in a hospital setting is a combination of the use of drug and psychotherapeutic methods.

Keywords: schizotypal disorder, social adaptation, psychotherapy, therapeutic cooperation (compliance), psychopathic symptomatology.

Иговская Анна Станиславовна

*К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов (РУДН)
igovskaya@gmail.com*

Березкин Александр Сергеевич

*К.м.н., Российский университет дружбы народов (РУДН)
asberezkin@yandex.ru*

Ахметова Валерия Валерьевна

*К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов (РУДН)
lera-akhmetova@yandex.ru*

Тарасова Татьяна Павловна

*К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов (РУДН)
zlova-tp@rudn.ru*

Аннотация. В настоящей статье на основе литературных данных приводится обзор психотерапевтического ведения пациентов с шизотипическим расстройством с применением различных подходов психотерапии в условиях стационара. Основной метод лечения пациентов — психофармакологический, который включает в себя широкий спектр традиционных препаратов — нейролептики, транквилизаторы, антидепрессанты, нормотимики. В основе психотерапевтической работы с пациентом лежит психотерапевтический контракт, который включает четкое разделение и принятие ответственности психологом/психотерапевтом и пациентом, о согласованном распределении прав и обязанностей между участниками психотерапевтического процесса. Отмечаются социальные условия как один из факторов, улучшающих лечебно-реабилитационный процесс пациентов. Показана динамика состояния до и после лечения. Также проанализирована эффективность комплексного (медикаментозного и психотерапевтического) лечения рассматриваемой категории больных. Описывается курс лечения с применением нейролептиков, транквилизаторов, антидепрессантов, сосудистых препаратов и курса психотерапии. Показано психотерапевтическое воздействие у больных с шизотипическим расстройством посредством полимодальной психотерапии, где в качестве базового, интегрирующего подхода использовался транзактный анализ с включением в процесс отдельных приемов из клиент-центрированной, символической и когнитивно-поведенческой психотерапии. Авторы приходят к выводу, что эффективным оптимальным лечением пациентов с шизотипическим расстройством в условиях стационара является сочетание применения медикаментозных и психотерапевтических методов.

Ключевые слова: шизотипическое расстройство, социальная адаптация, психотерапия, терапевтическое сотрудничество (комплаенс), психопатологическая симптоматика.

Психотерапевтическое ведение пациентов с расстройством шизотипического спектра с применением различных подходов психотерапии

Шизотипическое расстройство — обширный паттерн социальной и межличностной недостаточности, выражающийся в остром дискомфорте и уменьшении способности к интреперсональным взаимоотношениям, сочетающийся с когнитивно-перцептивными нарушениями и эксцентричным поведением. Склонность к декомпенсациям у таких больных сопоставима с описанной отечественными авторами вялотекущей (малопрогрессирующей, латентной) формой шизофрении [13]. В зарубежной психиатрической литературе шизотипическое расстройство характеризуется как «пограничный синдром» (borderline syndrome) и входит в круг расстройств между неврозом и психозом [19].

Диагностика и лечение шизотипического расстройства представляет собой одну из важнейших задач клинической психиатрии, которая направлена на улучшение качества жизни пациентов и повышение их социальной адаптации [5].

Нами проведен анализ состояния научных исследований в рассматриваемой области. Исследование публикаций по вопросам качества психиатрической помощи населению, в том числе пациентам с шизотипическим расстройством [5, 11, 14, 16], свидетельствует о том, что этой важной проблеме не уделяется должного внимания.

Имеющиеся разработки по рассматриваемой проблеме не могут быть полностью внедрены, поскольку они, в основном, не в полной мере адаптированы к местным структурам психиатрической помощи, не учитывают эпидемиологические и социодемографические особенности конкретного региона, его материальные и кадровые возможности [7].

Имеющиеся исследования направлены на изучение разных аспектов проблемы психотерапевтического ведения пациентов с шизотипическим расстройством в условиях стационара [5, 9, 11, 13, 17, 20]. Рассмотрим некоторые из них, представляющие наибольшую актуальность.

В литературе отмечены разработки индивидуальных программ лечения, реабилитации и адаптации пациентов с шизотипическим расстройством в стационаре [13]. По мнению авторов, они позволили минимизировать или компенсировать негативное влияние различных

факторов, обновить способность пациентов исполнять социальные роли в обществе и повысить их уровень жизни. Так, например, в ходе стационарного лечения в научно-практическом психоневрологическом центре имени З.П. Соловьева Департамента здравоохранения города Москвы [13] вместе с фармакологическим лечением основных и сопутствующих заболеваний лечебный процесс включает комплекс проверенных, показавших свою эффективность нелекарственных методик: психотерапевтические (используются разнообразные техники в аспекте когнитивно-поведенческой, психоаналитической и гуманистической моделей психотерапии), аутогенная тренировка, БОС-тренинг, музыкотерапия, релаксационная и дыхательная гимнастика, танцевально-двигательная терапия, гипербарическая оксигенация, разнообразные физиопроцедуры и иные методики [3]. Условия клиники оказывают важное опосредованное оздоравливающее воздействие, что, в свою очередь, обуславливает благоприятные условия для осуществления психотерапевтических вмешательств [12].

В большинстве исследований [7, 13] описывается в качестве основного метода лечения пациентов с рассматриваемым заболеванием психофармакологический, включающий в себя следующие виды традиционных препаратов: нейролептики, транквилизаторы, антидепрессанты, нормотимики. Анализ клинической картины не показывает нехватки симптоматики ни в структуре эмоционально-волевой сферы, ни в мышлении. Между тем, в специально проведенных экспериментальных пробах были обнаружены ошибки суждений в виде опоры на слабые признаки, присутствие своеобразно отдаленных ассоциаций. Больным были присущи: тестирование реальности, осознанность, критичность по отношению к болезненным переживаниям и мотивация к выздоровлению, что доказывает необходимость оказания им психотерапевтической помощи [13].

В литературе принцип выстраивания психотерапевтической работы с больными базируется на многофакторности влияния в зависимости от преобладания в структуре психических нарушений ведущих синдромов и личностных проявлений. Главная цель терапии — развитие конструктивных проблемно-разрешающих копинг-стратегий, управление эмоциональным дистрессом, повышение в целом успешности адаптации в тех социальных условиях, в которых находится пациент. Коррекция базируется на принципах гуманистической модели: конгруэнтность, принятие, поддержка, эмпатия [10]. Ее целью является поддержание навыков восприятия социальной поддержки, аффилиации. На первоначальном этапе работы устанавливается эмоциональный контакт, формируются доброжелательная

и непринужденная атмосфера, доверительные отношения.

Психотерапевтическая работа базируется на установлении психотерапевтического контракта (ПК), включающего четкое разделение и принятие ответственности психологом/психотерапевтом и пациентом, а также взаимное распределение прав и обязанностей между участниками психотерапевтического процесса. В течении всего психотерапевтического процесса ПК постоянно проверяется и корректируется психотерапевтом/психологом и пациентом. Кроме того, процедура заключения ПК иногда представляет собой психотерапевтическую методику первоначального этапа взаимодействия психолога/психотерапевта и пациента и имеет лечебное значение [8].

На основе терапевтического взаимодействия и крепкого доверительного контакта больным в процессе рациональной психотерапии на базе применения рационального мышления осуществляется корректировка внутренней картины заболевания, в первую очередь когнитивного элемента. Осуществляется увеличение критического отношения к болезни, разъясняется природа диагноза, сокращается ощущение фатальности и неизбежности, объясняются особенности действия назначенного психотропного лечения, образуется привязанность к осуществляемой психофармакотерапии. Также на данном этапе больной в процессе психотерапии учится понимать себя, ценить сильные черты своего характера, а также сглаживать недостатки [13].

Второй блок работы состоит из проработки психопатологических феноменов. На данном этапе используется когнитивно-поведенческая модель психотерапии, которая представляет собой краткосрочный подход, часто используемый в большинстве клинических реабилитационных программ [5]. В комплексе с назначенной психофармакотерапией она эффективна в лечении шизотипического расстройства [1, 4]. Обучая определению и исправлению собственных неадекватных когний, психотерапевт формирует условия для того, чтобы больной со временем стал сам для себя психотерапевтом [7, 15, 16, 17, 18, 20, 21].

В литературе подробно описывается применение разнообразных когнитивных техник (в частности, декатастрофизация и расширение набора навыков преодоления трудностей), с помощью которых изменяется отношение больного к заболеванию, что способствует ему лучше понять происходящее, восстанавливает ощущение контроля над собственной жизнью и усиливает ответственность за свое поведение. В процессе терапии разные сложные мысли поэтапно прорабатываются с применением разнообразных техник данного

направления психотерапии (декатастрофизация, рефрейминг, реатрибуция и др.). Также немаловажное значение уделяется работе по созданию модели здорового поведения. Она осуществляется в виде разыгрывания субъективно трудных для больного ситуаций и обучения более адаптивным реакциям [11].

В некоторых исследованиях в психотерапевтической работе внимание уделяется и родственникам больных с рассматриваемым заболеванием, которые, иногда, понимают или ввиду срабатывания механизма психологической защиты вытесняют или отрицают болезнь пациента, что отрицательно сказывается на его психоэмоциональной сфере. В процессе комплексной семейной психотерапии осуществляется корректировка дисфункциональной семейной системы, что способствует изменению межличностных отношений, ликвидации эмоциональных нарушений, сформировавшихся ввиду заболевания пациента, угнетающих одного или нескольких членов семьи.

По результатам проведенного исследования [13] по шкале Бека у 51,1% первоначально поступивших в стационар пациентов выявляются признаки высокой выраженности депрессии, 48,9% — умеренно выраженной. По итогам прохождения вышеописанного курса лечения у 40% пациентов отмечается умеренно выраженная депрессия, у 60% — незначительная степень тяжести данных проявлений.

Результаты исследования [13] по данным опросника по измерению личностной и ситуационной тревоги Спилберга демонстрируют, что выраженность данных показателей после комплексного вышеописанного лечения в стационаре снижается, что также свидетельствует об эффективности проводимого лечения: 55,5% и 44,5% выраженная и умеренно выраженная личностная тревожность до лечения; 11,1%, 57,8% и 31,1% выраженная, умеренно выраженная и низкая степень тревожности после лечения соответственно; 57,8% выраженная степень тяжести показателя ситуационной тревожности и 42,2% умеренная степень выраженности до лечения и 3%, 40%, 57% выраженная, умеренная и низко выраженная степень ситуационной тревожности после лечения.

Терапевтические особенности шизотипического расстройства в период стационарного лечения

В своем исследовании И.Н. Винникова, Н.В. Лазько и др. [2] подробно описывают анамнез, особенности протекания рассматриваемого заболевания и его лечение. Так, лечение в стационаре проводится на основании принципа этапности [6]. После начальной

общей седации (клозапин — 25 мг на ночь) на адаптационно-диагностическом этапе в период активной терапии назначался нейролептик широкого спектра действия — зуклопентиксол (10 мг/сут) в сочетании с трифлуоперазином (15 мг/сут) под «прикрытием» корректоров (тригексифенидил — 6 мг/сут) для влияния на процессуальные нарушения мышления. Для коррекции аффективных расстройств в схему лечения включался карбамазепин (600 мг/сут).

В последующем, при стабилизации состояния пациента в качестве базового препарата использовался зуклопентиксол, но уже в виде депо (200 мг- 1 мл внутримышечно 1 раз в 3 недели). Доза трифлуоперазина снижается до 7,5–10 мг/сут. [2].

К периоду подготовки к выписке (после вышеуказанного лечения) у пациентов с рассматриваемым заболеванием истероформные проявления во многом редуцировались, сгладились нарушения мышления, настроение было ровным, без суточных колебаний. При экспериментально-психологическом исследовании на заключительном этапе нарушений мышления у пациентов практически не выявлялось, они были настроены на конструктивное взаимодействие с окружающими, планы на будущее носили конкретный, реальный характер. Для возобновления трудовой деятельности пациентов корректируется терапия следующим образом: в качестве базового препарата назначается кветиапин (100 мг на ночь) в сочетании с нормотимиком ламотриджином (50 мг/сут). К концу 4-го этапа лечения в психическом состоянии пациента констатировалась терапевтическая ремиссия. [2].

Итак, вышеописанные лечебно-реабилитационные мероприятия в условиях стационара были направлены, прежде всего, на сглаживание истероформных психоподобных проявлений, стабилизацию аффективной сферы, коррекцию идеаторных нарушений, что помогло восстановить когнитивные функции и определить возможности межличностной и социальной адаптации.

Эффективность комплексного лечения больных с шизотипическим расстройством

Интерес представляют некоторые исследования, изучавшие результаты лечения больных с шизотипическим расстройством на основании проведения обследования у 40 пациентов с рассматриваемым заболеванием [9]. Проводился комплексный курс лечения с применением нейролептиков, транквилизаторов, антидепрессантов, сосудистых препаратов и курс психотерапии. Психотерапевтическое воздействие у больных с шизотипическим расстройством проводилось посред-

ством полимодальной психотерапии, где в качестве основного, интегрирующего подхода использовался транзактный анализ с включением в процесс отдельных приемов из клиент-центрированной, символической и когнитивно-поведенческой психотерапии [14].

После проведенного лечения у больных шизотипическим расстройством динамика нейропсихологических показателей продемонстрировала увеличение общей активности, темпа при выполнении проб, что свидетельствует об улучшении функционирования глубоких подкорковых структур. Снизились модально-неспецифические нарушения памяти. Существенно уменьшилась тормозимость следов памяти в условиях гетерогенной интерференции, что обусловлено улучшением функционирования медиальных отделов коры. Об этом свидетельствует также значительное уменьшение утраченных элементов при воспроизведении фигуры Рей-Тейлор. Произошло достоверное улучшение функционирования премоторных отделов. Увеличилась эффективность в интеллектуальной деятельности при решении арифметических задач, выполнении вербально-логических операций. Указанное свидетельствует об улучшении функционирования префронтальных зон [9].

Таким образом, при изначально большей сохранности правого полушария имело место улучшение работы и левого полушария в процессе терапии. В сфере оптико-пространственных представлений значительно повысилась продуктивность при воспроизведении фигуры Рей-Тейлор. Отмечалась положительная динамика в сфере зрительного гнозиса и, следовательно, затылочных отделов коры. Уменьшилась степень выраженности симптомов аритмии. Увеличилась продукция сущивительных при проведении свободного ассоциативного эксперимента, что говорит об уменьшении дисфункций со стороны височной области левого полушария. Также отмечалось улучшение функционирования нижнетеменных и верхнетеменных отделов коры левого полушария [9].

В литературе отмечается, что после проведенного лечения существенно улучшилось функционирование со стороны глубоких подкорковых структур, которые при первичном исследовании были наиболее нарушены. Значительное улучшение со стороны префронтальных отделов, теменно-затылочных и в меньшей степени левой височной области носит, вероятно, вторичный характер [9].

Анализ показателей самооценки по методике Дембо-Рубинштейн показал более или менее выраженные изменения по всем шкалам: «счастье — горе»; «оптимист — пессимист»; «надежда — отчаяние»; «волевой — безвольный»; «сильный — слабый характер»; «умный —

глупый»; «уверенный — робкий», «здоровье-болезнь», «общительный — замкнутый» [9].

Выводы

Вышеприведенное подтверждает, что описанные в настоящем обзоре модели психотерапии в сочетании с фармакологическим лечением в условиях открытого психиатрического стационара являются достаточно эффективными. В качестве преимущества можно отметить вовлечение пациентов во внутрибольничную среду, которая помогает использовать динамику взаимоотношений, формирует возможность расширить социальную сферу контактов, улучшить навык общения, находить в лице других пациентов поддержку и понимание, перенимать конструктивные паттерны поведения. В результате чего облегчается включение пациента в микросоциальное окружение, что значительно способствует стабилизации психического состояния.

По результатам проведенного обзора можно прийти к выводу, что предложенные комплексы методик являются достаточно информативными для объективной диагностики нарушений высших психических функций и эмоциональных нарушений у больных шизотипическим расстройством и могут применяться для исследования динамики состояния данной категории пациентов в ходе их лечения. Нами было обращено внимание на тот факт, что у изучаемой категории пациентов, по результатам нейропсихологического исследования, на первый план выходят нарушения со стороны глубоких подкорковых структур и медиальных отделов коры, вызванные, скорее всего, изменением эмоционального состояния пациентов. Поэтому редукция аффективных нарушений способствует улучшению общемозгового функционирования. В связи с чем, по нашему мнению, оптимальным путем совершения такой коррекции может служить комплексное применение медикаментозных и психотерапевтических методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабин С. М., Шлафер А. М. Комплаенс-терапия больных шизофренией. Практическое руководство. — М.: ИД Городец, 2020. — 160 с.
2. Винникова И. Н., Лазько Н. В., Дмитриев А. С. и др. Клинические и терапевтические особенности шизотипического расстройства в период стационарного принудительного лечения // Практика судебно-психиатрической экспертизы. — М.: Нац. мед. исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В. П. Сербского. 2018. № 56. С. 182–190.
3. Гехт А. Б., Дачевская И. И., Акжигитов Р. Г. Навстречу 100-летию ГБУЗ НПЦ Психоневрологии ДЗМ // Сб. статей «Пограничные психические расстройства: фундаментальные, клинические и социальные аспекты». — М.: Федеральный центр общественного здоровья, 2014. — С. 9–20.
4. Еричев А. Н., Моргунова А. М., Коцюбинский А. П. Когнитивно-поведенческая психотерапия больных с параноидным бредом // Российский психиатрический журнал. 2011. № 4. С. 45–50.
5. Иванец Н. Н., Ефремова Е. Н. Клиническая характеристика начальных этапов шизотипического расстройства // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2012. № 112 (4). С. 23–26.
6. Котов В. П. Принудительное лечение в психиатрическом стационаре. — М.: ИОИ, 2009. — 308 с.
7. Можны П., Шлепецки М. Когнитивно-бихевиоральная терапия психических расстройств. — М.: Институт гуманитарных исследований, 2015. — 1072 с.
8. Назыров Р. К., Ташлыков В. А., Ремесло М. Б., Сазонов В. Я., Федоряка Д. А., Холявко В. В., Ляшковская С. В., Чернов П. Д. Формирование «психотерапевтического контакта» в диаде «врач — пациент» в системе психотерапевтической помощи: методические рекомендации. — СПб.: СПб НИПНИ им. В. М. Бехтерева, 2014. — 24 с.
9. Потапова Т. Ф., Чупрова В. А. Изучение эффективности комплексного (медикаментозного и психотерапевтического) лечения больных с посттравматическим стрессовым расстройством, невротами и шизотипическим расстройством // Сб. трудов Всероссийской науч.-практ. конф. «Психологическое здоровье человека: жизненный ресурс и жизненный потенциал» (23–24 ноября 2012 года, Красноярск). — Красноярск: Версо, 2012. — С. 222–229
10. Роджерс К. Консультирование и психотерапия. Новейшие подходы в психологической практике. — М.: ИОИ, 2015. — 200 с.
11. Тетерина М. Н., Мешандин И. А. К вопросу о возможностях когнитивно-поведенческого направления психотерапии // Психическое здоровье. 2017. Т. 15. № 5 (132). С. 76–81.
12. Тетерина М. Н., Мешандин И. А. Клиент-центрированный подход к психотерапии в психоневрологической практике // Психическое здоровье. 2018. Т. 16. № 10. С. 19–23.
13. Тетерина М. Н., Мешандин И. А. Психотерапевтическое сопровождение в лечении пациентов с расстройством шизотипического спектра в условиях открытого психиатрического стационара // Психиатрия, психотерапия и клиническая психология. 2019. Т. 10. № 3. С. 502–509.
14. Тукаев Р. Д. Российская мультимодальная психотерапия. Часть 2: Теоретические перспективы // Психотерапия. 2004. № 1. С. 18–23.
15. Харитонов С. В., Семке В. Я. Оценка когнитивно-поведенческой и рациональной терапии врачами и пациентами с личностными расстройствами // Сибирский Вестник психиатрии и наркологии. 2010. № 6 (63). С. 70–73.
16. Цыганков Б. Д., Джангильдин Ю. Т., Добровольская Ю. В. Основные направления и модальности в современной психотерапии: учебное пособие. — М.: МГМСУ, 2004. — 60 с.
17. Ellis A. Humanistic psychotherapy: The rational-emotive approach. New York: McGraw-Hill. 1973. — 272 p.

18. Hofmann S. The Efficacy of Cognitive Behavioral Therapy: A Review of Meta-analyses // *Cognitive Therapy and Research*. 2012. № . 36 (5). pp. 427–440.
19. Keefe R.S., Goldberg T.E., Harvey P.D. et al. The Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia: reliability, sensitivity, and comparison with a standard neurocognitive battery // *Schizophrenia Research*. 2004. № 68. pp. 283–297
20. National Collaborating Centre for Mental Health (UK). *Depression: The Treatment and Management of Depression in Adults (Updated Edition)*. Leicester (UK): British Psychological Society, 2010. — 707 p.
21. Wenzel A., Brown G.K., Beck A.T. *Cognitive therapy for suicidal patients: Scientific and clinical applications*. Washington: American Psychological Association. 2009. — 377 p.

© Иговская Анна Станиславовна (igovskaya@gmail.com), Березкин Александр Сергеевич (asberezkin@yandex.ru),
Ахметова Валерия Валерьевна (lera-ahmetova@yandex.ru), Тарасова Татьяна Павловна (zlova-tp@rudn.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ БОЛЬШОЙ ПОДКОЖНОЙ ВЕНЫ В РАЗВИТИИ НАЧАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ДОСТУПЕ НА ВНУТРЕННЮЮ ЛОДЫЖКУ

PREVENTION OF INJURY OF THE LARGE SUBCUTANEOUS VEIN IN THE DEVELOPMENT OF INITIAL SIGNS OF VENOUS INSUFFICIENCY WITH OPERATIONAL ACCESS TO THE INNER ANKLE

**E. Kukushkin
V. Midlenko
O. Midlenko**

Purpose of the study. To evaluate the effectiveness of the proposed method with operative access to the inner ankle in order to prevent damage to the great saphenous vein in the development of the initial signs of venous insufficiency.

Materials and Methods. We observed 198 patients with closed ankle fractures who were operated on at the Zakharyin Clinical Hospital No. 6 in the city of Penza from 2016 to 2018. The patients were divided into 2 groups: 1 group of 95 patients with iatrogenic injury of the great saphenous vein; 2 group of 103 patients without iatrogenic damage to the great saphenous vein, where the author's technique was used.

In all the patients we observed in the postoperative period, the development of the initial signs of venous insufficiency was assessed.

Results of the study. In patients operated on for fractures of the ankles, in the case of iatrogenic damage to the great saphenous vein in the postoperative period, initial signs of venous insufficiency develop, which was confirmed clinically and by data from instrumental studies. When using the author's technique, the great saphenous vein was not damaged, as a result of which venous insufficiency did not develop.

Findings:

1. Iatrogenic injury of the great saphenous vein during surgery for ankle fractures leads to the development of the initial signs of venous insufficiency in the postoperative period.
2. The use of the author's technique in 100% of cases prevents damage to the great saphenous vein during operative access to the inner ankle, as a result of which the initial signs of venous insufficiency do not develop.

Keywords: venous insufficiency, saphenous vein, ankle fracture.

Кукушкин Евгений Петрович

Аспирант, Ульяновский Государственный Университет; Врач травматолог-ортопед, врач ультразвуковой диагностики, ГБУЗ КБ № 6 имени Г.А. Захарьина, г. Пенза
ker131289@gmail.com

Мидленко Владимир Ильич

Директор, Институт медицины, экологии и физической культуры; д.м.н., профессор, Ульяновский государственный университет

Мидленко Олег Владимирович

Директор, Инзенский филиал Ульяновского государственного университета, г. Инза; профессор, Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск

Цель исследования. Оценить эффективность предложенного способа при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку с целью предупреждения повреждения большой подкожной вены (БПВ) в развитии начальных признаков венозной недостаточности.

Материалы и методы. Наблюдали 198 пациентов с закрытыми переломами лодыжек, которые были прооперированы в клинической больнице № 6 им. Г.А. Захарьина города Пенза с 2016 по 2018 гг. Пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа 95 пациентов с ятрогенным повреждением большой подкожной вены; 2 группа 103 пациента без ятрогенного повреждения большой подкожной вены, где применялась авторская методика.

У всех наблюдавшихся нами пациентов в послеоперационном периоде оценивалось развитие начальных признаков венозной недостаточности.

Результаты исследования. У пациентов, оперированных по поводу переломов лодыжек, в случае ятрогенного повреждения большой подкожной вены в послеоперационном периоде развиваются начальные признаки венозной недостаточности, что подтверждалось клинически и данными инструментальных исследований. При использовании авторской методики большая подкожная вена не повреждалась, вследствие чего венозная недостаточность не развивалась.

Выводы:

1. Ятрогенное повреждение большой подкожной вены при операции по поводу переломов лодыжек приводит к развитию начальных признаков венозной недостаточности в послеоперационном периоде.



Введение

Большинство травматологических операций при переломах лодыжек в силу анатомических особенностей оперативного доступа на внутреннюю лодыжку, создают условия для ятрогенного повреждения большой подкожной вены. [1]. В настоящее время практикующие травматологи практически не придают этому значения и при повреждении БПВ ограничиваются гемостазом, путём ее перевязки. [2]. Это неизбежно приводит к нарушению оттока крови и развитию начальных признаков венозной недостаточности нижней конечности. [3]. Поэтому, представляется целесообразным уделять внимание профилактике ятрогенных повреждений большой подкожной вены при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку. [4].

Актуальность проблемы

Существует большое количество методик обследования вен нижних конечностей. [5]. Во всех методиках ультразвукового исследования вен нижних конечностей идет акцент на проходимость вен, состоятельность клапанного аппарата, наличие в просвете вен образований. [6]. Но никто не оценивает вены со стороны врача-травматолога, которому необходимо выполнить операцию. Не повредив столь важный сосуд как большая подкожная вена.

Цель исследования

Оценить эффективность предложенного способа при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку с целью предупреждения повреждения большой подкожной вены в развитии начальных признаков венозной недостаточности.

Материалы и методы

Наблюдали 198 пациентов в возрасте от 30 до 80 лет (55 ± 25 лет) с закрытыми переломами лодыжек, которые были прооперированы в клинической больнице № 6 им. Г.А. Захарьина города Пенза с 2016 по 2018 гг. Пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа 95 пациентов с ятрогенным повреждением большой под-

2. Использование авторской методики в 100% случаев предотвращает повреждение большой подкожной вены при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку, вследствие чего начальные признаки венозной недостаточности не развиваются.

Ключевые слова: венозная недостаточность, большая подкожная вена, перелом лодыжек.

кожной вены; 2 группа 103 пациента без ятрогенного повреждения большой подкожной вены, где применялась авторская методика.

Соотношение мужчин и женщин было примерно одинаковым: 55% и 45% соответственно.

У всех наблюдавшихся нами пациентов в послеоперационном периоде оценивалось развитие начальных признаков венозной недостаточности. [7].

Критериями исключения из исследования были наличие открытых переломов со стороны внутренней лодыжки, имеющиеся изначально признаки венозной недостаточности или посттравматические тромбозы вен нижних конечностей. Всем пациентам в предоперационном периоде выполнялось ультразвуковое исследование сосудов нижних. Все пациенты получали комплекс мероприятий согласно протоколу профилактики тромбообразования. [8].

В первой группе сравнения были 95 пациентов, у которых произошло интраоперационное повреждение большой подкожной вены.

Вторую группу сравнения составили 103 пациента, у которых во время операции не было повреждения большой подкожной вены, благодаря использованию авторской методики.

У всех наблюдавшихся нами пациентов в послеоперационном периоде оценивались наличие и динамика клинических признаков венозной недостаточности. [9]. Всем пациентам проводились стандартные лабораторные исследования, в том числе исследование свертывающей системы крови. Продолжались профилактические мероприятия по предотвращению образования тромбов. С целью объективизации данных пациентам проводилось ультразвуковое исследование венозной системы нижних конечностей с помощью аппарата Medison SonoAce x8.

Оперативное лечение проводилось под спинальной анестезией. Операция выполнялась в объёме восстановления анатомического соотношения костных структур с фиксацией металлоконструкциями. Опера-



Рис. 1. Оперативный доступ на внутреннюю лодыжку по предложенной авторской методике. Большая подкожная вена не повреждена



Рис. 2. Обозначение хода большой подкожной вены 1% спиртовым раствором бриллиантового зеленого

ция начиналась с доступа на внутреннюю лодыжку, где и использовалась авторская методика (Рис. 1).

Методика направлена на предупреждение повреждения большой подкожной вены в развитии начальных признаков венозной недостаточности при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку.

Поставленная задача осуществляется с помощью «Способа предупреждения повреждения большой подкожной вены при травматологических операциях на нижней трети голени». Патент на изобретение № 2717602 от 24.03.2020 г.

Суть способа заключается в следующем: визуализации хода большой подкожной вены в области внутренней лодыжки, т.е. спереди от нее во время предоперационной подготовки или непосредственно на операционном столе при помощи переносного ультразвукового аппарата с наличием эффекта Допплера, и нанесением на кожу метки хода большой подкожной вены непосредственно под ультразвуковым датчиком. (Рис. 2).

Этим способом делается акцент на расположение большой подкожной вены и возможность предупредить ее повреждение при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку.

В послеоперационном периоде, во время нахождения пациентов в стационаре при ежедневных осмотрах оценивались начальные признаки развития венозной недостаточности, выполнялось ультразвуковое исследование. [10].

Результаты исследования

Все пациенты независимо от распределенной группы соблюдали следующие рекомендации, которые контролировались лечащим врачом: возвышенное положение оперированной конечности в течение 5 дней после операции, ходьба при помощи костылей без нагрузки на оперированную конечность, эластичное бин-

тование ног, ежедневные перевязки, антикоагулянтная терапия, обезболивающие препараты. Иммобилизация (гипсовая логента) после операции не накладывалась.

В первой группе сравнения к 10–12 дню после операции отмечались начальные признаки венозной недостаточности. Предъявлялись жалобы на быструю утомляемость оперированной конечности, ночные судороги в ней, отек стопы с переходом на голень, также пациенты отмечали боли в области операции. При ультразвуковом исследовании сосудов нижних конечностей: как поверхностных, так и глубоких вен, у пациентов в послеоперационном периоде (на 1-й день после операции, на 3-й день и на 10–12 дни) отмечалось отсутствие каких-либо достоверно подтвержденных изменений в глубоких венах, хотя изменения в поверхностных венах были уже заметны. Во всех случаях отмечалось повреждение целостности стенки БПВ в области внутренней лодыжки.

Анализ данных пациентов второй группы сравнения показал, что статистически достоверных отличий с предыдущей группой в части болевого синдрома не было. С другой стороны признаков венозной недостаточности отмечено не было. На ультразвуковом исследовании в 100% случаев отмечалась целостность БПВ в месте хирургического доступа с сохранением полной функциональности вены.

Выводы

1. Ятрогенное повреждение большой подкожной вены при операции по поводу переломов лодыжек приводит к развитию начальных признаков венозной недостаточности в послеоперационном периоде.
2. Использование авторской методики в 100% случаев предотвращает повреждение большой подкожной вены при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку, вследствие чего начальные признаки венозной недостаточности не развиваются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Князев М.Д. Ятрогенные повреждения магистральных кровеносных сосудов. // Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова — 1985. — № 12. С. 85–87.
2. Миначенко В.К. Ятрогенные повреждения магистральных сосудов // Советская медицина. — 1986. — № 10. — С. 102–105.
3. Сапелкин С.В., Кузнецов М.Р. Основные позиции по антикоагулянтной и антиагрегантной терапии у пациентов с патологией сосудов на современном этапе. // Ангиология и сосудистая хирургия — 2020. — № 3. С. 16–28.
4. Травма 2017: мультидисциплинарный подход [Текст]: сборник тезисов Международной конференции (г. Москва, 3–4 ноября 2017 года) / редкол.: А.В. Скороглядов [и др.]. — Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2017. — 174 с.
5. Методика дуплексного сканирования вен нижних конечностей // Учебное пособие // Е.В. Осипова, Л.В. Мельникова, А.В. Крылова // 2010. — 30 с.
6. Зубарев А.Р., Неменова Н.А. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата у взрослых и детей: Пособие для врачей, — М.: Издательский дом Видар-М, 2006. — 136 с.

7. Ветшев П.С., Крылов Н.Н., Шпаченко Ф.А. Изучение качества жизни пациентов после хирургического лечения // Хирургия. — 2000. — № 1. С. 64–67.
8. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Камаев А.А., Мжаванадзе Н.Д. Длительность флеботропной терапии у пациентов с хроническими заболеваниями вен. // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2020. — № 3. С 60–69.
9. Lurie F. Venous haemodynamics: what we know and don't know. // Phlebology 2009;24:3–7
10. Шарипов М.А. Профилактика и лечение ятрогенных повреждений сосудов. — Душанбе. — 2010. — С. 10–12.

© Кукушкин Евгений Петрович (ker131289@gmail.com),
Мидленко Владимир Ильич, Мидленко Олег Владимирович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ульяновский государственный университет

КЛИНИЧЕСКАЯ И ЛАБОРАТОРНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛЬНЫХ ХГ С

CLINICAL AND LABORATORY- INSTRUMENTAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH CHRONIC HEPATITIS C

**S. Mammaev
A. Muskhadzhiyev
O. Komissarova**

Summary. The article presents the features of the clinical manifestations of chronic hepatitis C in patients at the time of inclusion in the study, the main biochemical parameters of the blood of patients with chronic hepatitis C, as well as the main indicators of the laboratory study of patients of the main group and the comparison group.

Keywords: hepatitis, research, asthenic syndrome, cytolytic enzyme fibroelastoma, enzyme-linked immunosorbent assay.

Маммаев Сулейман Нурагитович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
dgma@list.ru

Мусхаджиев Алимхан Абухаджиевич

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
muskhadzhiyev76@list.ru

Комиссарова Ольга Николаевна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
dgma_mo@mail.ru

Аннотация. С статье представлены особенности клинических проявлений ХГ С у больных на момент включения в исследование, основные биохимические показатели крови больных ХГ С, а также представлены основные показатели лабораторного исследования больных основной группы и группы сравнения.

Ключевые слова: гепатит, исследование, астенический синдром, цитолитический фермент, фиброэластометрия, иммуноферментный анализ.

ХГ С был диагностирован у 150 больных. Возраст больных варьировал от 19 до 59 лет (средний возраст $36,7 \pm 9,2$), из них 104 (69,3%) ($37,2 \pm 9,1$ лет) мужчины и 46 (30,7%) ($35,8 \pm 10,6$ лет) женщин. Исследование проводилось на базе медицинского центра «Гепар» г. Махачкала.

Различие по возрасту между мужчинами и женщинами недостоверное ($p=0,48$).

У 108 (72%) пациентов продолжительность заболевания (по данным анамнеза) составила до 10 лет, у 42 (28%) более 10 лет (*рис. 1*).

Пациенты жаловались на вялость, слабость, быструю утомляемость, снижение трудоспособности, неинтенсивные ноющие боли в правом подреберье, не связанные с приемом пищи; периодически — желтушное окрашивание склер.

Астенический синдром, который проявлялся повышенной утомляемостью, ослаблением способности к продолжительному физическому и умственному напряжению, раздражимостью, повышенной возбудимостью, понижением настроения, слезливостью, непереносимостью яркого света, громких звуков и резких

запахов различной степени выраженности, выявлен у 96 (64,0%) больных. В соответствии с оценкой функционального статуса астения в 0 баллов оценена у 127 (84,7%) больных, в 1 балл у 23 (15,3%).

Болевой синдром наблюдался у 68 (45,3%) пациентов ХГ С, из них слабо выраженной степени у 52 (34,7%), умеренно выраженный у 16 (10,6%) больных.

Стойкое повышение температуры тела до субфебрильных цифр наблюдалось у 58 (38,7%) больных.

Симптомы, выявленные при физикальном обследовании, включали: желтуху различной степени выраженности, увеличение размеров печени и селезенки, болезненность печени при пальпации.

Субиктеричность склер наблюдалась у 34 (22,7%) больных, желтушное окрашивание склер и кожи у 14 (9,3%).

Увеличение печени на 1–2 см отмечалось у 92 (61,3%) больных, на 3–4 см — у 23 (15,3%).

У 35 (23,3%) больных ХГ С выявлено увеличение длинника селезенки на 1–2 см.

Таблица 1. Основные показатели биохимического анализа крови у больных ХГ С (n=150)

Показатель	Больные ХГ С, (n=150) M±m	Норма
Общий белок, г/л	72,1±1,4	60–85
Альбумин, г/л	41,5±1,2	35–50
Общий билирубин, мкмоль/л	23,7±3,1	3,4–22,2
Прямой билирубин, мкмоль/л	9,1±1,5	0–5,4
ПИ, %	89,6±2,1	85–105
АсАТ, МЕ	70,4±38,9	до 30
АлАТ, МЕ	76,3±36,8	до 30
ЩФ, ед./л	149,2±16,1	до 180
ГГТ, МЕ	47,3±5,5	до 61

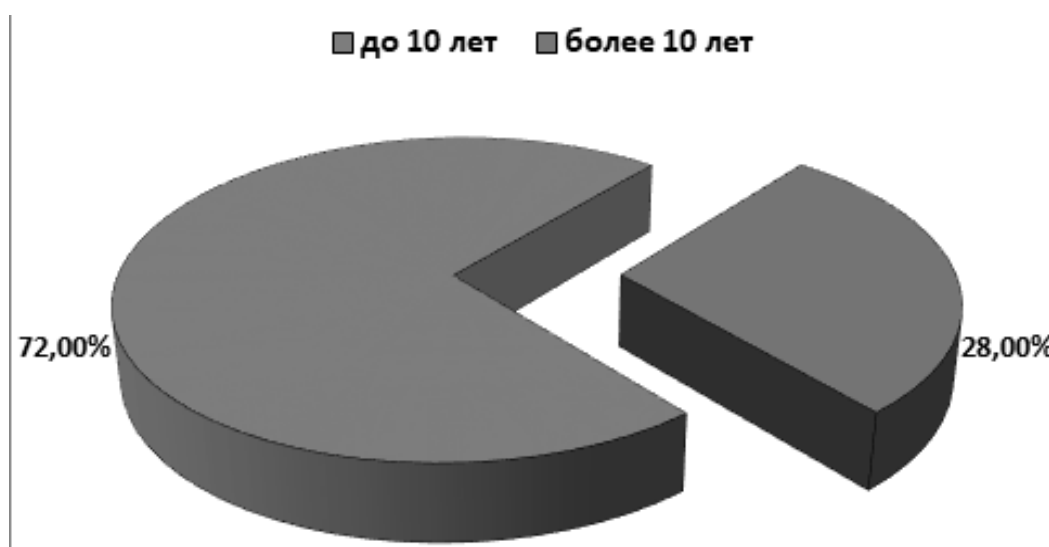


Рис. 1. Распределение больных ХГ С в зависимости от длительности заболевания (n=150).

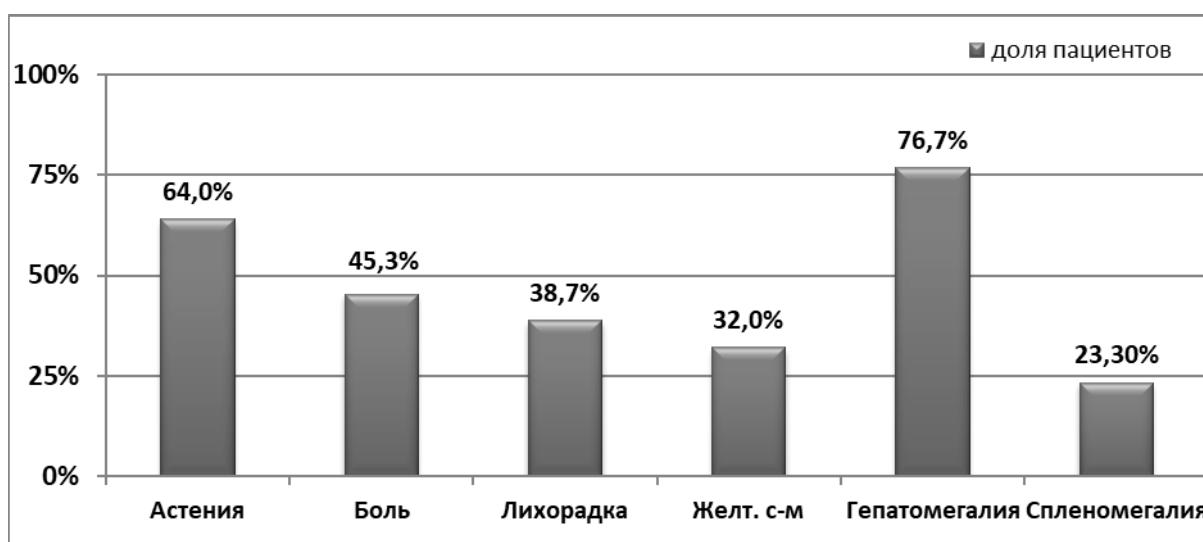


Рис. 2. Клинические проявления больных ХГ С.

Таблица 2. Маркеры ВГ С у обследованных больных

Группа	Anti HCV+	HCV RNA	Генотип 1	Генотип 2	Генотип 3	>800000 МЕ/мл	<800000 МЕ/мл
ХГ С	100%	100%	65,3%	10,0%	24,7%	41,3%	58,7%

Таблица 3. Лабораторные показатели у больных ХГ С основной группы (n=150) и группы сравнения (n=45)

Показатели	Группа основная (n=150)	Группа сравнения (n=45)	p
Общий белок, г/л	72,1±1,4	72,8±2,1	>0,05
Альбумин, г/л	41,5±1,2	43,8±1,4	>0,05
Общий билирубин, мкмоль/л	23,7±3,1	21,6±1,9	>0,05
Прямой билирубин, мкмоль/л	9,1±1,5	10,7±1,4	>0,05
ПИ, %	89,6±2,1	90,2±3,2	>0,05
АСТ, МЕ	70,4±38,9	64,6±34,5	>0,05
АЛТ, МЕ	76,3±36,8	72,8±42,8	>0,05
ЩФ, Ед/л	149,2±16,1	139,1±14,2	>0,05
ГГТ, МЕ	47,3±5,5	43,8± 5,7	>0,05

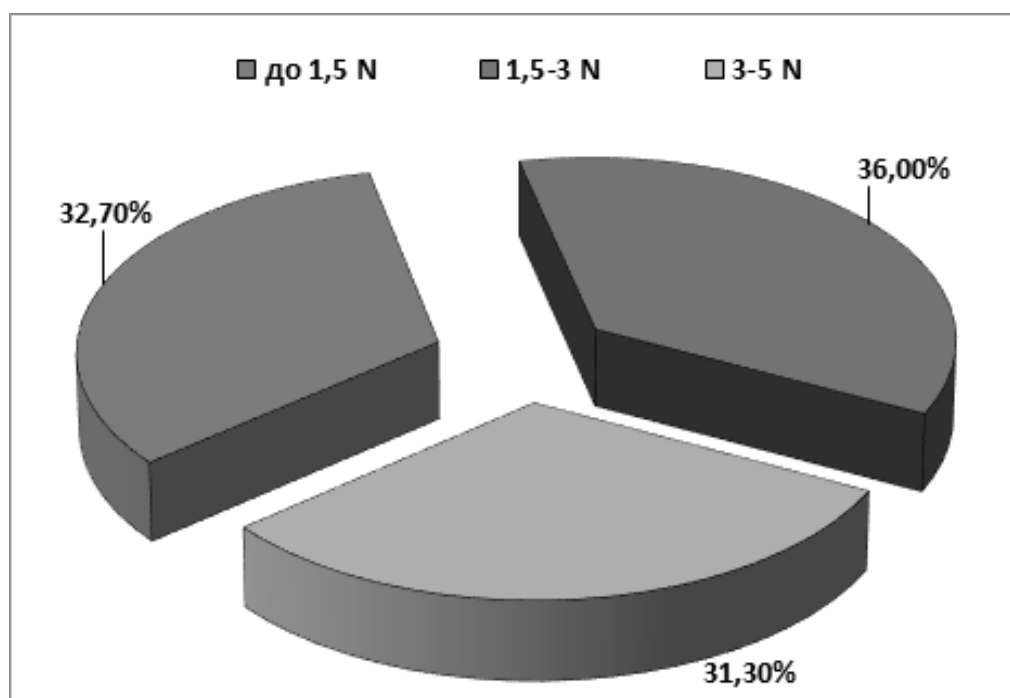


Рис. 3. Распределение больных ХГ С в зависимости от уровня цитолитических ферментов.

Особенности клинических проявлений ХГ С у больных на момент включения в исследование представлены на *рисунке 2*.

В *таблице 1* представлены основные биохимические показатели крови больных ХГ С.

Как видно из таблицы 1, только содержание АлАТ, АсАТ и общего билирубина у исследованных больных было повышено по сравнению с нормальными показателями.

При сравнительном изучении цитолитических ферментов было установлено, что активность трансаминаз была нормальной (повышение до 1,5 раз) у 49 (32,7%) больных, незначительно (1,5–3 норм) повышенной у 54 (36,0%) и умеренной (3–5 норм) у 47 (31,3%) пациентов (*рис. 3*).

В исследование включались только больные, у которых в крови выявлялись anti-HCV Ig G. У всех 150 (100%) больных при первичном обследовании в сыворотке крови обнаружен HCV RNA (признак репликации HCV). У всех больных определяли генотип ВГ С методом полимеразно-цепной реакции (ПЦР). При этом установлено, что 1-й генотип встречался у 98 (65,3%) пациентов, 2-й у 15 (10,0%) и 3-й генотип — у 37 (24,7%).

У 80 больных, которым была назначена терапия противовирусными препаратами, определяли вирусную нагрузку (ВН). Оказалось, что высокая вирусная нагрузка — более 800.000 МЕ/мл. наблюдалась у 33 (41,3%)

пациентов, а у 47 (58,7%) низкая вирусная нагрузка — менее 800.000 МЕ/мл. (*таблица 2*).

По данным иммуноферментного анализа, маркеры HBV-инфекции (HBs-Ag, HBs-Ab, HBe-Ag, HBe-Ab, HBcor-Ab) у обследованных пациентов отсутствовали.

Из общего числа больных были сформированы 2 группы: лечения и сравнения, которые были рандомизированы по возрасту, полу, клинико-биохимическим показателям и результатам проведенной фиброэластометрии.

В *таблице 3* представлены основные показатели лабораторного исследования больных основной группы и группы сравнения.

Характеристика контрольной группы

Контрольную группу составили 35 здоровых добровольцев в возрасте от 19 до 46 лет (средний возраст $32,5 \pm 10,6$ лет), из них 23 (65,7%) мужчины и 12 (34,3%) женщин.

Различия по полу ($p=0,26$) и возрасту ($p=0,24$) с больными ХГ С были недостоверны.

В контрольную группу не включались лица, имеющие клинические признаки острых или хронических заболеваний любой природы. Всем лицам, включенным в контрольную группу, проводились общий и биохимические анализы крови, исследование маркеров HBV, HCV-инфекции иммуноферментным методом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдурахманов Д.Т. Латентная HBV-инфекция в патогенезе хронических заболеваний печени // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2002. № 6.
2. Глушенков Д.В., Павлов Ч.С., Золотаревский В.Б., Маевская М.В., Ивашкин В.Т. Эластометрия у больных ХГ С на ранних стадиях фиброза печени // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2007. Т. XVII, № 5.
3. Ивашкин В.Т., Воликовский Л.Я., Тесаева Е.В. Первый российский опыт неинвазивной диагностики фиброза печени с помощью аппарата «ФиброСкан» // Российский журнал гастроэнтерологии и гепатологии. 2006. № 6.
4. Маевская, М.В. Лечение больных хроническим гепатитом С с исходно нормальным уровнем активности аланинаминотрансферазы // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2005. Т. XV, № 2.
5. Некрасова Т.П. Морфологическое исследование в оценке степени фиброза печени при хронических вирусных гепатитах // Гепатологический форум. 2007. № 2.

© Маммаев Сулейман Нураттинович (dgma@list.ru),

Мусхаджиев Алимхан Абухаджиевич (muskhadzhiyev76@list.ru), Комиссарова Ольга Николаевна (dgma_mo@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕРНИОПЛАСТИКА БИОКАРБОНОВЫМ ИМПЛАНТАТОМ ПРИ БОЛЬШИХ ДИАФРАГМАЛЬНЫХ ГРЫЖАХ

HERNIOPLASTY WITH BIOCARBONIC IMPLANT FOR LARGE DIAPHRAGMAL HERNIA

I. Rosenfeld

Summary. In this research work, the results of a two-layer laparoscopic hernioplasty for large hiatal hernias using a medical biocarbon implant were described. The long-term results of a randomized study on surgical treatment of large diaphragmatic hernias with a defect area of 10–20 cm² were analyzed. From 2014 to 2020, 92 patients were operated on. During the operations, the patients were divided into 2 research groups: 46 patients underwent laparoscopic plasty of diaphragmatic hernias by posterior cruroraphy (group I), other 46 patients underwent plasty with an Ultrapro biocarbon implant (Ethicon) according to the developed method (group II).

Keywords: diaphragmatic hernia, hernioplasty, biocarbon implant, cruroraphy, operation technique.

Розенфельд Игорь Игоревич

*К.м.н., врач-хирург, ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» МЗ РФ
iiggo@mail.ru*

Аннотация. В данной исследовательской работе были последовательно описаны результаты проведения двухслойной лапароскопической герниопластики при больших грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с применением имплантата из медицинского биокарбона. Проанализированы отдалённые результаты рандомизированного исследования по оперативному лечению больших диафрагмальных грыж с площадью дефекта в 10–20 см². С 2014 по 2020 год было прооперировано 92 пациента. В ходе операций больные были разделены на 2 исследовательские группы: 46 пациентам применялась лапароскопическая пластика диафрагмальных грыж методом задней круорографии (I группа), другим 46 больным — пластика биокарбонным имплантатом «Ultrapro» («Ethicon») по разработанной методике (II группа).

Ключевые слова: диафрагмальные грыжи, герниопластика, биокарбонный имплантат, круорография, техника операции.

Введение

Настоящая работа представляет собой часть рандомизированного исследования, которое было проведено с 2014 по 2020 год в рамках изучения оптимальной хирургической методики оперирования больших диафрагмальных грыж [1–3].

Целью настоящего исследования является рассмотрение анализа результатов оперирования больших грыж методом круорографии в сравнении с применением конструкции из медицинского биокарбона.

Материалы и методы исследования. Была применена исследовательская гипотеза, что при больших диафрагмальных грыжах с площадью дефекта 10–20 см² (I, II и III) типов способ двухслойной пластики с использованием биокарбонного имплантата является более эффективным в плане профилактики анатомических рецидивов по сравнению с задней круорографией, и сравнимой с ней по безопасности в плане частоты осложнений со стороны пищевода.

Дизайн исследовательской работы соответствовал международным требованиям, а именно, клиническим рекомендациям «EAES» — «The European association

for endoscopic surgery» («Европейская ассоциация эндоскопической хирургии») и «CONSORT — 2010» — «Consolidated standards of reporting trials» («Консолидированные стандарты отчётных испытаний»).

Проведённое исследование было с применением параллельных групп: по ходу отбора больных относили к одной из групп. В работе использовалось двойное ослепление: ни больной, ни врач, проводивший обработку данных, не обладал информацией, каким именно способом осуществлялась герниопластика диафрагмального грыжевого дефекта.

Метод двойного ослепления был сделан путём присвоения каждому хирургическому больному случайного номера в ходе рандомизации, после этого обработка данных отдалённых результатов проводилась с учётом одной электронной таблицы и под обязательными случайными номерами. Далее после завершения исследования отдалённых результатов все данные разделялись на 2 группы и анализировались. После чего исследователь сопоставлял со случайными номерами персональные данные больных. Метод ослепления для больных обсуждался в добровольном информированном согласии, которое соответствовало международным требованиям, а также было одобрено этическим комитетом.

В конце завершения исследования, пациентам было сообщено, каким именно методом им была выполнена герниопластика диафрагмального грыжевого дефекта.

Рандомизированное исследование было проведено следующим образом. С использованием генератора случайных неповторяющихся чисел создавалась таблица с цифрами от 1 до 100 по исходному количеству больных. Было сделано 100 одинаковых закрытых конвертов, в 50 — задняя крурорафия, а в остальных 50 — герниопластика двухслойным биокарбоновым имплантатом. Все конверты перетасовывались. Если в процессе отбора по предоперационным критериям больной исключался из научного исследования, то один из конвертов изымался и не использовался, а один из номеров, таким образом, в таблице случайных чисел вычёркивался. Для того, чтобы было осуществлено равномерное изъятия конвертов с целью предоставления одинаковых шансов для больных, также изымался конверт согласно противоположной методике. При выполнении оперативного вмешательства проводился заключительный отбор по интраоперационным критериям, например, по площади грыжевого диафрагмального дефекта. Если больной включался в исследование, то открывался любой из конвертов, далее объявлялась и выполнялась соответствующая операция. Таким образом, исследователь до последнего момента не знал, какая именно хирургическая операция будет выполнена, что тоже дополнительно исключало смещение в данном исследовании. Далее пациенту присваивался случайный номер из таблицы случайных чисел, который использовался при дальнейшей обработке его данных в электронном варианте. Из электронной таблицы случайных чисел эту цифру вычёркивали [4].

Рандомизированное проспективное исследование относилось к исследованиям III фазы: имплантат из медицинского биокарбона прошёл клинические испытания, которые доказали его безопасность. Кроме того, имелся собственный опыт использования данной конструкции при диафрагмальных грыжах в более чем 200 случаях без существенных осложнений. Проведённая исследовательская работа уточняет показания, а также противопоказания к применению биокарбонового имплантата.

Данный способ герниопластики выполняется следующим образом:

1. Выделяются края пищеводного отверстия диафрагмы, выполняется пластика этого грыжевого дефекта. Биокарбоновый имплантат длиной от 3-х до 9 см, шириной от 3-х до 7 см сгибают таким образом, чтобы биокарбоновый слой был обращён внутрь. Далее конструкцию вводят

в брюшную полость с использованием троакара, где имплантат самостоятельно расправляется за счёт упругости биокарбонового слоя.

2. Биокарбоновую конструкцию с использованием зажима размещают таким образом, чтобы верхняя часть имплантата была расположена около пищевода, а боковые стороны — у диафрагмальных ножек, нижняя часть размещается у их основания. Сетка полностью повторяет форму пищеводного отверстия, что позволяет легко без натяжения тканей выполнить пластику. При этом сетка конструкции благодаря биокарбону не претерпевает сморщивания и может изменять свои параметры по горизонтали за счёт гибкости биокарбона.
3. Затем накладываются два отдельных узловых шва: один сквозной через правую и левую диафрагмальные ножки, а второй на их основание. При этом применяются только нити из рассасывающегося материала.
4. После чего биокарбоновый имплантат растягивают максимально по горизонтали, благодаря чему достигается наибольшая площадь соприкосновения устройства с биологической тканью.
5. В послеоперационном периоде в течение 3 дней биокарбон принимает контуры биологической ткани и через месяц после рассасывания полигликолидного слоя образуется наноплёнка в месте проведения герниопластики. Наноплёнка удерживает ткани в необходимом положении, таким образом, защищая от развития анатомического рецидива [5].

Все исследованные пациенты были прооперированы несколькими бригадами хирургов, которые имели опыт лапароскопических операций по поводу диафрагмальных грыж и гастроэзофагеальной рефлюксной болезни.

В начале к рандомизированному проспективному исследованию было привлечено 100 пациентов с диафрагмальными грыжами I (скользящие), II (параэзофагеальные) и III (смешанные) типов по классификации Люциуса Хилла, прооперированных с 2014 по 2020 год. В ходе отбора больных было исключено 2 пациентов, которые не соответствовали критериям включения и исключения [6] (1 пациент с нарушением перистальтики пищевода, 1 пациентка в возрасте 83 лет), 2 больных отказались от участия в исследовании (1 пациентка — по семейным обстоятельствам, 1 пациент отказался от метода ослепления), 4 пациента не отвечали интраоперационным критериям отбора (площадь диафрагмального грыжевого дефекта оказалась не соответствовала диапазону 10–20 см²).

Таким образом, 92 оставшихся больных были рандомизированы. Пациенты разделялись на 2 исследовательские группы: I группа — «задняя крурорафия» (46 пациентов); II группа — «герниопластика биокарбонным имплантатом» (46 пациентов) [7].

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась расчётом распределения признака $M \pm m$, где M — средняя арифметическая и m — средняя ошибка средней арифметической анализируемых показателей.

В I группе из 46 пациентов диафрагмальные грыжи I типа были у 38 пациентов (83,7%), II типа — у 1 больной (2,1%), III типа — у 7 пациентов (14,2%). Кардиальные грыжи пищевода отверстия диафрагмы были у 5 пациентов (12%), фундальные — у 40 пациентов (84,8%), корпоральные — у 1 пациентки (2,2%). Средний возраст пациентов составил $46,7 \pm 15,3$ (26–77) лет. Мужчин было 20 (40,3%), женщин — 26 (59,7%). Операционный риск по шкале «ASA» I класса был у 39 (83,6%) пациентов, II класса — у 7 пациентов (16,4%). Средний индекс массы тела составил $24,9 \pm 3,8$ (17,3–37,5) кг/м². Средняя площадь грыжевого дефекта пищевода отверстия диафрагмы составила $12,3 \pm 2,4$ (10,4–18,1) см². Средний срок оценки предварительных результатов составил $6,3 \pm 0,7$ (7–8) месяцев, отдалённых результатов — $24,6 \pm 0,9$ (25–28) месяцев. По шкале «VAS» средний балл для рефлюксных симптомов составлял $5,8 \pm 2,4$ (0–10) баллов, для болевого синдрома соответствовал $4,8 \pm 2,9$ (0–10) баллов, для дисфагии — $0,7 \pm 1,5$ (0–4) баллов, для внепищеводных симптомов — $1,5 \pm 3,1$ (0–10) баллов. Внепищеводные симптомы были обнаружены у 11 пациентов (23,8%): 5 пациентов с болями и (или) охриплостью в горле, 4 пациента с кашлем и (или) инспираторной одышкой, 1 пациент с сочетанием обоих видов указанных симптомов, 1 пациент с синусовой аритмией. Средний балл качества жизни пациентов по опроснику «GERD — HRQL» составил $19,1 \pm 8,1$ (4–35) баллов [8, 9]. По удовлетворённости состоянием распределение отмечалось следующим образом: частично удовлетворены — 15 пациентов (33,8%), недовольны — 31 пациентов (66,2%). По рефлюкс — эзофагиту согласно Лос — Анджелесской классификации распределение имело следующий вид: 0 степень была у 6 пациентов (14,2%), степень A — у 24 пациентов (51%), степень B — у 8 пациентов (18,6%), степень C — у 6 пациентов (11,9%), степень D — у 2 пациентов (4,3%). Средний индекс «De Meester», измеренный у 42 пациентов, составлял $90,7 \pm 57,4$ (12,5–240,3). Среднее время пассажа рентгеноконтраста по пищеводу составило $3,9 \pm 1,4$ (3–8) секунд.

Во II группе из 46 пациентов диафрагмальные грыжи I типа отмечались у 42 больного (90,1%), III типа — у 4 больных (9,9%). При этом грыж II типа не наблюдалось. Кардиальные грыжи имели место у 5 больных (9,7%), фундальные — у 39 пациентов (86%), корпоральные —

у 2 больных (4,3%). Средний возраст больных составил $47,8 \pm 12,5$ (23–79) лет. Мужчин было 13 (27,1%), женщин — 33 (72,9%). Операционный риск по шкале «ASA» I класса отмечался у 36 пациентов (78,3%), II класса — у 10 больных (21,7%). Средний индекс массы тела составил $23,4 \pm 4,8$ (18,3–36,5) кг/м². Средняя площадь диафрагмального грыжевого дефекта составила $11,3 \pm 2,8$ (10,3–19,3) см². Средний срок оценки предварительных результатов был $6,0 \pm 0,7$ (5–8) месяцев, отдалённых результатов — $22,4 \pm 0,6$ (22–26) месяцев. Средний балл по шкале «VAS» для рефлюксных симптомов составил $5,2 \pm 2,3$ (0–10) баллов, для болевого синдрома у больных — $5,1 \pm 2,6$ (0–10) баллов, для дисфагии — $1,1 \pm 1,4$ (0–4) баллов, для экстрафагиальных симптомов — $1,6 \pm 2,8$ (0–8) баллов. Внепищеводные симптомы отмечались у 12 пациентов (27,3%): 7 пациентов с болями и (или) охриплостью, 3 пациента с пароксизмальным кашлем и (или) инспираторной одышкой, 2 больных с синусовой аритмией. Средний балл по опроснику «GERD — HRQL» составил $16,5 \pm 7,2$ (4–35) баллов. По удовлетворённости состоянием распределение имело следующий вид: частично удовлетворены — 20 пациентов (44,7%), недовольны — 26 пациентов (55,3%). Степени рефлюкс — эзофагита по Лос — Анджелесской классификации было следующим: 0 степень была у 8 пациентов (18,6%), степень A — у 22 пациента (46,7%), степень B — у 9 пациентов (20,7%), степень C — у 7 пациентов (14%), пациентов со степенью D не отмечалось. У 2 больных (4,3%) обнаруживался короткий сегмент пищевода Барретта. Поскольку этим пациентам не была показана абляция, то они включались в исследование. Средний индекс «De Meester», который измерялся у 41 пациента, составил $90,1 \pm 62,6$ (9,7–229,8). Среднее время пассажа рентгеноконтраста по пищеводу составило $4,8 \pm 1,6$ (3–9) секунд.

Результаты и обсуждение

В обеих исследовательских группах все оперативные вмешательства были выполнены успешно, интраоперационных осложнений не наблюдалось. Для статистической оценки использовался точный критерий Фишера, который в отличие от двухстороннего критерия мог использоваться для выборок с небольшим размером с высокой точностью.

Осложнения после операций наблюдались у 3-х пациентов (6,7%) из I группы (ателектазы и лихорадка, которые относились к I степени по «Clavien — Dindo»), а также у 2 пациентов (4,3%) из II группы (ателектазы и лихорадка, относящиеся к I степени по «Clavien — Dindo»). Различий по частоте послеоперационных осложнений между группами достоверно не отличались (6,6 против 4,2%; $p = 0,5000$). В среднем продолжительность оперативного вмешательства составила $60,5 \pm 9,1$ (49–84) минут в I группе и $79,1 \pm 11,8$ (49–109) минут во II

группе. По продолжительности операции была выявлена достоверная разница в пользу I группы ($60,5 \pm 9,1$ против $79,1 \pm 11,8$; $p < 0,0001$; критерий Манна — Уитни). Послеоперационный средний койко-день составил $5,7 \pm 1,6$ (4–12) дней в I группе и $5,8 \pm 1,8$ (4–10) дней во II группе. По послеоперационным койко-дням достоверных различий между группами не отмечалось ($5,7 \pm 1,6$ против $5,8 \pm 1,8$; $p = 0,9937$; критерий Манна — Уитни).

Все хирургические операции в обеих группах были выполнены успешно. Случаи послеоперационных осложнений в исследовательских группах отмечались редко (без достоверного различия между группами) и относились к I степени по «Clavien — Dindo». По продолжительности операции была выявлена достоверная разница между группами.

По итоговым показателям, по частоте анатомических рецидивов всех видов наблюдалась достоверная разница в пользу II группы (15,5 против 2,4%; $p = 0,0313$). По частоте симптомных анатомических рецидивов и функциональных рецидивов достоверной разницы не отмечено (4,5 против 0,1%; $p = 0,2528$). По частоте симптомных анатомических рецидивов разницы также достоверно выявлено не было (6,8 против 0,1%; $p = 0,1250$). По частоте бессимптомных анатомических рецидивов и функциональных рецидивов достоверной разницы не отмечалось (2,3 против 0,1%; $p = 0,505$). По частоте бессимптомных анатомических рецидивов разницы не отмечалось (2,1 против 2,1%; $p = 0,7472$). По частоте симптомных функциональных рецидивов разницы не отмечалось (2,1 против 2,1%; $p = 0,7472$). Функциональные бессимптомные рецидивы отсутствовали. По частоте функциональной дисфагии разницы также достоверно не обнаружено (2,1 против 4,2%; $p = 0,4915$). Стриктур пищевода не было. По частоте повторных оперативных вмешательств достоверной разницы выявлено не было (4,5 против 0,1%; $p = 0,2528$).

Через 2 года после хирургических операций получена статистически достоверная разница в пользу II группы по среднему баллу шкалы «VAS» для рефлюксных симптомов и болевого синдрома, средним индексом «De Meester» и частотой анатомических рецидивов всех типов. В распределении по удовлетворённости общим состоянием разница была статистически достоверна в пользу II группы, то есть при выполнении герниопластики биокарбоновым имплантатом. По другим субъективным и объективным данным, а также итоговым показателям статистически достоверной разницы не отмечалось, в том числе по частоте осложнений со стороны пищевода. Было проведено сравнение начальных результатов между исследовательскими группами, что свидетельствует о возможности эффективного использования конструкции из биокарбона при любой мето-

дике проведения оперативного вмешательства. Многие показатели, которые были выражены в баллах, среднее значение (M) отмечено меньше, чем ошибка среднего (m), что свидетельствует об обратной зависимости изучаемого признака по вариабельности. При этом наличие даже незначительного показателя вероятности рецидива указывало на возможные перспективы совершенствования техники хирургической операции.

ВЫВОДЫ

При сравнении непосредственных результатов оперативного лечения больших диафрагмальных грыж отмечено, что в обоих исследованиях все хирургические операции были выполнены успешно, а случаи осложнений после операций имели место без достоверного статистического различия между группами, а также относились к I степени по «Clavien — Dindo». Выявлена достоверная закономерная разница между исследовательскими группами по продолжительности хирургической операции. По субъективным и объективным данным, а также итоговым показателям через 2 года после операций достоверных различий между группами не отмечались, хотя и наметилась тенденция к увеличению частоты симптоматических анатомических рецидивов в I группе, то есть при выполнении задней крурорафии. За вес период наблюдения за пациентами серьёзных осложнений не отмечалось. Таким образом, возникает необходимость о продолжении данного рандомизированного проспективного исследования с изучением отдалённых результатов на следующем этапе.

В данной исследовательской работе предлагается концепция методики при больших диафрагмальных грыжах с использованием биокарбонового имплантата, которая снижает риск рецидивов, осложнений, а также болевого синдрома, что способствует повышению уровня жизни больных по сравнению с бесфиксационными методами герниопластики.

Данный метод может быть использован как для операций спереди, так и позади диафрагмальных ножек в зависимости от индивидуальных показателей больного с большими диафрагмальными грыжами без вариативного компонента, что достигается благодаря эффекту «интайм» при приращении биокарбонового имплантата к тканям пациента.

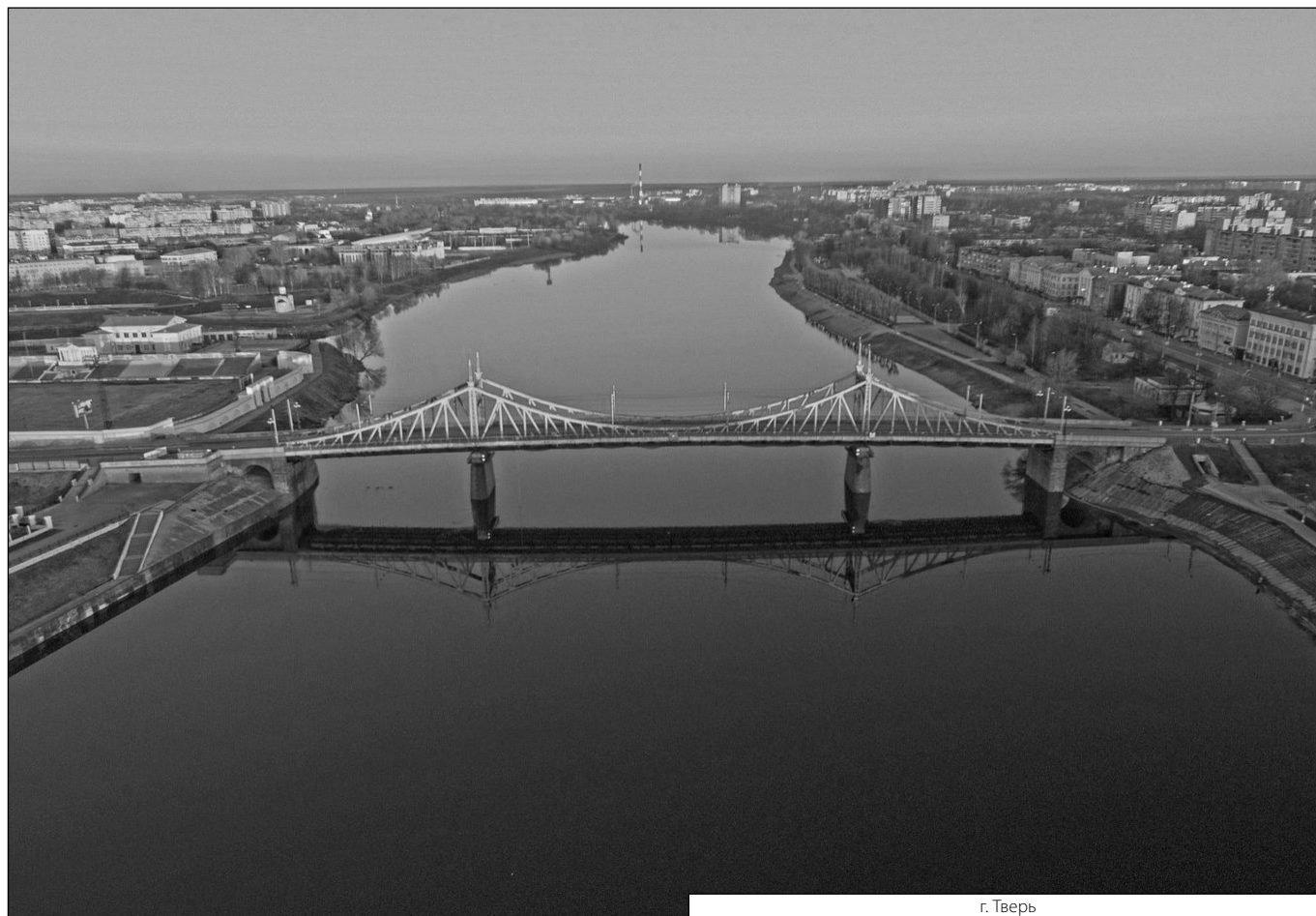
Предложенное техническое решение при выполнении герниопластики больших диафрагмальных грыж повышает надёжность хирургической операции благодаря использованию биокарбона, формирующего нанослой и позволяющего сократить количество послеоперационных осложнений благодаря его фиксации к диафрагмальным ножкам лишь в двух точках.

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. 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.
6. Грубник В.В. Малиновский А.В. Критические аспекты лапароскопической хирургии гастроэзофагеальной рефлюксной болезни и грыж пищеводного отверстия диафрагмы // Одесса: ВМВ-типография. — 2015. — 106 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.

© Розенфельд Игорь Игоревич (iiggo@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Тверь

ПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У МУЗЫКАНТОВ, ИГРАЮЩИХ НА ДУХОВЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

PREVENTION OF OCCUPATIONAL DISEASES IN MUSICIANS WHO PLAY WIND INSTRUMENTS

**A. Ryazantsev
D. Arkhangelskaya**

Summary. Improving the playing of wind instruments requires a musician to have well-developed physical qualities, respiratory and cardiovascular systems. Often, many hours of lessons on a musical instrument lead to the emergence of occupational diseases. A scientifically based means of preventing windbreaks is swimming. In the swimming lessons at the conservatory, the method of breathing through a breathing tube has proven itself positively.

Keywords: playing wind instruments; functions of external respiration; occupational diseases; endurance; prevention of occupational diseases; swimming; breathing tubes.

Рязанцев Алексей Алексеевич

*К.п.н., доцент, Астраханский государственный
медицинский университет
riazantsiev47@mail.ru*

Архангельская Дарья Владимировна

*Астраханский государственный медицинский
университет
knopka.m@list.ru*

Аннотация. Совершенствование в игре на духовых инструментах требует от музыканта хорошо развитых физических качеств, дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Нередко многочасовые занятия на музыкальном инструменте приводят к возникновению профессиональных заболеваний. Научно обоснованным средством профилактики духовиков является плавание. В учебных занятиях по плаванию в консерватории положительно зарекомендовал себя метод дыхания через дыхательную трубку.

Ключевые слова: игра на духовых инструментах; функции внешнего дыхания; профессиональные заболевания; выносливость; профилактика профессиональных заболеваний; плавание; дыхательные трубки.

Из исторических источников известно, что музыка появилась на свет одновременно с сотворением мира [10]. Древние философы: Пифагор, Платон, Аристотель отмечали благотворные влияния музыки на человека. И наши современники согласны с тем, что виртуозное музыкальное исполнительство влияет на эмоциональное состояние и настроение, преобразует душу, помогает в работе, стимулирует мозговую деятельность. Но виртуозность музыканта, его исполнительское мастерство достигается кропотливыми, многочасовыми занятиями с раннего возраста. И нередко за это увлечение музыкой приходится расплачиваться своим здоровьем. Статистика неумолима: около 90% музыкантов во всем мире страдают профессиональными заболеваниями, и в 72% случаев эти заболевания диагностируются у лиц моложе 25 лет, то есть во время учебы в консерватории [10]. От профессиональных заболеваний страдали Р. Шуман, С. Рахманинов, Д. Шостакович, Г. Нейгауз, Я. Флиер. Актуальность проблемы сохраняется и в наши дни. Профилактикой и лечением профессиональных заболеваний занимаются Институт здоровья музыкантов имени Курта Зингера в Берлине и научно-исследовательский институт имени Петера Оствальда при Кёльнской консерватории [10]. В России

исследованием и профилактикой профессиональных заболеваний музыкантов занимаются в пензенском институте усовершенствования врачей и в Благотворительном фонде Владимира Спивакова.

Особенно актуальны вопросы, связанные с профилактикой профессиональных заболеваний музыкантов, совершенствующихся в игре на духовых инструментах. К физическим качествам и функциям именно этой категории музыкантов предъявляются особенно большие требования, именно они находятся в зоне особого риска. К наиболее частым профессиональным заболеваниям музыкантов-духовиков относятся эмфизема легких, варикозное расширение вен нижних конечностей и другие, не менее серьезные недуги, к полной или частичной потере трудоспособности [5]. Не случайно, депутат Государственной Думы РФ совместно с Министерством культуры РФ предпринимают усилия для того, чтобы приравнять исполнителей на духовных инструментах к артистам цирка, что даёт право выхода на пенсию после 25 лет творческого стажа [5]. Член международной гильдии трубачей Сергей Пронь констатирует: «...проводились исследования, согласно которым час игры на трубе приравнивался по количеству

физических затрат к рабочему дню человека, разгружающего уголь [5]».

Анализ научно-исследовательской и методической литературы, результаты педагогических наблюдений и анкетирование специалистов показали, что в исполнительской деятельности музыкантов, играющих на духовных инструментах, особенно важное профессиональное значение придаётся функции внешнего дыхания (исполнительский вдох и исполнительный выдох [1]).

Игра на духовых инструментах требует от исполнителей определённой специфичности его дыхания [1]:

- ◆ при обычном нормальном дыхании обе фазы дыхания (вдох и выдох) по времени примерно равны, а при игре на духовых инструментах вдох делается коротким, а выдох — продолжительным;
- ◆ в процессе игры на духовом инструменте обе фазы дыхания совершаются вынужденно-произвольно и зависят от построения данных музыкальных фраз;
- ◆ исполнитель на духовом инструменте вынужден доводить дыхательные изменения в легких до максимальных значений, то есть использовать всю «жизненную ёмкость легких» (ЖЕЛ);
- ◆ при игре на духовных инструментах выдох музыканта вынужден происходить под значительным давлением, так как выдыхаемому воздуху необходимо выходить из легких продолжительной и легкой струёй и одновременно преодолевать на своей пути препятствия: узкую губную щель, узкое отверстие мундштука и др. При этом наблюдается значительная нагрузка на выдыхательные мышцы, происходящая при одновременной активизированной деятельности и их антагонистов-вдыхателей, особенно важнейшей выдыхательной мышцы — диафрагмы;
- ◆ при обычном нормальном дыхании человек дышит преимущественно через нос. В момент игры дыхание осуществляется при активном участии рта.

Специфичность исполнительского дыхания при игре на духовых инструментах связана с отклонением от обычных физиологических норм, что не может пройти бесследно для организма музыкантов. Частая искусственная задержка дыхания способствует частичному нарушению газообмена в лёгких, что обуславливает недостаточно полный приток кислорода в организм [1]. Необходимость выдыхать воздух почти непрерывной струёй под большим давлением требует от музыканта значительных и интенсивных нагрузок, которую испытывают при игре легкие и сердце играющего. Профессионально важным физическим качеством для играю-

щего на духовом инструменте является выносливость [9].

Ухудшение газообмена и увеличение резервного объема выдоха говорит о скрытой эмфиземе легких у музыкантов, играющих на духовных инструментах [8]. А длительное и частое повышение внутрибрюшного давления, обусловленное напряжением брюшной стенки, создает препятствие к оттоку крови из вен нижних конечностей, что предрасполагает к варикозному расширению вен. Игра, в положении стоя, при которой отсутствует сокращение мышц нижних конечностей и отток крови из глубоких и поверхностных вен ног, усугубляют этот процесс.

Исполнители на духовых инструментах отмечают необходимость и большую значимость физических упражнений и видов спорта, как в процессе совершенствования исполнительской техники, так и в области профилактики и терапии профессиональных заболеваний [6;8]. Целый ряд специальных упражнений для укрепления функций внешнего дыхания предложены педагогами-музыкантами [8].

Научно обоснованным и профессионально важным видом спорта для музыкантов-духовиков является плавание [1]. Продолжительность вдоха над водой при быстром плавании достигает 9 метров/сек., то есть максимальной величины, регистрируемой в обычных условиях на пневмотахометре. При быстром плавании дыхательные мышцы сокращаются с максимальной силой и быстротой, что профессионально важно для исполнительской деятельности музыканта-духовика [8]. Все эти факторы характеризуют плавание как одно из эффективных средств у занимающихся и достижения ими высокого уровня показателей ЖЕЛ, максимальной вентиляции легких (МВЛ), пневмотахометрии [8]. Улучшаются аэробные и анаэробные возможности организма, что способствует совершенствованию физического качества выносливости.

Пребывание в воде является эффективным средством закаливания, так как вода, по сравнению с воздухом, в 28 раз сильнее поглощает тепло с кожных покровов тела. Терморегуляция организма в воде — важное средство в профилактике простудных заболеваний, составляющих до 40% общей заболеваемости студентов. Холодовой раздражитель в виде воды воздействует на улучшение умственной работоспособности даже более эффективно, чем физическим упражнения [3].

С точки зрения формирования исполнительского дыхания музыканта занятие плаванием заслуживает внимания тем, что дыхание при плавании затруднено следующим образом [3]:

- ♦ в отличие от обычного условия, где фаза выдоха пассивна, при плавании выдох в воду становится активным;
- ♦ выполнение вдоха затруднено давлением на грудную клетки, составляющем 12,5–15 г/см².

Плавание также является средством профилактики и методом лечения различных заболеваний, в том числе и профессиональных [3]. Исследования М. Навратила с соавторами показал, что плавание является эффективным средством профилактики эмфизематозных заболеваний легких у музыкантов-духовиков, так как при погружении тела в воду повышается окружающее давление, легочные объемы уменьшаются, и остаточный объем воздуха в легких уменьшается в воде примерно на 100–200 мм [4].

При плавании горизонтальное положение тела значительно облегчает работу сердца, так как в этих условиях отсутствует сила тяжести, являющаяся препятствием для продвижения крови от вен нижних конечностей, что является профилактикой варикозного расширения вен [4].

Плавание играет существенную роль в профессиональной деятельности исполнителей на духовных инструментах, так как оказывает положительное влияние на респираторную систему музыканта и совершенствует ее функцию [8].

В педагогическом эксперименте, проводимым в Астраханской государственной консерватории проверялась эффективность внедрения плавания в учебный процесс по физическому воспитанию для студентов, совершенствующихся в игре на духовных инструментах. Методология исследования включала в себя теоретический анализ литературных источников, анкетирование, педагогические наблюдения и врачебный контроль, спирографию, пневмотахометрию, пробы Штанге и Тенга, определение физической работоспособности (PWC170), математическую статистику. Общее количество часов, запланированных на физическое воспитание, в том числе и на плавание, не выходило за рамки программных требований.

Эксперимент показал, что внедрение плавания в учебный процесс достоверно улучшило изменение функционального состояния кардиореспираторной системы студентов-духовиков, их физическую подготовленность (особенно в кроссовых дисциплинах) и состояние здоровья. Значительно сократилось количество занятий, пропущенных по медицинским показателям, особенно простудного характера, негативно влияющим на функцию исполнительского дыхания [7]. Проведение занятий по физическому

воспитанию с профессиональной направленностью оказало положительное влияние на динамику оценок по музыкальной специальности и общей успеваемости студентов.

Для эффективного улучшения учебно-тренировочного процесса и эмоциональной окраски занятий нами применяется метод дополнительного «мертвого пространства» (ДМП) [7]. Этот метод путём изменения количественных соотношений газового состава вдыхаемого воздуха способствует увеличению выносливости и улучшению работоспособности организма студентов, повышает вентиляцию легких, максимальное потребление кислорода, увеличивает ЖЕЛ, мощность форсированного вдоха, глубину дыхания. Именно те физические качества и функции, которые имеют профессионально большое значение в исполнительской деятельности музыкантов-духовиков [2,7]. Метод «ДМП» также оказывает положительное воздействие на кровеносную систему и состав крови (увеличивается содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, повышается концентрация молочной кислоты, снижается резервная щёлочность) и улучшает выделительные функции [2,7].

Суть метода в том, что пловец выдыхает воздух в трубку и затем вдыхает этот воздух из трубки. Таким образом, газообмен с окружающим пространством замедляется. С окружающим пространством воздух, находящийся в трубке, смешивается лишь частично, поэтому в нем пониженное содержание O₂ и повышение CO₂. Относительная гипоксия и гиперкапния вызывает возбуждение дыхательного центра, и увеличение вентиляции легких происходит, главным образом, за счет увеличения глубины дыхания.

При проведении учебных занятий по плаванию «методом ДМП» нами применялись дыхательные трубки от комплекта аквалангиста (трубка, ласты, маска). В качестве носового нами использовали зажимы от оксиспирографа «мета 1–25», хотя использование любых зажимов для этой цели не представляет трудности.

В настоящее время налажено производство дыхательных трубок для плавания «сноркель», в которых существуют специальные насадки с разными отверстиями для уменьшения диаметра трубки и поступления кислорода в легкие пловца. Это даёт возможность отработки специальных упражнений и тренировки дыхательной мускулатуры [2].

Дыхательную трубку «сноркель» можно использовать для занимающихся любого возраста и уровня подготовки, но менее опытным пловцам рекомендуется надевать ласты [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белизов Г.А., Марков Д.С. К вопросу о профессионально-прикладной физической подготовке учащихся музыкальных училищ //матер. IV Всесоюз. науч.-метод. конф. по профессионально-прикладной физической подготовке (Клайпеда, 1975). — М., 1975. — с. 17–19.
2. Для чего пловцам нужно плавать с трубкой. Режим доступа: <https://www.swimrocket.ru/blog/dlya-chego-plovtsam-nuzhno-plavat-s-trubkoj/> (Дата обращения 23.02.2021).
3. Куренков Т.И. Внешнее дыхание и газообмен при плавании [Текст]: Автореферат дис. на соискание ученой степени канд.биолог.наук. / Центр. науч.-исслед. ин-т курортологии и физиотерапии. — Москва: [б. и.], 1968. — 22 с.
4. Навратил М., Кадлец К., Даум С. Патофизиология дыхания [Текст]: М., «Медицина», 1967, с. 43.
5. Оганджанов И. Вокалистов и духовиков приравняют к артистам цирка за вредность профессии. Режим доступа: <https://russian.rt.com/article/323685-vokalistov-i-du>. (Дата обращения 23.02.2021).
6. Остапкович В.Е., Брофман А.В. Профессиональные заболевания ЛОР-органов / В.Е. Остапкович, А.В. Брофман — М.: Медицина, 1982. — 100 с.
7. Рязанцев А.А. Применение метода дыхания через дополнительное «мертвое» пространство в условиях учебного процесса. XXII Международная научно-практическая конференция по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире»: (матер. конф.) (5–7 окт. 2012 г.). — Коломна, 2012. — с. 82–84.
8. Шнайдер А.А. Функциональное состояние кардиореспираторной системы и физическая работоспособность музыкантов различных специальностей [Текст]: Автореф.дис.канд.биолог.наук. — Фрунзе, 1988. — 18 с.
9. Gibson T.M. «The respiratory stress of playing the bagpipes». // Physioe (Great Britan), 1971. — 291, p. 24–25.
10. Occupational diseases of musicians, dancers and artists. Режим трубка: <https://osteomed.su/professionalnye-zabolevaniya/> (Дата обращения 23.02.2021).

© Рязанцев Алексей Алексеевич (riazantsiev47@mail.ru), Архангельская Дарья Владимировна (knopka.m@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Астраханский государственный медицинский университет

УРОВЕНЬ ГОМОЦИСТЕИНА У ПАЦИЕНТОВ ПРИ ОСЛОЖНЕННОМ И НЕОСЛОЖНЕННОМ ТЕЧЕНИИ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА НА ФОНЕ СИНДРОМА НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

HOMOCYSTEINE LEVEL IN PATIENTS WITH COMPLICATED AND UNCOMPLICATED COURSE OF ACUTE CORONARY SYNDROME AGAINST THE BACKGROUND OF UNDIFFERENTIATED CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA SYNDROME

**O. Sultanova
E. Chernysheva
M. Kiseleva
B. Kuzmichev**

Summary. To study the level of homocysteine (HC) in acute coronary syndrome (ACS) against the background of undifferentiated connective tissue dysplasia (UCTD), we examined 241 patients aged 35 to 65 years who were on inpatient treatment in the State Medical Institution of JSC Kirov State Clinical Hospital No. 3 and in the RSC AM Clinical Hospital. It was revealed that in patients with ACS on the background of UCTD, there is a statistically significant increase in the level of HC in blood plasma — 38.4 mmol/l, compared with the control group and with patients with ACS without UCTD. The highest level of HC was registered in patients with complicated ACS on the background of SNDST — 41.5 mmol/l. It was found that in patients with ACS and UCTD, the increased content of HC was 4 times more common than in people without somatic pathology and was statistically significantly higher ($p < 0.001$).

Keywords: acute coronary syndrome, undifferentiated connective tissue dysplasia, homocysteine.

Султанова Оксана Эседуллаевна
Аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный медицинский университет»
Минздрава России
oksanka.sultanova@mail.ru

Чернышева Елена Николаевна
Д.м.н., ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
медицинский университет» Минздрава России
lena.chernysheva@inbox.ru

Киселева Мария Алексеевна
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный медицинский университет»
Минздрава России
kiseleva_m_a@mail.ru

Кузьмичев Богдан Юрьевич
Ассистент, ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный медицинский университет»
Минздрава России
bog13@list.ru

Аннотация. Для изучения уровня гомоцистеина (ГЦ) при остром коронарном синдроме (ОКС) на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани (СНДСТ) нами был обследован 241 пациент в возрасте от 35 до 65 лет, находившийся на стационарном лечении в ГБУЗ АО ГКБ № 3 имени С.М. Кирова и в РСЦ АМОКБ. Выявлено, что у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ имеет место статистически значимое повышение уровня ГЦ в плазме крови — 38,4 мкмоль/л, по сравнению с контрольной группой и с пациентами с ОКС без СНДСТ. Наибольший уровень ГЦ зарегистрирован у пациентов с осложненным течением ОКС на фоне СНДСТ — 41,5 мкмоль/л. Установлено, что у пациентов с ОКС и СНДСТ повышенное содержание ГЦ встречалось в 4 раза чаще, чем у людей без соматической патологии и было статистически значимо выше ($p < 0,001$).

Ключевые слова: недифференцированная дисплазия соединительной ткани, острый коронарный синдром, гомоцистеин.

Актуальность

Кардиоваскулярная патология занимает лидирующие позиции среди причин, приводящих к смерти и инвалидности населения индустриально развитых стран [20, 27]. При этом особый инте-

рес в структуре сердечно — сосудистых заболеваний вызывает ОКС [12]. По результатам независимого Российского Регистра Острого Коронарного Синдрома «РЕКОРД-3» (Российская Федерация, 2018 г.) частота смертельных исходов за 12 месяцев от развития ОКС составляла 15,8%, а частота случаев смерти, резвив-

шейся за год после выписки из стационара — 8,4% [19, 24]. По литературным данным за последние 15 лет ОКС все чаще возникает у пациентов молодого возраста и имеет неблагоприятный прогноз [2, 3, 18, 17, 15].

Неоспоримым является тот факт, что более чем в 90% случаев ОКС развивается на фоне атеросклероза и есть состояния, которые могут приводить к раннему появлению атеросклеротических бляшек и развитию сердечно — сосудистых заболеваний, одним из которых является СНДСТ. У пациентов с дисплазией соединительной ткани выявлены структурные изменения коронарных сосудов [7, 22]. Кроме этого, Knowlman T. и соавторы установили, что у пациентов с ОКС и СНДСТ происходит активация тромбопоэза и изменения морфофункционального состояния тромбоцитов — они увеличены в размерах и высоко функционально активны (повышение скорости агрегации с коллагеном; увеличение поляризации клетки и оптической плотности), что приводит к повышенному тромбообразованию [28].

В литературе последних лет особый интерес направлен на поиск новых маркеров и факторов риска появления и прогрессирования сердечно-сосудистой патологии, одним из которых является ГЦ [5]. По значимости развития осложнений ГЦ можно сопоставить с гиперхолестеринемией и курением [11]. Высокий уровень ГЦ приводит к развитию цитотоксического эффекта — повреждение гладкомышечных клеток сосудов, что приводит к их сужению [14]. Гипергомоцистеинемия увеличивает риск развития атеросклероза, коронарной болезни сердца, поражения сосудов головного мозга, тромбоза коронарных, церебральных и периферических артерий, застойной сердечной недостаточности, фибрилляции предсердий, артериальной гипертензии [6, 10, 21, 23].

При этом, несмотря на достаточный объем исследований, проведенных в данном направлении, роль ГЦ остается не полностью изученной при ОКС на фоне СНДСТ, что обуславливает актуальность проведенного нами исследования.

Цель исследования

Изучить и проанализировать уровень гомоцистеина у пациентов при осложненном и неосложненном течении острого коронарного синдрома на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани.

Материалы и методы

Данное клиническое исследование и его дизайн были одобрены Региональным независимым этическим

комитетом от 24.12.2020 г. № 2. Все участники предоставили письменные информированные согласия. Всего был обследован 241 пациент в возрасте от 35 до 65 лет, находившийся на стационарном лечении в ПСО городской клинической больницы № 3 имени С.М. Кирова и в региональном сосудистом центре Александрo-Ма-риинской областной клинической больницы, которые были разделены на 3 группы: основная группа — 139 пациентов с ОКС на фоне СНДСТ: 86 мужчин (62%) и 53 женщины (38%) — медиана возраста составила 48 [43; 53] лет; группа сравнения — 102 пациента с ОКС без СНДСТ: 62 мужчины (67%) и 34 женщины (33%) — медиана возраста составила 54,0 [47; 59] года и группа контроля — 50 соматически здоровых лиц: 30 мужчин (60%) и 20 женщин (40%) — медиана возраста составила 51,0 [45; 56] год. Группы пациентов, вошедших в исследование, были сопоставимы по возрасту и полу. Госпитализация пациентов осуществлялась в палату интенсивной терапии по службе скорой медицинской помощи во временной интервал от 60 минут до 24 часов (более поздние сроки поступления в стационар не входили в исследование). Далее диагноз инфаркта миокарда и нестабильной стенокардии устанавливали на основании национальных рекомендаций Российского кардиологического общества [12, 13].

Уровень ГЦ в образцах плазмы определяли методом иммуноферментного анализа с помощью коммерческой тест системы «Axis Homocysteine» (каталожный номер FHCY100, фирма « Axis — shield Diagnostigs Ltd», (Великобритания), согласно прилагаемой к ней инструкции.

Статистический анализ результатов проводили на IBM с помощью пакета программ STATISTICA 12,0 («StatSoft», USA). В связи с тем, что было выявлено распределение данных отличное от нормального, применялись методы непараметрической статистики. Так, данные представлены в виде медианы (Me) и 5–95 интерпроцентильных размахов. Для проведения межгрупповых сравнений в 3 и более группах использовался критерий Краскела — Уолиса, а при выявлении статистически значимых различий с целью проведения апостериорных сравнений применялся критерий U — Манна — Уитни. Критерий χ^2 Пирсона применялся для сравнения качественных данных. Уровень статистической значимости (p-value) составил $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования мы изучили и проанализировали исходный уровень ГЦ у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ, с ОКС без СНДСТ и у лиц контрольной группы (рисунок 1).

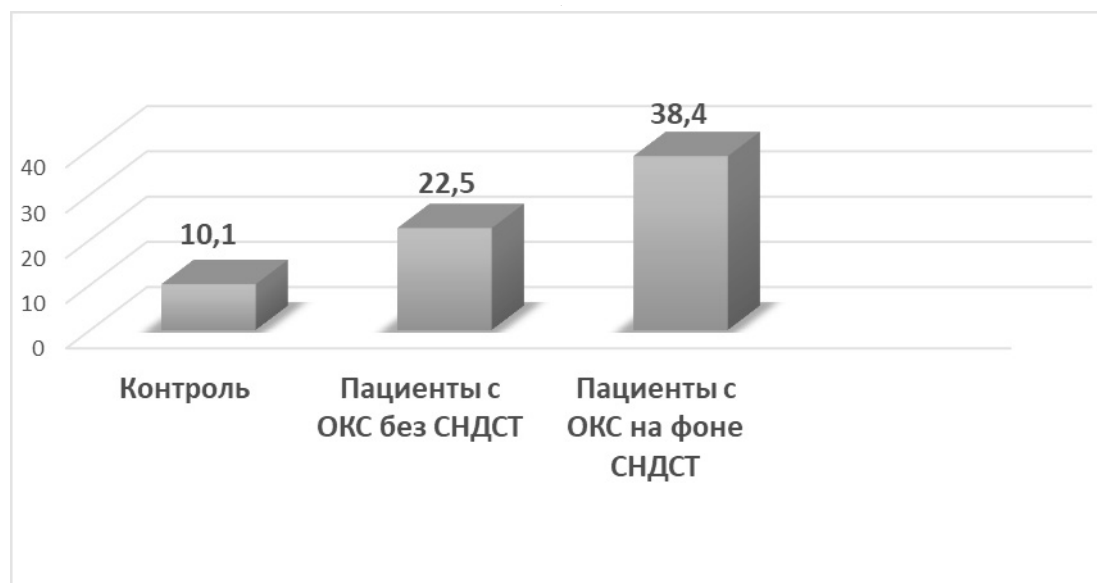


Рис. 1. Уровень гомоцистеина исследуемых группах (мкмоль/л)
Примечание: Значение критерия Краскела — Уоллиса $\chi^2=161,763$; $df=2$; $p<0,0001$.

Таблица 1. Уровень ГЦ у пациентов с ОКС без подъёма сегмента ST (ОКСбпST) и с ОКС с подъёмом сегмента ST (ОКСпST) в зависимости от наличия СНДСТ

Показатель / Группа	Группа пациентов с ОКСбпST без СНДСТ, n=40	Группа пациентов с ОКСбпST на фоне СНДСТ, n=39	Группа пациентов с ОКСпST без СНДСТ, n=62	Группа пациентов с ОКСпST на фоне СНДСТ, n=100
ГЦ, мкмоль/л	20,8 [13; 27,7]	28,3 [17,3; 39,8] $p_1<0,001$	25,7 [19,3; 32,1] $p_2<0,001$	39,1 [23,7; 59,1] $p_1<0,001$ $p_2<0,001$

Примечание: p_1 — уровень статистической значимости различий между группой пациентов с ОКСбпST без СНДСТ с группой пациентов с ОКСбпST на фоне СНДСТ и между группой пациентов с ОКСпST без СНДСТ с группой пациентов с ОКСпST на фоне СНДСТ; p_2 — уровень статистической значимости различий между группой пациентов с ОКСбпST без СНДСТ с группой пациентов с ОКСпST без СНДСТ и между группой пациентов с ОКСбпST на фоне СНДСТ с группой пациентов с ОКСпST на фоне СНДСТ. Значение критерия Краскела-Уоллиса $\chi^2=104,846$; $df=3$; $p<0,0001$.

В группе контроля значения медианы уровня ГЦ составило 10,1 мкмоль/л при интерпроцентильных размахах [5,8; 14,1]. В группе пациентов с ОКС без СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 22,5 [13; 32,1] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, чем в контрольной группе ($p_1<0,001$). В группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 38,4 [17,3; 59,1] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, как по сравнению с группой контроля ($p_1<0,001$), так и по сравнению с группой пациентов с ОКС без СНДСТ ($p_2<0,001$).

Таким образом, при сочетании ОКС и СНДСТ наблюдалось наибольшее повышение уровня ГЦ в плазме

крови по сравнению, как с контрольной группой, так и с пациентами ОКС без СНДСТ.

Далее был проведен анализ уровня ГЦ у пациентов с ОКС без подъёма сегмента ST (ОКСбпST) и ОКС с подъёмом сегмента ST (ОКСпST) в зависимости от наличия СНДСТ (таб.1).

В процессе статистического анализа полученных данных, нами установлено, что в группе пациентов с ОКСбпST без СНДСТ значения медианы уровня ГЦ составило 20,8 мкмоль/л при интерпроцентильных размахах [13; 27,7]. В группе пациентов с ОКСбпST на фоне СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 28,3

Таблица 2. Уровень ГЦ у пациентов при неосложненном и осложненном течении ОКС в зависимости от наличия СНДСТ

Показатель / Группа	Группа пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ, n=71	Группа пациентов с осложненным течением ОКС без СНДСТ, n=31	Группа пациентов с неосложненным течением ОКС на фоне СНДСТ, n=55	Группа пациентов с осложненным течением ОКС на фоне СНДСТ, n=84
ГЦ, мкмоль/л	20,3 [13; 27,5]	25,7 [19,4; 32,1] $p_1 < 0,001$	24,1 [17,3; 31,3] $p_2 < 0,001$	41,5 [27,3; 59,1] $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$

Примечание: p_1 — уровень статистической значимости различий между группой пациентов с осложненным течением ОКС без СНДСТ с группой пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ и между группой пациентов с осложненным течением ОКС на фоне СНДСТ с группой пациентов с неосложненным течением ОКС на фоне СНДСТ; p_2 — уровень статистической значимости различий между группой пациентов с неосложненным течением ОКС на фоне СНДСТ с группой пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ; p_3 — уровень статистической значимости различий между группой пациентов с осложненным течением ОКС на фоне СНДСТ с группой пациентов с осложненным течением ОКС без СНДСТ. Значение критерия Краскела-Уоллиса $\chi^2 = 151,947$; $df = 3$; $p < 0,0001$.

[17,3; 39,8] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, чем в группе пациентов с ОКСбпСТ без СНДСТ ($p < 0,001$). У пациентов в группе с ОКСпСТ без СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 25,7 мкмоль/л [19,3; 32,1], что было статистически значимо выше по сравнению с группой пациентов с ОКСбпСТ без СНДСТ ($p < 0,001$). У пациентов в группе с ОКСпСТ на фоне СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 39,1 [23,7; 59,1] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, чем в группе пациентов с ОКСпСТ без СНДСТ, и статистически значимо выше по сравнению с группой пациентов с ОКСбпСТ на фоне СНДСТ ($p < 0,001$).

Исходя из полученных результатов становится очевидным, что наибольшее повышение уровня ГЦ наблюдалось у пациентов с ОКСпСТ на фоне СНДСТ, что имело статистически значимые различия с пациентами остальных групп.

Нами были изучены и проанализированы уровни ГЦ у пациентов при осложненном и неосложненном течении ОКС в зависимости от наличия СНДСТ (таблица 2).

У пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 20,3 [13; 27,5] мкмоль/л. В группе пациентов с осложненным течением ОКС без СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 25,7 [19,4; 32,1] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, чем в группе пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ ($p < 0,001$). Значение медианы уровня ГЦ в группе пациентов с неосложненным течением ОКС на фоне СНДСТ составило 24,1 [17,3; 31,3] мкмоль/л, что было статистически зна-

чимо выше по сравнению с группой пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ ($p < 0,001$).

У пациентов с осложненным течением ОКС на фоне СНДСТ значение медианы уровня ГЦ составило 41,5 [27,3; 59,1] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, чем у пациентов с неосложненным течением ОКС без СНДСТ и также статистически значимо выше по сравнению с группой пациентов с осложненным течением ОКС без СНДСТ ($p < 0,001$).

Таким образом, в группе пациентов с осложненным течением ОКС на фоне СНДСТ регистрировались самые высокие уровни ГЦ в плазме крови по сравнению с остальными группами пациентов.

Выводы

1. Среди пациентов с ОКС на фоне СНДСТ уровень ГЦ имеет статистически значимо более высокое значение как по сравнению с группой контроля, так и с группой пациентов с ОКС без СНДСТ.
2. В группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТпСТ уровень ГЦ был статистически значимо выше по сравнению как с группой пациентов с ОКС на фоне СНДСТбпСТ, так и с группой пациентов с ОКСпСТ без СНДСТ.
3. Среди всех обследуемых пациентов с осложненным течением ОКС уровень ГЦ был статистически значимо выше, чем у пациентов с неосложненным течением ОКС. При этом, статистически значимо наиболее высокое значение уровня ГЦ у пациентов как с осложненным, так и с неосложненным течением ОКС на-

блюдалось в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ по сравнению с группой пациентов с ОКС без СНДСТ.

4. Мы полагаем, что выявленный наиболее высокий уровень ГЦ у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ может быть обусловлен целым рядом

патологических процессов и может свидетельствовать о перспективности и необходимости дальнейшего изучения уровня ГЦ как предиктора развития осложненного течения ОКС как на фоне СНДСТ, так и без СНДСТ.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксенов С.И. Структурные изменения коронарных сосудов у пациентов с дисплазией соединительной ткани (кросс-секционное наблюдение) [Текст] / С.И. Аксенов, Е.А. Лялюкова, Г.И. Нечаева, Ю.Т. Игнатъев // Лечащий врач. — 2016. — № 2. — С. 27–30.
- Андреев Е.Ю. Ишемическая болезнь сердца у лиц молодого возраста: распространенность и сердечно-сосудистые факторы риска [Текст] / Е.Ю. Андреев, И.С. Явелов, М.М. Лукьянов, А.Н. Вернохаева, О.М. Драпкина, С.А. Бойцов // Кардиологи. — 2018. — Т. 58, № 11. — С. 24–34.
- Барбаш О.Л. Особенности клинического течения и стационарного этапа лечения пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST в зависимости от пола (по данным Российского Регистра Острого коронарного синдрома «Рекорд-3» / О.Л. Барбаш [и др.] // Российский кардиологический журнал. — 2017. — № 6 (146). — С. 122–131.
- Васина Л.В. Эндотелиальная дисфункция и ее основные маркеры [Текст] / Л.В. Васина, Н.Н. Петрищев, Т.Д. Власов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2017. — Т. 16, № 1. — С. 4–15.
- Давыдчик Э.В. Взаимосвязь гипергомоцистеинемии с ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом / Э.В. Давыдчик, В.А. Снежицкий, Л.В. Никонова // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. — 2015. — № 1. С. 9–13.
- Денисова А.Г. Гипергомоцистеинемия и дисфункция эндотелия артерий в оценке риска сердечно-сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом / А.Г. Денисова, И.П. Татарченко, Н.В. Позднякова, Е.Р. Кулючина, О.А. Левашова // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18, № 2. С. 25–29.
- Друк И.В. Состояние коронарных артерий при дисплазиях соединительной ткани [Текст] / Г.И. Нечаева, В.В. Кузнецова // Казанский медицинский журнал. — 2007. — Т. 88, № 5, приложение. — С. 30–32.
- Ефимов В.С. Гипергомоцистеинемия в клинической практике: руководство [Текст] // В.С. Ефимов и др — М.: ГЕОТАР-Медиа, 2013. — 79 с.
- Елыкомовой В.А., Копыловой А.Н. Способ диагностики дисплазии соединительной ткани. Патент на изобретение № 2665387 Р.Ф. / Заявл. 04.05.2017; опубл. 29.08.2018.
- Зотова Д.А. Роль гомоцистеина в патогенезе некоторых заболеваний / Д.А. Зотова, С.А. Козлов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2016. — № 3 (39). — С. 132–144.
- Каражанова Л.К. Гипергомоцистеинемия как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний (обзор литературы) / Л.К. Каражанова, А.С. Жунуспекова // Наука и здравоохранение (Казахстан). 2016. № 4. С. 129–144.
- Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Острый коронарный синдром без подъёма сегмента ST электрокардиограммы» [Текст] / Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России // — 2020. — С. 12–25.
- Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Острый коронарный синдром с подъёмом сегмента ST электрокардиограммы» [Текст] / Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России // — 2020. — С. 18–22.
- Кузьмичев Б.Ю. Исследование уровня гомоцистеина у пациентов с инфарктом миокарда на фоне хронической обструктивной болезни легких [Текст] / Б.Ю. Кузьмичев, Е.А. Полунина, К.Ю. Кузьмичев, Е.А. Липницкая, М.С. Аджян // Астраханский медицинский журнал. — 2017. — Т. 12, № 4. — С. 44–50.
- Ложкина Н.Г. Многофакторное прогнозирование отдаленных исходов острого коронарного синдрома со стойким подъемом сегмента ST [Текст] / Е.А. Глебченко, М.Х. Хасанова, В.Н. Максимов, А.Д. Куимов, Ю.И. Рагино, М.И. Воевода // Российский кардиологический журнал. — 2015. — № 9. — С. 25–31.
- Мадиева М.Р. Клинико-эпидемиологическое значение синдрома дисплазии соединительной ткани в формировании врожденных пороков сердца [Текст] / М.Р. Мадиева, Т.Х. Рымбаева // Наука и Здравоохранения. — 2017. — № 4. — С. 94–112.
- Мирошникова Е.П. Особенности течения и лечения инфаркта миокарда у больных с признаками дисплазии соединительной ткани [Текст]: автореф. дис. На соискание научной степени кандидата медицинских наук (2020) / Елизавета Петровна Мирошникова: Крымский Федеральный университет имени В.И. Вернадского. — Симферополь, 2020. — 148с.
- Оганов Р.Г. Сосудистая коморбидность: общие подходы к профилактике и лечению [Текст] / Р.Г. Оганов // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2015. Т. 11, № 1. — С. 4–7.
- Округин С.А. Программа ВОЗ «Регистр острого инфаркта миокарда»: эпидемиологический мониторинг острых коронарных катастроф [Текст] / С.А. Округин, Е.А. Кужелева, А.А. Гарганеева // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. — 2018. — № 7(1). — С. 76–83.
- Перепеч Н.Б. Острый коронарный синдром: патогенез, диагностика, лечение, реабилитация [Текст] / Н.Б. Перепеч // Лекторий практического врача. — 2016. — Т. 7, № 1. — С. 70–81.
- Снежицкий В.А. Гомоцистеин как прогностический маркер предсердного ремоделирования и клинического течения у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами фибрилляции предсердий / В.А. Снежицкий, Е.С. Яцкевич, Е.М. Дорошенко, В.Ю. Смирнов, Т.С. Долгошей, А.Ю. Рубинский // Клиническая медицина. 2016. № 1 (94). С. 16–22.

22. Султанова О.Э. Анатомические особенности коронарных сосудов у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной [Текст] / О.Э. Султанова, Е.Н. Чернышева // Актуальные вопросы современной медицины. Материалы IV Международной научно-практической конференции Прикаспийских государств. Астрахань: Издательство Астраханского ГМУ, 2019 г. — С. 160–162.
23. Султанова О.Э. Эволюция тренда исследований гомоцистеина в кардиологической практике [Текст] / О.Э. Султанова, Е.Н. Чернышева, А.В. Коханов, И.В. Севостьянова // Современные проблемы науки и образования. — 2020. — № 4.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29937> (дата обращения: 21.11.2020).
24. Эрлих А.Д. 12-месячные исходы у пациентов с острым коронарным синдромом, включенных в Российский Регистр Рекорд-3 [Текст] / А.Д. Эрлих // Российский кардиологический журнал. — 2018. — № 3 (155). — С. 23–30.
25. Hemradj V.V. Cardiogenic Shock Predicts Longterm Mortality in Hospital Survivors of STEMI Treated With Primary Percutaneous Coronary Intervention [Text] / V.V. Hemradj, J.P. Ottervanger, A.W van't Hof [et al.]. // Clin. Cardiol. — 2016. — Vol.39. — P. 4
26. Hu G., Zhang J., Tian Y.G., Li Y.H., You L., Qiao L.J. Diagnostic value of joint detection of homocysteine and RDW CV on acute miocardial infarction // Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. 2016. Vol. 20, № 19. P. 4124–4128.
27. Ibanez B. Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) [Text] / B. Ibanez [et al.] // European Heart Journal. — 2018. — Vol. 39. — P. 119–177.
28. Knowlman, T. The association of electrocardiographic abnormalities and major adverse cardiac events in emergency patients with chest pain [Text] / T. Knowlman, J.H. Greenslade., W. Parsonage [et al.] // Acad. Emerg. Med. — 2017 –Vol.19. — P. 1–4.
29. Li Y., Zhou Y., Zhang Y., Zhang J. Admission homocysteine is an independent predictor of spontaneous reperfusion and early infarct-related artery patency before primary percutaneous coronary intervention in ST-segment elevation miocardial infarction // BMC Cardiovascular Disorders. 2018. Vol. 18, № 1. P. 125.
30. Marković B.M., Čaušević A., Brizić I., Mikulić I., Vasily M., Knezović N.J. A relation of serum homocysteine, uric acid and C-reactive protein level in patients with acute miocardial infarction // Medicinski Glasnik. 2018. Vol. 15, № 2. P. 101–108.
31. Zhang S., Zhang S., Wang H., Wu W., Ye Y. Arginine methylation dysfunction increased risk of acute coronary syndrome in coronary artery disease population // Medicine. 2017. Vol. 96, no. 7.

© Султанова Оксана Эседуллаевна (oksanka.sultanova@mail.ru), Чернышева Елена Николаевна (lena.chernysheva@inbox.ru),
Киселева Мария Алексеевна (kiseleva_m_a@mail.ru), Кузьмичев Богдан Юрьевич (bog13@list.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Астрахань

ЕСТЬ ЛИ МЕСТО ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ МЕСТНОРАСПРОСТРАНЕННОГО РАКА ЯИЧНИКОВ

IS THERE A PLACE FOR RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF LOCALLY ADVANCED OVARIAN CANCER

**T. Sharabura
V. Moiseyenko
A. Khadzhimba
D. Scherbatykh**

Summary. The generally accepted standard treatment for epithelial ovarian cancer is currently performing optimal cytoreductive surgery with adjuvant chemotherapy with platinum and taxanes. Primary treatment ensures complete clinical remission in more than 70%, but most patients with a locally advanced process experience a relapse of the disease, mainly with intra-abdominal localization. Adjuvant radiation therapy with pelvic abdominal radiation used in the 1950s was inferior to platinum-containing chemotherapy in efficacy and toxicity and was excluded from recommendations for the treatment of ovarian cancer. Modern technologies of radiation therapy make it possible to take a fresh look at the capabilities of the method both for consolidating remission after first-line therapy and for treating relapses of the disease.

Keywords: ovarian cancer, radiation therapy, treatment.

Шарабура Татьяна Михайловна

К.м.н., ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»
tatyana1612@yandex.ru

Моисеенко Владимир Михайлович

Д.м.н., профессор, директор, Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»
moiseyenko@gmail.com

Хаджимба Анжелла Славиковна

Д.м.н., Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»
khadzhimba@gmail.com

Щербатых Дарья Евгеньевна

Н.с., Санкт-Петербургский научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи (онкология)
scherbatykh.d@bk.ru

Аннотация. Общепризнанным стандартом лечения эпителиального рака яичников в настоящее время является выполнение оптимальной циторедуктивной операции с адъювантной химиотерапией препаратами платины и таксанами. Первичное лечение обеспечивает достижение полной клинической ремиссии более, чем в 70%, но у большинства пациенток с местнораспространенным процессом возникает рецидив заболевания, преимущественно с интраабдоминальной локализацией. Применявшаяся в 1950–е годы адъювантная лучевая терапия с тазово-абдоминальным облучением уступала платиносодержащей химиотерапии по эффективности и токсичности и была исключена из рекомендаций по лечению рака яичников. Современные технологии лучевой терапии позволяют по-новому взглянуть на возможности метода как для консолидации ремиссии после терапии первой линии, так и для лечения рецидивов заболевания.

Ключевые слова: рак яичников, лучевая терапия, лечение.

Введение

Рак яичников занимает лидирующее место в структуре онкогинекологической смертности, что связано с агрессивным течением наиболее часто встречающихся эпителиальных карцином и преобладанием распространенных стадий. В 2018 г. в России было диагностировано около 14318 новых случаев рака яичников (РЯ), среди которых 39% пришлось на долю III стадии [1].

При комплексном лечении распространенного РЯ, включающем операцию и химиотерапию на основе препаратов платины и таксанов, у значительной части больных удается достичь полного ответа. К сожалению, ремиссии редко бывают длительными, а эффективность последующих схем химиотерапии снижается. Для улучшения выживаемости необходим поиск новых стратегий лечения. Особенностью течения РЯ является преобладание трансперитонеальной диссеминации, у 85% пациенток распространение опухоли

ограничивается брюшной полостью и полостью малого таза. Послеоперационная лучевая терапия исторически использовалась для лечения рака яичников всех подтипов с хорошими результатами [2, 3]. Несмотря на радиочувствительность рака яичников, применение лучевой терапии в лечении данной патологии в настоящее время ограничено.

Применение лучевой терапии (ЛТ) в лечении РЯ имеет долгую и непростую историю. В 1950–е годы, до эры химиотерапии, операция с адъювантной лучевой терапией была основным методом лечения данной патологии. В связи с преимущественным распространением эпителиального рака яичников в пределах брюшной полости и малого таза, преобладанием интраабдоминальных рецидивов облучению подлежала вся брюшная полость и малый таз. Попытки ограничиться облучением только малого таза, даже при ранних стадиях, оказались неэффективными [4].

Адъювантное тазово-абдоминальное облучение

В 1992 г. Dembo A.J. проанализировал накопленный опыт ЛТ с тазово-абдоминальным облучением (ТАО) рака яичников I — IV стадий: применявшиеся в то время методики облучения брюшной полости «смещающимися полосами» и открытыми полями показали сопоставимую эффективность и токсичность, но предпочтение было отдано облучению открытыми полями в связи с более упрощенной техникой. Независимо от техники облучения наиболее тяжелыми и частыми были осложнения, связанные с кишечной непроходимостью, потребовавшие в 5,6% (от 1,4% до 14%) хирургического лечения. Риск кишечной непроходимости был выше при дозах на малый таз более 45 Гр и дозах на всю брюшную полость (БП) более 25 Гр. Наилучший результат от адъювантной ЛТ с ТАО был получен у пациенток промежуточного риска (II–III ст., Grade 1 и I–II ст., Grade 2–3) и при отсутствии макроскопической опухоли в верхнем отделе брюшной полости и небольшой (менее 2 см) макроскопической опухоли в малом тазу. 5-летняя общая выживаемость (ОВ) в этой группе составила 75%. У пациенток высокого риска (II ст., Grade 3 и III ст., Grade 2–3) адъювантная ЛТ с ТАО оказалась менее эффективной, 10-летняя выживаемость без рецидива (ВБР) составила лишь 20% [4].

Осложнения ЛТ с облучением всей брюшной полости и неудовлетворительные результаты у пациенток с III стадией послужили основанием для поиска альтернативных методов лечения. Последующий прогресс в лечении РЯ связан с химиотерапией (ХТ). В 1970-е годы ХТ рака яичников основывалась на применении алкилирующих препаратов (мелфалан, хлорамбуцил, тиофосфамид), результаты применения которых оказа-

лись сопоставимы с адъювантной ЛТ с ТАО при меньшей токсичности ХТ [5]. С появлением препаратов платины началась новая эра в лечении РЯ. Платиносодержащая ХТ оказалась более эффективной, менее токсичной и более доступной в сравнении с ЛТ при адъювантном лечении РЯ I–III стадий [6, 7]. С этого времени ЛТ с ТАО стала все меньше использоваться, а с 2007 г. была исключена из рекомендаций по лечению рака яичников NCCN (National Comprehensive Cancer Network). Стандартным вариантом лечения РЯ в настоящее время является выполнение оптимальной циторедуктивной операции с адъювантной химиотерапией препаратами платины и таксанами [6].

Вместе с тем, проблема лечения пациенток с местно-распространенным процессом и редкими несекреторными гистологическими типами рака яичников по-прежнему остается актуальной. В 2016 г был опубликован анализ базы данных SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results) с 2004 по 2011 годы, включавший 15 829 пациенток со светлоклеточной, муцинозной и эндометриоидной карциномами яичников I–III стадиями, из которых 450 была проведена адъювантная ЛТ. Отмечено улучшение 10-летней ОВ у пациенток с III стадией, получивших адъювантную ЛТ (36% против 30%), а наилучший результат был у пациенток с муцинозным гистотипом, 10-летняя ОВ составила 45% с ЛТ и 26% — без облучения [7]. Эти результаты свидетельствуют о том, что роль ЛТ при местно-распространенном РЯ требует дальнейшего изучения, хотя возврат к адъювантному тазово-абдоминальному облучению маловероятен.

Консолидирующая терапия

«Золотым стандартом» лечения РЯ является ХТ таксанами и платиной, что, впрочем, не решило проблему высокого риска рецидивов. Более, чем у 70% пациенток с III стадией РЯ в течение двух лет после терапии первой линии развиваются рецидивы [8]. В этой связи следующей задачей стал поиск методов консолидирующей или поддерживающей терапии, продляющих ремиссию после операции и адъювантной ХТ. Несмотря на токсичность, были предприняты попытки использовать тазово-абдоминальное облучение с консолидирующей целью. В австрийском рандомизированном исследовании (1999 г.) консолидирующая ЛТ с ТАО при полном клиническом ответе после 6 циклов адъювантной ХТ улучшила ВБР и ОВ в сравнении с наблюдением. Наибольший выигрыш был у пациенток с III стадией, 5-летняя ВБР выросла с 19% до 45% ($p = 0.0061$), а 5-летняя ОВ — с 26% до 59% ($p = 0.012$) [9].

Может ли консолидирующая ЛТ с ТАО конкурировать с поддерживающей ХТ. Этот вопрос был изучен

в нескольких рандомизированных исследованиях. В исследовании Swedish-Norwegian OCSG 172 пациентки с III стадией РЯ после оптимальной циторедукции и адъювантной ХТ были рандомизированы на три группы: получивших ТАО с дозой 20 Гр за 20 фракций и буст на малый таз до 40,4 Гр; получивших ХТ (6 циклов с цисплатином 50 мг/м² и доксорубицином 50 мг/м² или эпирубицином 60 мг/м²) и группу наблюдения [10]. При полном морфологическом ответе, подтвержденном морфологически («second look surgery»), 5-летняя выживаемость без прогрессии (ВБП) составила 56%, 36% и 35%, соответственно ($p=0,032$), 5-летняя ОВ в группе с ЛТ также оказалась выше и составила 69% в сравнении с 57% в группе с ХТ, но при наличии остаточной микроскопической опухоли не было достоверных различий между ЛТ и ХТ. В группе с ЛТ было меньше рецидивов, но выше токсичность, поздние кишечные осложнения Grade 3 составили 10%. Автор исследования считает, что ТАО с консолидирующей целью при полном морфологическом ответе после ХТ имеет перспективы при условии снижения токсичности [10].

К сожалению, другим авторам не удалось подтвердить эти результаты [11, 12, 13]. В рандомизированном исследовании North Thames Ovary Group сравнили эффективность консолидирующей терапии с ТАО (24 Гр) и ХТ с карбоплатином (5 циклов). В исследование было включено 117 пациенток с IIB-IV стадиями РЯ после операции и ХТ с карбоплатином с резидуальной опухолью ≤ 2 см [11]. Авторы отметили хорошую переносимость и низкую токсичность в обеих группах, но был случай смерти, связанный осложнением после ЛТ. 5-летняя ОВ оказалась низкой в обеих группах и составила 32%. Аналогичные результаты получены в исследовании West Midlands Trial II. Lawton F. et al. рандомизировали 109 пациенток с IIB-IV стадиями РЯ на получивших консолидирующую ЛТ (доза на БП составила 22,5 Гр и на малый таз — 45 Гр) или хлорамбуцил в течение года. 2-х летняя ОВ составила 35%, токсичность оказалась высокой в обеих группах, лишь половина всех пациенток смогли завершить лечение. Авторы считают, что нет оснований для консолидирующей ЛТ или ХТ хлорамбуцилом после операции и ХТ с цисплатином [12]. Еще одно рандомизированное исследование (GONA) было остановлено досрочно из-за явных преимуществ консолидирующей ХТ над ТАО. 41 пациентка с III-IV стадиями РЯ после операции и ХТ с полным клиническим ответом были рандомизированы на получивших ТАО (доза на БП составила 30,2 Гр и 43,2 Гр — на малый таз) или 3 цикла ХТ на основе препаратов платины. При медиане наблюдения 1,8 года прогрессирование отмечено у 55% больных в группе с ЛТ и у 29% в группе с ХТ [13].

Мета-анализ 2010г, включавший 29 исследований, показал, что консолидирующая и поддерживающая

химиотерапия улучшают ОВ и ВБП в сравнении с наблюдением, а наилучший результат следует ожидать у пациенток с распространенными стадиями и полным клиническим или патоморфологическим ответом после терапии первой линии [14]. Однако, в Кокрейновском обзоре 2013г, включавшем 8 рандомизированных исследований и 1644 пациентки РЯ, не удалось получить убедительных данных, подтверждающих влияние поддерживающей ХТ препаратами платины, доксорубицином или паклитакселом на общую выживаемость в сравнении с наблюдением [15].

Следует признать, что на сегодняшний день проблема продления безрецидивного периода после терапии первой линии при распространенном РЯ не решена. Последнее объясняет сохраняющийся интерес к ЛТ с ТАО и попытки справиться с токсичностью за счет поиска оптимальной дозы [16]. В 1998 г. Fyles A.W. et al. опубликовали результаты рандомизированного исследования, показавшего, что ТАО с дозой 22,5 Гр и 27,5 Гр сопоставимо по показателям 5-летней ОВ и ВБП. Однако этого уровня доз оказалось недостаточно для обеспечения высокого локального контроля, 72% всех рецидивов локализовалось в малом тазу и/или брюшной полости [17]. Полученные результаты послужили основанием для последующих исследований с эскалацией дозы. Firat S. et al. в 2003г опубликовали отдаленные результаты высокодозного облучения брюшной полости у 71 пациентки с I-III стадиями РЯ после операции с или без ХТ. Средняя доза на БП составила 36 Гр (9–45,5 Гр), на малый таз — 51 Гр (16–59 Гр). Увеличение дозы на брюшную полость ≥ 36 Гр снизило риск абдоминальных рецидивов с 49% до 18% ($p = 0.006$), но увеличило риск кишечной непроходимости. В 11% случаев потребовалось хирургическое лечение тонкокишечной непроходимости. Авторы исследования уверены, что перспективы ЛТ рака яичников связаны с возможностью снижения риска осложнений. [18].

Лучевая терапия с модуляцией интенсивности и стереотаксическая ЛТ

Технические возможности контроля токсичности ЛТ появились уже в новом веке. Высокопрецизионные технологии, в частности лучевая терапия с модуляцией интенсивности (ЛТМИ) и стереотаксическая ЛТ (СТЛТ), обеспечили точное подведение дозы при хорошей защите органов риска. В 2010 году Rochet N. et al. опубликовали результаты исследования I фазы, в котором 10 пациенток с III стадией рака яичников после оптимальной циторедуктивной операции и адъювантной ХТ с карбоплатином и таксанами получили с консолидирующей целью ЛТМИ с подведением на всю брюшную полость 30 Гр за 20 фракций по 1,5 Гр. ЛТМИ обеспечила

хорошее распределение дозы в пределах всей брюшной полости, включая области наиболее частых рецидивов, такие как капсула печени, диафрагма, параортальные и тазовые лимфатические узлы. В сравнении с 3-D конформной ЛТ удалось снизить дозу на печень, почки и костный мозг. При медиане наблюдения 23 месяца диагностированы три случая интраперитонеальных рецидивов и один случай метастазов в печень.

Однако поздних осложнений избежать не удалось. Тонкокишечная непроходимость развилась у трех пациенток через 2,5, 3 и 13 месяцев после ЛТ [19]. Тем не менее, авторы посчитали опыт успешным и инициировали в 2011 году исследование II фазы OVAR-IMRT-02, в которое были включены 37 пациенток с III стадией РЯ после оптимальной циторедуктивной операции и адъювантной ХТ, получившие полный ответ после лечения. Консолидирующая ЛТМИ проводится по аналогичной схеме с подведением на всю брюшную полость 30Гр за 20 фракций по 1,5Гр в течение 4 недель [20]. Rochet N. et al. отказались от дополнительного облучения малого таза в связи с риском увеличения кишечной токсичности и отсутствием убедительных данных улучшения выживаемости. До настоящего времени окончательные результаты этого исследования не опубликованы.

Вместе с тем, очевидно, что ТАО, в том числе с применением современных технологий, неизбежно требует ограничения дозы, что не позволяет в полной мере реализовать возможности данного метода. Последнее подтверждается результатами паллиативной терапии с локальным подведением тумороцидных или близких к ним доз. В исследовании Machida S. et al. у 33 пациенток с локо-регионарными рецидивами рака яичников удалось облучить все опухолевые очаги одним полем с использованием 3-D конформной ЛТ с медианой дозы 60 Гр (42–65 Гр). Получен ответ в 66% случаев с локальным контролем — 100%. Медиана выживаемости до прогрессии составила 10 месяцев, а медиана ОВ — 20 месяцев. Облучение локализованных рецидивов с дозой 50–60 Гр оказалось эффективнее предшествующей ХТ [21]. Brown A.P. et al. показали возможность облучения вовлеченными полями (involved field RT) рецидивов в лимфатических узлах и экстранодальных рецидивов рака яичников с дозой 45Гр. 5-летний локальный контроль (ЛК) составил 71% [22].

Применение ЛТ при рецидивах после предшествующей ХТ было ограничено из-за представлений о наличии перекрестной резистентности к ЛТ и препаратам платины. Choi N. et al. изучили эффективность ЛТ рецидивов РЯ со средней биологической эффективной дозой (БЭД) 50,7 Гр (от 28,0 до 79,2 Гр). 1-летний и 2-летний локальный контроль составили 66% и 55%, соответственно. ЛК был выше при облучении локо-

гиональных рецидивов в сравнении с отдаленными метастазами и при БЭД 50 Гр и более, при этом оказалось, что резистентность к ХТ, хотя и увеличивает риск прогрессии после ЛТ, но не коррелирует с возможным ответом на облучение.

Новые возможности безопасной эскалации дозы при облучении локализованных рецидивов или метастазов связаны с СЛТ, что позволило добиваться длительной ремиссии у пациентов с олигометастазами злокачественных новообразований гинекологического профиля, включая рак яичников [23, 24]. Mesko S. et al. оценили результаты СЛТ с медианой дозы 40Гр за 5 фракций. Положительный ответ был получен в 83% случаев с достижением полного ответа в 17%. Эффективность была выше при опухолях менее 2 см и большем значении БЭД (79,0 против 59,6 Гр, $p = 0.027$) [23]. Lalisca C. et al. получили полный ответ в 64% случаев после СЛТ с дозой 24Гр за 1 фракцию или 27Гр за 3 фракции. Все пациентки с рецидивами РЯ получили ХТ после СЛТ [24]. Преимущества СЛТ наиболее полно реализуются при метастазах в регионарные лимфатические узлы, возможности конвенционального облучения которых ограничены из-за близости органов риска [25]. Достижение высокого локального контроля не исключает прогрессию заболевания вне поля облучения, что определило необходимость сочетания локального облучения рецидивов с ХТ. Kunos C.A. et al. провели исследование I фазы для оценки безопасности ХТ до СЛТ с тазово-абдоминальными рецидивами, в том числе у пациенток с рецидивами РЯ. В первый день лечения вводился карбоплатин (AUC2 или 4) и гемцитабин (600–800 мг/м²) и с 2 по 4 дни проводилась СЛТ с дозой 24Гр за 3 фракции по 8 Гр. Частичный ответ получен в 79%, стабилизация — в 21% [26]. Полученные результаты свидетельствуют о эффективности и низкой токсичности высокопрецизионного и высокодозного облучения рецидивов, обеспечивающего не только стойкий локальный контроль, но и, возможно, оказывающего системное действие за счет абскопального эффекта [25].

Заключение

Местно-распространенный рак яичников остается трудноизлечимым заболеванием с частыми рецидивами. Следует признать, что несмотря на успешную терапию первой линии в большинстве случаев, не решена проблема обеспечения стойкого локо-регионарного контроля. Усовершенствованные лучевые методы с более низкой токсичностью привели к возобновлению интереса к использованию лучевой терапии для лечения метастатического рака в различных локализациях, включая рак яичников. Токсичность ограничивала использование этого метода лечения. Однако

понимание молекулярных различий гистологических подтипов рака яичников с дифференцированным ответом как на химиотерапию, так и на лучевое лечение возобновило новый интерес к потенциальному применению лучевой терапии. Очевидно, также, что облучение всей брюшной полости не может конкурировать с платиносодержащей ХТ в адъювантном режиме, но, с учетом возможностей современных технологий

лучевой терапии, роль ТАО при местно-распространенном РЯ требует дальнейшего изучения. Локальное облучение рецидивов РЯ имеет все основания для более широкого и раннего применения с целью продления жизни больных. При возможности высокодозного облучения всех интраабдоминальных рецидивов вероятность достижения полной и длительной ремиссии возрастет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 г. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой // М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. – илл. – 236 с
2. National Comprehensive Cancer Network. NCCN clinical practice guidelines in oncology: ovarian cancer including fallopian tube cancer and primary peritoneal cancer (version 2.2018) [Internet].
3. Redman C.W., Mould J., Warwick J. et al. The West Midlands epithelial ovarian cancer adjuvant therapy trial. //Clin Oncol (R Coll Radiol). 1993;5(1):1–5. doi:10.1016/s0936–6555(05)80682-x
4. Dembo A.J. Epithelial ovarian cancer: the role of radiotherapy. //Int J Radiat Oncol Biol Phys 1992, 22:835–845. doi:10.1016/0360–3016(92)90777-f.
5. Klaassen D, Shelley W, Starreveld A, Kirk M, Boyes D, Gerulath A, et al. Early stage ovarian cancer: a randomized clinical trial comparing whole abdominal radiotherapy, melphalan, and intraperitoneal chromic phosphate: a National Cancer Institute of Canada Clinical Trials Group report. J Clin Oncol (1988) 6(8):1254–63. doi:10.1200/JCO.1988.6.8.1254
6. Chiara S., Conte P., Franzone P. High-risk early-stage ovarian cancer. Randomized clinical trial comparing cisplatin plus cyclophosphamide versus whole abdominal radiotherapy. // Am J Clin Oncol. 1994 Feb;17(1):72–6. doi:10.1097/00000421–199402000–00016
7. Patel S.C., Frandsen J., Bhatia S., Gaffney D. Impact on survival with adjuvant radiotherapy for clear cell, mucinous, and endometrioid ovarian cancer: the SEER experience from 2004 to 2011. J Gynecol Oncol (2016) 27(5): e45. doi:10.3802/jgo.2016.27.
8. Ozols R.F., Bundy B.N., Greer B.E. et al. Phase III trial of carboplatin and paclitaxel compared with cisplatin and paclitaxel in patients with optimally resected stage III ovarian cancer: a Gynecologic Oncology Group study. //J Clin Oncol 2003, 21:3194–3200. doi:10.1200/JCO.2003.02.153
9. Pickel H., Lahousen M., Petru E. et al. Consolidation radiotherapy after carboplatin-based chemotherapy in radically operated advanced ovarian cancer. // Gynecol Oncol (1999) 72(2):215–9. doi:10.1006/gyno.1998.5184
10. Sorbe B. Consolidation treatment of advanced (FIGO stage III) ovarian carcinoma in complete surgical remission after induction chemotherapy: a randomized, controlled, clinical trial comparing whole abdominal radiotherapy, chemotherapy, and no further treatment. //Int J Gynecol Cancer. 2003 May-Jun;13(3):278–86. doi:10.1046/j.1525–1438.2003.13193.x
11. Lambert H.E., Rustin G.J., Gregory W.M., Nelstrop A.E. A randomized trial comparing single-agent carboplatin with carboplatin followed by radiotherapy for advanced ovarian cancer: a North Thames Ovary Group study. //J Clin Oncol. 1993 Mar;11(3):440–8. doi:10.1200/JCO.1993.11.3.440
12. Lawton F., Luesley D., Blackledge G. et al. A randomized trial comparing whole abdominal radiotherapy with chemotherapy following cisplatin cytoreduction in epithelial ovarian cancer. West Midlands Ovarian Cancer Group Trial II. //Clin Oncol (R Coll Radiol). 1990 Jan;2(1):4–9. doi:10.1016/s0936–6555(05)80210–9
13. Bruzzone M., Repetto L., Chiara S. et al. Chemotherapy versus radiotherapy in the management of ovarian cancer patients with pathological complete response or minimal residual disease at second look. //Gynecol Oncol. 1990 Sep;38(3):392–5.
14. Hess L.M., Rong N., Monahan P.O. et al. Continued Chemotherapy After Complete Response to Primary Therapy Among Women With Advanced Ovarian Cancer: A Meta-Analysis. // Cancer 2010 November 15; 116(22): 5251–5260. doi:10.1002/cncr.25487.
15. Mei L., Chen H., Wei DM. et al. Maintenance chemotherapy for ovarian cancer. //Cochrane Database Syst Rev. 2013 Jun 29;(6) doi: 10.1002/14651858.CD007414. pub3
16. Choi N., Chang J.H., Kim S., Kim H.J. Radiation for persistent or recurrent epithelial ovarian cancer: a need for reassessment. // Radiat Oncol J 2017;35(2):144–152. doi: 10.3857/roj.2017.00213.
17. Fyles A.W., Thomas G.M., Pintilie M. et al. A randomized study of two doses of abdominopelvic radiation therapy for patients with optimally debulked Stage I (n=43), II (n=71), and III (n=11) ovarian cancer. //Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1998 Jun 1;41(3):543–9. doi:10.1016/s0360–3016(98)00066–2
18. Firat S., Murray K., Erickson B. High-dose whole abdominal and pelvic irradiation for treatment of ovarian carcinoma: long-term toxicity and outcomes. // Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2003 Sep 1;57(1):201–7. doi: 10.1016/s0360–3016(03)00510–8.
19. Rochet N., Sterzing F., Jensen A.D., Dinkel J., Herfarth K.K., Schubert K., et al. Intensity-modulated whole abdominal radiotherapy after surgery and carboplatin/taxane chemotherapy for advanced ovarian cancer: phase I study. //Int J Radiat Oncol Biol Phys 2010, 76:1382–1389. doi: 10.1016/j.ijrobp.2009.03.061
20. Rochet N., Kieser M., Sterzing F. et al. Phase II study evaluating consolidation whole abdominal intensity-modulated radiotherapy (IMRT) in patients with advanced ovarian cancer stage FIGO III — The OVAR-IMRT-02 Study. //BMC Cancer 2011, 11:41 doi: 10.1186/1471–2407–11–41.
21. Machida S., Takei Y., Yoshida C., Takahashi Y., Koyanagi T., Sato N., et al. Radiation therapy for chemotherapy-resistant recurrent epithelial ovarian cancer. Oncology (2014) 86(4):232–8. doi: 10.1159/000357269

22. Brown A.P., Jhingran A., Klopp A.H. et al. Involved-field radiation therapy for locoregionally recurrent ovarian cancer. //Gynecol Oncol. 2013 Aug;130(2):300–5. doi: 10.1016/j.ygyno.2013.04.469.
23. Mesko S., Sandler K., Cohen J., Konecny G., Steinberg M., Kamrava M. Clinical outcomes for stereotactic ablative radiotherapy in oligometastatic and oligoprogressive gynecological malignancies. Int J Gynecol Cancer (2017) 27(2):403–8. doi: 10.1097/IGC.0000000000000869
24. Lalscia C. et al. Clinical Outcomes of Stereotactic Body Radiotherapy in Oligometastatic Gynecological Cancer. // Int J Gynecol Cancer. 2017 Feb;27(2):396–402. doi: 10.1097/IGC.0000000000000885
25. Fields E.C., McGuire W.P., Lin L., Temkin S.M. Radiation Treatment in women with Ovarian Cancer: Past, Present, and Future. //Front. Oncol. 2017 7:177. doi: 10.3389/fonc.2017.00177.
26. Kunos C.A., Sherertz T.M., Mislmani M. et al. Phase I trial of carboplatin and gemcitabine chemotherapy and stereotactic ablative radiosurgery for the palliative treatment of persistent or recurrent gynecologic cancer. Front Oncol (2015) 5:126. doi: 10.3389/fonc.2015.00126.

© Шарабура Татьяна Михайловна (tatyana1612@yandex.ru), Моисеенко Владимир Михайлович (moiseyenko@gmail.com),
Хаджимба Анжелла Славиковна (khadzhimba@gmail.com), Щербатых Дарья Евгеньевна (scherbatykh.d@bk.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Санкт-Петербург

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abdrakhmanov R. — Ph.D., acting associate professor, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi
a.rustam.a@mail.ru

Abdullaev E. — Assistant, Tashkent State transport university
eldorabdullayev@list.ru

Akhmedova S. — Dagestan State Medical University

Akhmetova V. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
lera-axmetova@yandex.ru

Aksenov I. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Stavropol State Medical University
p.ghost@rambler.ru

Aksyonov D. — Postgraduate student, Stavropol State Medical University

Alimagambetova A. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Kazakh University of Economics, Finance and International Trade
ainash_777@mail.ru

Amanzhanova A. — Assistant, West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
aygularystanbaevna@mail.ru

Arkhangelskaya D. — Astrakhan State Medical University
knopka.m@list.ru

Arysbek A. — International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi
arysbek.alymkhan@mail.ru

Askerova A. — Postgraduate Student, Surgut State University

Astrakhanov Ə. — West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
astrakhanov.akezhan@mail.ru

Ataeva L. — Dagestan State Medical University, Makhachkala
leyla.ataeva1988@gmail.com

Ataeva Z. — Candidate of Medical Sciences, docent, Dagestan State Medical University, Makhachkala
kzn1957@mail.ru

Azieva G. — Eurasian National University. L.N. Gumilyov
gulmira_azieva@mail.ru

Azimov A. — Assistant, Tashkent State transport university
azimovabdulhay1707@gmail.com

Babaritsky P. — Graduate student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «National Research University ITMO»
redbear95@gmail.com

Barysheva A. — Programmer-analyst, «ECO-TOMSK» Ltd. (Tomsk)
alexandramelnikk@mail.ru

Beibalaeva A. — Assistant, Dagestan State Medical University, Makhachkala

Belyakova E. — Postgraduate student, Moscow Technological University (MIREA); Senior Lecturer, State University of Land Use Planning
ekaterinaw@list.ru

Berezkin A. — Candidate of Medical Sciences, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
asberezkin@yandex.ru

Bezverkhy O. — Deputy general director, JSC "Machine-building design bureau" Fakel "named after academician P.D. Grushin"
bezverkhy@mail.ru

Blagodurov I. — Postgraduate student, Kaliningrad State Technical University
ilya.blagodurov@klgtu.ru

Budaichiev G. — Dagestan State Medical University
gasan.budaychiev005@mail.ru

Chernysheva E. — Astrakhan State Medical University
lena.chernysheva@inbox.ru

Darwin V. — Professor, Surgut State University

Dedkov Yu. — Postgraduate, Immanuel Kant Baltic Federal University
yuri.dedkov@gmail.com

Dmitrieva E. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kursk State University
sv-dmitr@yandex.ru

Gasimov F. — Doctoral student, Agricultural Research Institute of the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, c. Baku
ceyhun_qasimov_75@mail.ru

Gavrilov A. — Associate professor of Bauman Moscow State Technical University, Moscow
alexgavrilov@mail.ru

Gulyamov Z. — Senior Lecturer, Tashkent State transport university
javlonbek1207@gmail.com

Gumenyuk L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, S.I. Georgievsky Medical Academy (a structural division of the Federal State Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky KFU")
lesya_gymenyuk@mail.ru

Guseynova R. — Candidate of Medical Sciences, docent, Dagestan State Medical University, Makhachkala
crezeda600512@mail.ru

Haqverdiyeva R. — Azerbaijan Medical University, Baku city
raya.hagverdiyeva@gmail.com

Hasanova G. — Scientific worker of the Institute of Microbiology National Academy of Sciences of Azerbaijan
gulnarahasan.m@gmail.com

Huseynova L. — Azerbaijan Medical University, Baku city
royahuseynova2006@gmail.com

Igovskaya A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
igovskaya@gmail.com

Iskakova A. — PhD doctoral student, assistant, West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
Phd1013@mail.ru

Kapitanov A. — Assistant, National Research University "MIET»
andrey@kapdx.ru

Karataeva P. — Postgraduate, Immanuel Kant Baltic Federal University
karataeva.polina@list.ru

Khadzhimba A. — Doctor of Medical Sciences, St. Petersburg Clinical Research and Practice Center for Specialized Types of Medical Care (Oncological)»
khadzhimba@gmail.com

Khmelevskoy V. — Kursk state medical University
vadimdoctor42@yandex.ru

Khrapov S. — Graduate student, State Educational Institution of Higher Education Moscow Region «University of technology», Korolev
hrapov123@mail.ru

Khudenko V. — Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University
VKHudenko@kantiana.ru

Kiseleva M. — Astrakhan State Medical University
kiseleva_m_a@mail.ru

Kolyazov K. — Ph.D., associate professor, BITU FSBEI VO (branch) "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University) "
kaskad006@mail.ru

Komissarova O. — Assistant, FSBEI HE "Dagestan State Medical University "MH RF of Internal Diseases
dgma_mo@mail.ru

Kondrashova I. — PhD in Pedagogy, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S. Turgenev»
eco-kondrashova@yandex.ru

Kondykova N. — PhD in Agriculture, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S. Turgenev»
nkondykova@yandex.ru

Krasnov E. — Associate Professor, Surgut State University

Kryukov A. — Researcher, Almaz-Antey Aerospace Defense Concern JSC
kryukov.a_almaz@bk.ru

Kukushkin E. — Post-graduate student, Ulyanovsk State University; The doctor the traumatologist-orthopedist, doctor of ultrasonic diagnostics, City budget healthcare Institution Clinical Hospital No. 6 named after G. A. Zakhar'in, Penza
kep131289@gmail.com

Kurbanova S. — Dagestan State Medical University

Kurgambekova M. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
kaf-inf5@mail.ru

Kurmangazin M. — Ph.D., professor, West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
mskurmangazin@mail.ru

Kutetov D. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Institution of Further Professional Education "Central state medical Academy" the administration of President of the Russian Federation; Federal Clinical hospital №1" administrative Department of the President of the Russian Federation, (Moscow)
kutepovde@gmail.com

Kuzmichev B. — Astrakhan State Medical University
bog13@list.ru

Lebedeva A. — S.I. Georgievsky Medical Academy (a structural division of the Federal State Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky KFU»)
anna96lebedeva@yandex.ru

Lomazov A. — Postgraduate, Belgorod National Research University
lomazov_a@bsu.edu.ru

Makaeva E. — Dagestan State Medical University

Makovsky K. — Graduate student, Far Eastern Federal University, Vladivostok
makovskii_ke@dvvu.ru

Mamedov S. — Postgraduate student, Surgut State University

Mammaev S. — Dr.Sci. (Med.), Professor, FSBEI HE "Dagestan State Medical University "MH RF
digma@list.ru

Mayboroda Yu. — Associate professor, Stavropol State Medical University

Midlenko O. — Director of the Inza branch of the Ulyanovsk State University, Inza; Professor, Ulyanovsk State University, Ulyanovsk

Midlenko V. — Director of the Institute of medicine, ecology and physical culture; Doctor of Medical Sciences, Professor, Ulyanovsk State University

Moiseyenko V. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Director, St. Petersburg Clinical Research and Practice Center for Specialized Types of Medical Care (Oncological)"
moiseyenko@gmail.com

Muskhadzhiev A. — PhD (Med.), Assistant, FSBEI HE "Dagestan State Medical University "MH RF
muskhadzhiyev76@list.ru

Naing Min Tun — PhD student of Bauman Moscow State Technical University, Moscow
naingminhtun52@gmail.com

Nurlanova G. — PhD doctoral student, Assistant, West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
gul_88_25@mail.ru

Nurmukhamedov T. — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Tashkent State transport university
ntolaniddin@mail.ru

Nyan Linn Tun — PhD student of Bauman Moscow State Technical University, Moscow
nyanlin54@gmail.com

Odinokova E. — Ph.D., associate professor, BITU FSBEI VO (branch) "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University) "
eodinokova@mfmgu.ru

Omarova H. — Dagestan State Medical University

Osmanova A. — Candidate of Medical Sciences, docent, Dagestan State Medical University, Makhachkala
aida_osmanova_1907@mail.ru

Ostapenko A. — Senior Lecturer, BITU FSBEI VO (branch) "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University)"
hardlinka@mail.ru

Parahina O. — Candidate of pedagogical sciences, Senior Lecturer, Kursk state medical University
parahina-1970@mail.ru

Pasechnik I. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Institution of Further Professional Education "Central state medical Academy" the administration of President of the Russian Federation
pasigor@yandex.ru

Pyae Phyo Paing — PhD student of Bauman Moscow State Technical University, Moscow
ppaing12@gmail.com

Rosenfeld I. — Ph.D., surgeon, Tver State Medical University
iiggo@mail.ru

Russkov O. — Post-graduate student, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
vtz_energo@mail.ru

Ryazantsev A. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State Medical University
riazantsiev47@mail.ru

Saparkhodzhaev N. — PhD, associate professor, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi
nurbek.saparkhojayev@ayu.edu.kz

Saradgishvili S. — Ph.D., Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
SSaradg@yandex.ru

Scherbatykh D. — Researcher, St. Petersburg Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care (Oncology)
scherbatykh.d@bk.ru

Shaimardanov A. — Postgraduate student, Surgut State University
dezurengoi@yandex.ru

Shamilova S. — Candidate of Medical Sciences, assistant, Dagestan State Medical University, Makhachkala
Sabina.shamilova.84@mail.ru

Sharabura T. — Ph.D., State Medical Institution "St. Petersburg Clinical Research and Practice Center for Specialized Types of Medical Care (Oncological)"
tatyana1612@yandex.ru

Shatalova E. — Doctor of biological Sciences, Professor, Kursk state medical University
mikrobel@yandex.ru

Shiryaev A. — Head of Technical Support, MULTIPAS LLC
alex-sh2@yandex.ru

Shlapakova S. — PhD in Biology, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering Technological University»
shla-svetlana@yandex.ru

Smirnov D. — Ph.D., associate professor, BITU FSBEI VO (branch) "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University)"
dsmirnov@mfmgtu.ru

Sultanova O. — Astrakhan State Medical University
oksanka.sultanova@mail.ru

Tarasova T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
zlova-tp@rudn.ru

Thet Aung Thu — PhD student of Bauman Moscow State Technical University, Moscow
thetathu@gmail.com

Trokoz D. — Ph.D., docent, Penza State Technological University
trokoz@penzgtu.ru

Tuchkina L. — Ph.D., associate professor, BITU FSBEI VO (branch) "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University)"
ltuchkina@mfmgtu.ru

Uzbekova L. — S.I. Georgievsky Medical Academy (a structural division of the Federal State Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky KFU")
leila1998.999@mail.ru

Varganova A. — Postgraduate student, Surgut State University
Alexvarg24@yandex.ru

Vesnina N. — Neurologist, City Clinical Hospital No. 14, Yekaterinburg
vesninans@mail.ru

Vishneva E. — Cardiologist of the highest category, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Ural State Medical University; Chief Physician Family Clinic LLC, Yekaterinburg
e.m.vishneva@mail.ru

Voronkov I. — Post-graduate student, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
iliaftk@outlook.com

Yashin D. — Ph.D., associate professor, BITU FSBEI VO (branch) "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University)"
dyashin@mfmgutu.ru

Zakharov N. — PhD in Biology, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering Technological University»
zaxarov1602@yandex.ru

Zherdeva S. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Engineer for Environmental Protection (ecologist), regional state institution "Directorate for the Management of Specially Protected Natural Territories of the Kursk Region"
s.v.zherdeva@gmail.com

Zhigalova M. — Graduate student of the Anesthesiology and Resuscitation Department, Federal State Budgetary Institution of Further Professional Education "Central state medical Academy" the administration of President of the Russian Federation; Central State Medical Academy of the office of the President of the Russian Federation (Moscow)
mari-zhi91@mail.ru

Zhumagaliyeva G. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, West Kazakhstan Marat Ospanov medical university
galdau@mail.ru

Zolotareva T. — Senior lecturer, Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch) Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacks University), Lipetsk
zolotarevatatyana2016@yandex.ru

Zubkov E. — Postgraduate, Immanuel Kant Baltic Federal University
evgenyzubkov@mail.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением ".doc", или ".rtf", шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).