

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№4 2022 (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](mailto:redaktor@nauteh.ru)  
<http://www.nauteh-journal.ru>

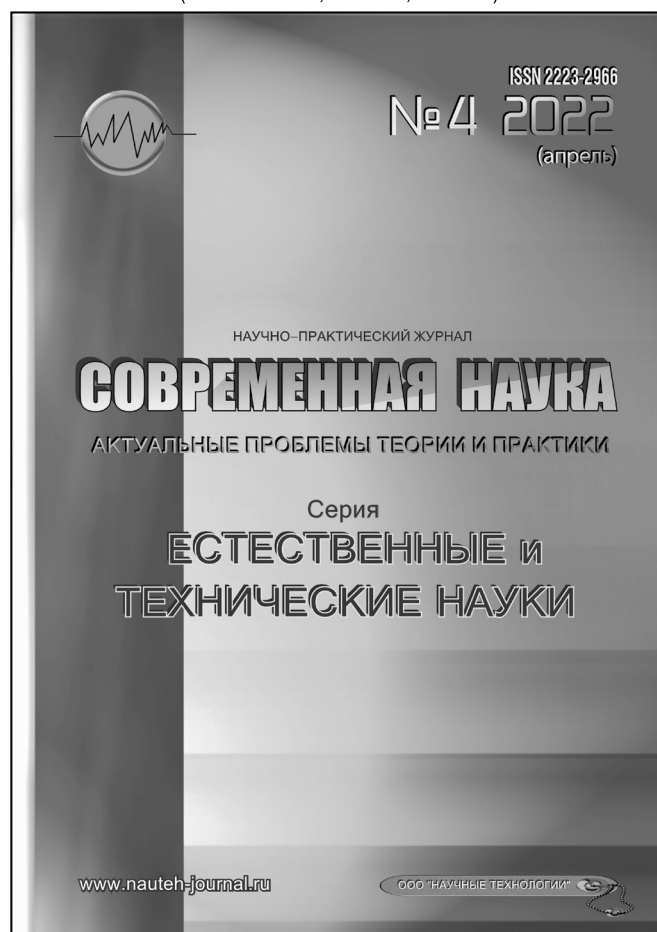
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



### В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии  
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296  
Подписано в печать 25.04.2022 г. Формат 84x108 1/16  
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



# Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## Общая биология

- Важов С.В., Важов В.М., Черемисин А.А., Гребенников О.Р., Яськов М.И., Штехман А.И.** — Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*) в Алтайском крае и Республике Алтай  
*Vazhov S., Vazhov V., Cheremisin A., Grebennikov O., Yaskov M., Shtekhman A.* — White-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) in the Altai territory and the Altai Republic.....7
- Варакина М.И., Трофимова Е.С., Левченко Я.А.** — Экологическая политика КНР в конце XX века  
*Varakina M., Trofimova E., Levchenko Ya.* — Environmental policy of PRC at the end of the XX century..... 12
- Зейналова А.М.** — Рост и развитие растений граната обыкновенного в различных экологических условиях  
*Zeynalova A.* — Growth and development of pomegranate plants under various environmental conditions..... 19
- Максимович К.Ю., Федоров Д.С.** — Анализ динамики численности сообщества жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах сельскохозяйственных культур лесостепной зоны Западной Сибири  
*Maksimovich K., Fedorov D.* — Population dynamics analysis of the ground beetle community (Coleoptera, Carabidae) in the agricultural crop agrocenoses of the forest-steppe zone of Western Siberia ..... 25

## Информатика, вычислительная техника и управление

- Азаров В.Г.** — Регуляторы рынка ИКТ как социально-экономический аспект информатизации и цифровизации общества  
*Azarov V.* — ICT market regulators as a social and economic aspect of informatization and digitalization of society ..... 35

- Аношенкова Е.В.** — Динамическое моделирование в кратковременном прогнозировании нагрузки  
*Anoshenkova E.* — Dynamic modeling in short-term load forecasting ..... 43
- Берг Д.Б., Адияк Е.В., Папуловская Н.В., Глушков Я.С., Глушкова М.А.** — Разработка приложения для управления системой взаимопомощи в сообществе лиц с ограниченными возможностями  
*Berg D., Adiyak E., Papulovskaya N., Glushkov Ya., Glushkova M.* — Development of an application to manage a mutual assistance system in the community of people with disabilities ..... 48
- Бобышев П.П.** — Методологические способы проведения оценки эффективности разработки инновационного проекта  
*Bobyshev P.* — Methodological methods for assessing the efficiency of the development of innovative project ..... 59
- Васильев А.С., Рыжиков С.С., Агуреев И.А.** — Пассивные методы и способы защиты конфиденциальной информации от утечки по каналу ПЭМИ  
*Vasilyev A., Ryzhikov S., Agureev I.* — Passive methods and ways to protect confidential information from leakage through the PEM channel ..... 63
- Егоров Е.Ю.** — Разработка программного средства для расчета последовательности обслуживания заявок на ремонт интегрированной системы безопасности  
*Egorov E.* — Development of a software tool for calculating the sequence of servicing requests for the repair of an integrated security system ..... 73
- Зикратов И.А., Шахсуварова И.В.** — Применение сверточной нейронной сети для обнаружения автомобилей экстренных служб с помощью видеокамер в условиях интенсивного дорожного движения  
*Zikratov I., Shakhshvarova I.* — Using a convolutional neural network to detect emergency vehicles using video cameras in heavy traffic ..... 79

<b>Красов А.В.</b> — Метод обнаружения сетевой стеганографии на основе статистического распределения полей сетевых пакетов <i>Krasov A.</i> — A method for detecting network steganography based on the statistical distribution of network packet fields..... 84	<b>Савельев Р.Н.</b> — Выбор оптимального алгоритма выявления нарушений информационной безопасности наземного комплекса управления полетами для спутниковой сети связи <i>Saveliev R.</i> — Selection of the optimal algorithm for detecting information security breaches of the ground flight control complex for a satellite communication network..... 124
<b>Крахмалев Д.В., Демидов Л.Н., Лосева В.В.</b> — Разработка архитектуры реконфигурируемой суперкомпьютерной структуры <i>Krakhmalev D., Demidov L., Loseva V.</i> — Development of the architecture of a reconfigurable supercomputer structure ..... 92	<b>Хаматех И.Н.</b> — Алгоритмы PSO, FA и GD для прогнозирования сбоев промышленности <i>Hamateh I.</i> — PSO, FA and GD algorithms for predicting industry failures..... 130
<b>Ларионов К.О.</b> — Разработка метода прогнозирования и распределения трафика системы сбора и анализа информации <i>Larionov K.</i> — Development of a method for forecasting and traffic distribution of an information collection and analysis system ..... 98	<b>Цыганков Н.С., Петрунина А.Э.</b> — Сбалансированная система показателей эффективности инновационной инфраструктуры <i>Tsygankov N., Petrunina A.</i> — Balanced system of performance indicators of innovative infrastructure.... 137
<b>Ларионов К.О.</b> — Разработка метода контроля и распределения трафика системы сбора и анализа информации <i>Larionov K.</i> — Development of a method for monitoring and distributing traffic of an information collection and analysis system ..... 103	<b>Цыганков Н.С., Петрунина А.Э., Москалев А.К.</b> — Модель управления воронкой коммерциализации инноваций <i>Tsygankov N., Petrunina A., Moskalev A.</i> — Innovation commercialization funnel management model ..... 145
<b>Ляшков М.А., Пчелинцев С.Ю., Ковалева О.А.</b> — Метод обнаружения и анализа аномального HTTP-трафика с помощью языковых моделей и векторного представления HTTP-запросов <i>Liashkov M., Pchelintsev S., Kovaleva O.</i> — The method for detecting and analyzing anomalous HTTP traffic using natural language models and vector representation of HTTP requests..... 109	<b>Чернышова Д.С.</b> — Особенности влияния COVID-19 на состояние и развитие банковской сферы РФ <i>Chernyshova D.</i> — The influence of the pandemic development factor within the Russian Federation on the interaction between the state and the banking sector..... 152
<b>Попов А.А., Тихонов М.Р., Шикун О.С.</b> — Методологический подход к определению сущности и оценке эффективности <i>Popov A., Tikhonov M., Shikula O.</i> — Methodological approach to essence determination and assessment efficiency..... 118	<b>Чжун Жуйюй</b> — Обучение словарю с помощью оптимального транспорта для нейронного машинного перевода <i>Zhong Ruiyu</i> — Vocabulary learning via optimal transport for neural machine translation..... 159



## Клиническая медицина

**Ахмедова С.Р., Омаров Н.С.-М., Эседова А.Э.** — Роль витамина D в лечении генитального эндометриоза у женщин с бесплодием

*Ahmedova S., Omarov N., Esedova A.* — The role of vitamin D in the treatment of genital endometriosis in women with infertility ..... 166

**Власов В.О.** — Особенности течения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в сочетании с коморбидными заболеваниями у больных

*Vlasov V.* — Features of the course of a new coronavirus infection (COVID-19) in combination with comorbid diseases in patients ..... 170

**Гаджиев Г., Ионин В.П.** — Особенности хирургического лечения рака ободочной кишки у пациентов пожилого и старческого возраста

*Gadzhiev G., Ionin V.* — Features of surgical treatment of colon cancer in elderly and senile patients ..... 173

**Глушков Н.И., Беляев А.М., Горшенин Т.Л.** — Современные возможности в улучшении результатов лечения больных пожилого и старческого возраста с осложненными формами рака ободочной кишки

*Glushkov N., Belyaev A., Gorshenin T.* — Modern possibilities in improving the results of treatment of elderly and senile patients with complicated forms of colon cancer ..... 179

**Долаков И.Г., Гезгиева Р.К., Гагиева Д.А., Гезгиев М.М.** — Синдром интраабдоминальной гипертензии в абдоминальной хирургии

*Dolakov I., Gezgieva R., Gagieva D., Gezgiev M.* — Intra-abdominal hypertension syndrome in abdominal surgery ..... 187

**Ефременко Ю.В., Барышев А.Г.** — Новый способ реконструкции пищеварительного тракта после гастрэктомии

*Efremenko Yu., Baryshev A.* — A new method reconstruction digestive tract after total gastrectomy .. 193

**Ковалев Н.А., Личидова К.А., Ковалев И.А.** — Влияние типа вскармливания на состояние твердых тканей зубов у детей раннего возраста

*Kovalev N., Lichidova K., Kovalev I.* — Influence of the type of feeding on the state of hard tissues of teeth in young children ..... 197

**Кокоев В.А., Цокова Л.В., Тобоев Г.В.** — Использование антигипоксантов в комплексном лечении острых остеомиелитов челюстей

*Kokoev V., Tsokova L., Toboev G.* — Use of antihypoxants in complex treatment of acute jaw osteomyelitis ..... 204

**Маркелова Е.В., Семенухин А.А., Костюшко А.В.** — Ранние маркеры неблагоприятного прогноза у пациентов с ИБС, стабильная стенокардия после стентирования коронарных сосудов

*Markelova E., Semenikhin A., Kostyushko A.* — Early markers of an unfavorable prognosis of patients with coronary artery disease, stable angina pectoris after stenting of coronary vessels ..... 207

**Пуздырева М.Н., Рожкова М.Г., Фищев С.Б., Лепилин А.В., Климов А.Г., Севастьянов А.В., Орлова И.В., Попов В.П.** — Влияние методов репродукции формы зубных дуг на ортодонтическое лечение пациентов с аномалиями окклюзии

*Puzdyreva M., Rozhkova M., Fischev S., Lepilin A., Klimov A., Sevastyanov A., Orlova I., Popov V.* — Influence of dental arch shape reproduction methods on orthodontic treatment of patients with occlusion anomalies ..... 213

**Рамазанов М.Р., Сигал Е.И., Абдурахманова З.М., Алиев Э.А.** — Аппарат для интраоперационной диагностики рака молочной железы

*Ramazanov M., Segal E., Abdurakhmanova Z., Aliyev E.* — A device for intraoperational diagnosis of breast cancer ..... 220

**Симонян Т.В.** — Состояние зубочелюстной системы и тканей пародонта у пациентов с системным остеопорозом

*Simonyan T.* — The state of the maxillary system and periodontal tissues in patients with systemic osteoporosis ..... 225

**Содномова Л.Б.** — Современные подходы терапии легочной артериальной гипертензии на клиническом примере пациентки с идиопатической ЛАГ  
*Sodnomova L.* — Modern approaches to the treatment of pulmonary arterial hypertension on the clinical example of a patient with idiopathic PAH... 229

**Содномова Л.Б., Спасова Т.Е.** — Особенности инфаркта миокарда у женщин по материалам кардиологического отделения республиканской больницы им Н.А. Семашко  
*Sodnomova L., Spasova T.* — Features of myocardial infarction in women based on the materials of the cardiology department of the N.A. Semashko republican hospital ..... 236

**Ховайко В.А.** — Миофасциальный болевой синдром лица и дисфункции височно-нижнечелюстного сустава при затрудненном прорезывании третьих моляров  
*Khovayko V.* — Myofascial pain syndrome of the face and dysfunction of the temporomandibular joint in difficult erupting of the third molar ..... 242

**Чернуха С.Н., Вильцанюк И.А.** — Сравнительная оценка эрадикационной эффективности сопутствующей четырехкомпонентной антихеликобактерной терапии  
*Chernukha S., Viltzaniuk I.* — Comparative evaluation of the concomitant four-component antihelicobacter therapy eradication effectiveness..... 248

**Юсупалиева М.М., Аухадиева А.В., Алмасуд Рами, Базалук А.В.** — Этиопатогенетические и патоморфологические особенности ВИЧ-ассоциированного туберкулеза легких  
*Yusupaliyeva M., Aukhadieva A., Almasud Rami, Bazaluk A.* — Etiopathogenetic and pathomorphological features of HIV-associated pulmonary tuberculosis ..... 253

## Информация

Наши авторы. Our Authors..... 261

Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале ..... 265

# ОРЛАН-БЕЛОХВОСТ (*HALIAEETUS ALBICILLA*) В АЛТАЙСКОМ КРАЕ И РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

## WHITE-TAILED EAGLE (*HALIAEETUS ALBICILLA*) IN THE ALTAI TERRITORY AND THE ALTAI REPUBLIC

**S. Vazhov**  
**V. Vazhov**  
**A. Cheremisin**  
**O. Grebennikov**  
**M. Yaskov**  
**A. Shtekhman**

*Summary.* The purpose of this work is to summarize information (both author's and literary) about the white-tailed eagle in the Altai Territory and the Altai Republic. In the Altai Territory, the white-tailed eagle is a rare species, but relatively prosperous, distributed in the ribbon and Ob forests, in the floodplains of the Ob and Charysh, as well as in the Kulunda lowland; the approximate number is 124–137 breeding pairs. In the Republic of Altai, most of the sightings of white-tailed eagles are nomadic individuals, the only nesting place is the Dzhulukul depression (Bokse tract).

*Keywords:* White-tailed eagle, *Haliaeetus albicilla*, Altai Territory, Republic of Altai, distribution, abundance, ecology, breeding biology, threatening factors, conservation problems.

**Важов Сергей Викторович**

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно–педагогический университет имени В.М. Шукшина», г. Бийск

**Важов Виктор Маркович**

Д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно–педагогический университет имени В.М. Шукшина», г. Бийск  
vazhov49@mail.ru

**Черемисин Алексей Александрович**

К.г.н., доцент, ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского», г. Норильск

**Гребенников Олег Романович**

К.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно–педагогический университет имени В.М. Шукшина», г. Бийск

**Яськов Михаил Иванович**

Д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Горно-Алтайский государственный университет»

**Штехман Алина Игоревна**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно–педагогический университет имени В.М. Шукшина», г. Бийск

*Аннотация.* Цель данной работы — обобщение авторских и литературных сведений об орлане-белохвосте в Алтайском крае и Республике Алтай. В Алтайском крае орлан-белохвост редкий вид, но относительно благополучный, распространён в ленточных и Приобских борах, в поймах Оби и Чарыша, а также в Кулундинской низменности; приближительная численность составляет 124–137 гнездящихся пар. В Республике Алтай большинство встреч орланов-белохвостов относятся к кочующим особям, единственным известным местом гнездования является Джулукульская котловина (урочище Боксэ).

*Ключевые слова:* Орлан-белохвост, *Haliaeetus albicilla*, Алтайский край, Республика Алтай, распространение, численность, экология, гнездовая биология, угрожающие факторы, проблемы охраны.

### Введение

Орлан-белохвост — *Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758 — редкий вид. Он занесён в Красную книгу Российской Федерации [1], региональные Красные книги: Алтайского края [2] и Республики Алтай [3], а также других субъектов России в пределах ареала. Встречается с разным характером пребывания на значительной части территории России. В своём распростра-

нении орлан тесно связан с водными объектами: крупными водоёмами и водотоками, а также болотами.

Цель данной работы — обобщение авторских и литературных сведений об орлане-белохвосте в Алтайском крае и Республике Алтай.

Научная новизна и практическая значимость работы состоит в обосновании критериев благополучия терри-

тории для сохранения жизнеспособной гнездовой группировки орлана-белохвоста на Алтае и в разработке рекомендаций по ограничению сельскохозяйственных, лесотехнических и других угроз на изучаемой территории.

### Материалы и методы исследования

Работа основана на следующих методах: абстрагирование; анализ и синтез научной информации. При этом использовались правила абстрактной логики, а также различные общенаучные и конкретно-научные принципы: идеографический, номотетический и др.

### Результаты и их обсуждение

*Распространение.* В Алтайском крае орлан-белохвост распространён в ленточных и Приобских борах, в поймах Оби и Чарыша, на участках пойм других крупных рек, а также в Кулундинской низменности [4]. Одиночных орланов видели 29 октября 2006 на границе Верхнеобского лесного массива у устья р. Чемровка и 7 октября 2007 — у южной опушки бора по Бие у г. Бийска [5, 6].

В 2009 года на нашем учётном маршруте вдоль Касмалинской ленты протяжённостью 209 км встречаемость орлана-белохвоста составила 0.014 ос./км, плотность — 7.18 (5.52–10.25) ос./100 км<sup>2</sup> [7].

В Лифляндском заказнике осенью 2012 года орлан-белохвост обнаружен на отмелях Гилёвского водохранилища [8]. Зарегистрирован летом 2014 г. на оз. Кабанье в Бурлинском районе, на Горьких озёрах в Романовском районе, на оз. Няшино в Кислухинском заказнике, на оз. Мельничное в Мамонтовском заказнике [9].

В алтайской части Салаира белохвост наблюдался нами в октябре 2017 года на р. Чумыш [10].

Большинство встреч орланов-белохвостов в Республике Алтай относятся к кочующим птицам, которые в начале прошлого века отмечались в Центральном и Юго-Восточном Алтае. На плато Укок все встречи орланов зафиксированы во второй половине лета [11, 12]. Однако позднее, в ходе наших экспедиций на Укок в июле 2006 года и в июле 2009 года орлан-белохвост здесь не отмечен, очевидно, орланы на Укоке не гнездятся, очень редко встречались лишь бродячие особи [13].

В первой половине лета в Алтайском заповеднике орлан-белохвост был обычен в островных лиственничных лесах Джулукульской котловины (1 ос./км<sup>2</sup>) и очень редок в ерниковых тундрах и на водоёмах этой части заповедника (по 0.02 ос./км<sup>2</sup>) [14].

В Центральном Алтае в Урскульской долине у с. Кара-Кобы белохвоста видели 10 апреля 1996 [15]. В целом по территории Центрального Алтая среднелетнее обилие орлана-белохвоста составляло 0.0002 (0.0003) особи на 1 объединённый км<sup>2</sup> [16].

Нами найдено гнездо орлана 27 сентября 2009 г. в 300-х м от Оби в окрестностях с. Клепиково. Расположено оно на тополе в средней части кроны в основании мощных боковых сучьев на высоте 20 м от земли. У гнезда держался слёток этого года [17]. Вероятно гнездование орлана-белохвоста в Большереченском заказнике [18], в окрестностях сёл Куликово и Язово Тальменского района [4].

В Республике Алтай орлан-белохвост гнездится в Алтайском заповеднике, где в Джулукульской котловине пара орланов-белохвостов регистрируется на гнездовании с 1990 года в урочище Боксэ в островном лесу из лиственницы сибирской *Larix sibirica*. В 2018 году жилое гнездо орланов пустовало. Вполне вероятно, пара построила новое гнездо в другом месте, так как 5 и 15 ноября 2018 молодой и взрослый орланы-белохвосты наблюдались над северным плёсом Телецкого озера [19, 20, 21]. В остальных провинциях Алтая отмечены единичные кочёвки этих птиц [22, 23, 24, 25].

*Численность.* Обширность территории и отсутствие необходимых ресурсов не позволяет подсчитать истинную численность орланов. В Алтайском крае этот показатель в прошлые годы приблизительно составлял 124–137 гнездящихся пар [26] и можно предполагать, что численность орлана-белохвоста остается здесь на относительно стабильном уровне. В Республике Алтай, как сказано выше, гнездится как минимум одна пара орланов.

*Экология, гнездовая биология.* В Алтайском крае белохвост, по-видимому, склонен к осёдлости, так как в местах гнездования встречается круглый год. Часть птиц, вероятно, на зиму мигрирует. Пары постоянны и могут занимать гнездовой участок в течение многих лет. Все известные на территории края гнёзда устроены на деревьях. Иногда орлан занимает гнёзда могильника [27].

Орлан-белохвост на места гнездования в верховские леса на Алтае прилетает в 1–2-й декадах марта [15, 28], держится в окрестностях гнездовой территории. Первая встреча орлана-белохвоста в окрестностях Барнаула на территории Гоньбинской агролесостепи отмечена 19 марта 2011. В Угловском районе орлана видели у гнезда 30 марта 2014, а у с. Подстепное Ребрихинского района одиночный белохвост наблюдался 5 апреля 2014 [9, 29].

В северных и северо-западных предгорьях Алтая и в той её части, что граничит с предгорьями, в 2004–2009 годах, гнездовых местообитаний орлана-белохвоста не установлено [30].

Орлан-белохвост может гнездиться в лесном массиве и на открытом месте [23, 28]. В борах выбирает старовозрастные сосны. Вне боров гнездится в тополёвых лесах и колках, по поймам рек и берегам озёр [4].

Для гнездования птицы чаще всего выбирают пространственные и наиболее крупные по размерам деревья часто с сухими вершинами, выполняющими роль присад [31]. Известны гнёзда орлана на ивах [32], на тополях в пойме Оби, (наши данные), а также на тополях, растущих на островах, на берёзах в лесостепи [33].

Гнездится белохвост на одном и том же месте в течение многих лет [15, 28]. Может использовать гнёзда длительное время. В.В. Тарасов, А.В. Рябицев [89] приводят данные о возможном 30-летнем возрасте гнезда орлана в Курганской области. В Обском заказнике Алтайского края нам известно жилое гнездо белохвоста, которое используется более 20 лет. Зарегистрировано 10-летнее гнездование орлана-белохвоста в Озёрно-Кузнецовском лесничестве [34].

Гнёзда орланов-белохвостов представляют собой громоздкие многолетние постройки из сучков деревьев. В пойме верхней Оби на опушке бора у с. Клепиково наблюдалось гнездо в виде площадки 1.9×2.0 м, толщиной около 2 м. Гнездовое строение располагалось на самой крупной и высокой сосне на высоте более 25 м от земли [15].

Найдена гнездовая постройка в Алтайском заповеднике в урочище Боксэ на высоком дереве со сломанной вершиной. Диаметр гнезда составил 1.24 м, диаметр лотка — 0.82 м, глубина лотка — 0.11 м, высота гнезда — 0.47 м [15]. Ежегодно подновляемые гнёзда могут быть крупнее. На севере Западной Сибири известно грандиозное по размерам гнездо высотой около 3–3.5 м и диаметром до 1.5 м, хотя оно стало заваливаться, орланы по-прежнему его использовали [35].

К откладке яиц орлан приступает в конце марта — начале апреля. В кладке 1–3 яйца, грязно-белого цвета, иногда с малозаметными буроватыми пятнами, насиживают с первого яйца в течение 36–42 дней [15]. Начало насиживания в урочище Боксэ — последняя декада апреля, первая декада мая. В гнезде, обследованном 28 апреля 1998, найдено одно яйцо; полная кладка из двух яиц отмечена 26 мая 1992; размер яиц ( $n=4$ ) изменялся в пределах 70.2–71.8×53.6–54.3 мм. При осмотре гнезда 12 июня 2011 в лотке найдены пуховой птенец в возрасте 10–12 дней и яйцо-болтун. Птенец-слётка встречен в возрасте

25–30 дней 25 июня 2001 [14]. Птенцы покидают гнездо в возрасте 2.5 месяца, в конце июля, после вылета держатся на гнездовых участках от 1 до 3 месяцев [23].

Осенние подвиги орлана на Алтае начинаются в первой половине сентября и продолжаются до поздней осени [15, 23]. В урочище Боксэ последняя встреча орлана имела место 12 сентября 2001 [14]. Пролётных орланов чаще всего наблюдали парами, возможно пара белохвостов постоянна и не разлучается на зиму [28].

На осеннем и весеннем пролётах орланы-белохвосты встречаются по всей территории Алтайского края. Одиночных, вероятно, пролётных орланов-белохвостов наблюдали 29 октября 2006 на границе Верхнеобского лесного массива у устья р. Чемровка и 7 октября 2007 — у южной опушки приречного бора [5].

А.Л. Эбель [9] приводит данные о том, что зимой 2012–2014 гг. орлана постоянно видели у оз. Светлое в заказнике «Лебединый», расположенном в Советском районе. Отмечался белохвост в Горской пойме на территории правобережья Оби в северной части Барнаула, в Егорьевском районе у с. Сросты отмечено 2 орлана, в окрестностях с. Титовка Егорьевского района орланы концентрировались у скотомогильника и базы мясозаготовителей. Белохвосты постоянно зимуют в пойме Оби в районе с. Клепиково, питаются остатками отстрелянных промысловиками копытных и других животных.

В отношении питания орлан белохвост — полифаг. Пищевой спектр чрезвычайно широк. В зависимости от условий обитания состав его пищи различен, но всегда присутствует рыба, чаще всего заморная, снулая, составляющая не менее 20% всего рациона. Добывает водоплавающих птиц, больше всего уток, предположительно, линных; млекопитающих, в основном полёвок; в некоторых случаях — амфибий и рептилий; подбирает также падаль. Некоторые орланы промышляют клептопаразитизмом — отбирают корм у более мелких пернатых хищников [15, 28, 31].

*Угрожающие факторы, проблемы охраны.* Невысокая численность орлана-белохвоста в Алтайском крае связана с низкой репродуктивной способностью. Так в Обском заказнике с 1973 по 1988 годы вылет молодых составил от одного до трёх птенцов. Кроме того, за 4 года (1985–1988) из 15 лет наблюдений в 6 гнёздах отмечено только по одному вылетевшему птенцу [15].

На ограничение численности вида в разных местах Республики Алтай влияет недостаток подходящих для гнездования мест [36]. Только в островных лиственных лесах Джулукульской котловины Юго-Восточного Алтая популяция орлана относительно стабильна [23].

Лимитируют численность орлана рубки высокоствольных прибрежных лесов, в том числе все виды выборочных рубок, вызывающие недостаток гнездопригодных деревьев, а также отстрел браконьерами в период осенней охоты и в другое время [31].

Многочисленными негативными факторами в отношении белохвоста остаются процессы деградации охотничьих стаций за счёт осушения озёрно-болотных комплексов, браконьерской добычи рыбы и дичи, гибель на бетонных опорах ЛЭП со штыревыми изоляторами и от столкновения с проводами высоковольтных ЛЭП, отравление разнообразными токсикантами и беспокойство населяющих птиц человеком. Серьёзную опасность для орланов представляют широко распространённые у браконьеров рыболовные сети, особенно китайского производства из мононити.

По мнению М.Г. Головатина и С.П. Пасхального [35] косвенное, но существенное негативное влияние на репродуктивный потенциал белохвоста оказывает появление людей вблизи гнезда там, где по соседству с белохвостом гнездятся воробьи. Они постоянно караулят орланов и очень часто расклеивают их яйца. Вспугнутые человеком орланы отлетают с гнезда в сторону и не скоро возвращаются, незащищённая кладка уничтожается воронами.

Орлан-белохвост как редкая птица занесён в Красный список МСОП, Приложение 1 СИТЕС, Приложение 2 Боннской Конвенции, Приложение 2 Бернской Конвенции, Приложения двусторонних соглашений, заключен-

ных между Российской Федерацией, Японией, Республикой Корея, Индией и КНДР об охране мигрирующих птиц; кроме того, Джулукульская котловина на территории Республики Алтай выделена как КОТР (ключевая орнитологическая территория России) международного значения [23].

## ВЫВОДЫ

В Алтайском крае орлан-белохвост редкий вид, но относительно благополучный, распространён в ленточных и Приобских борах, в поймах Оби и Чарыша, а также в Кулундинской низменности, приблизительная численность составляет 124–137 гнездящихся пар.

В Республике Алтай большинство встреч орланов-белохвостов относятся к кочующим особям, единственным известным до настоящего времени местом гнездования является Джулукульская котловина (урочище Боксэ). На изучаемой территории белохвост, по-видимому, склонен к осёдлости, так как в местах гнездования встречается круглый год.

Авторы выражают благодарность канд. биол. наук Бахтину Роману Фёдоровичу, принимавшему участие в экспедиционных работах по выявлению орлана-белохвоста на территории Алтая, а также госинспектору охотуправления Фомину Александру Егоровичу и егерю Обского заказника Тонышеву Владимиру Алексеевичу, проводившим наблюдения за гнездованием орлана в разные годы и предоставившим свои сведения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Российской Федерации: Животные. М., 2001. 860 с.
2. Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. Барнаул, 2016. 312 с.
3. Красная книга Республики Алтай (животные). Горно-Алтайск, 2017. 368 с.
4. Важов С.В., Бахтин Р.Ф. Орлан-белохвост — *Haliaeetus albicilla* (L., 1758) // Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. Барнаул, 2016. С. 165–167.
5. Важов С.В., Бахтин Р.Ф. Встречи редких пернатых хищников в окрестностях города Бийска, Алтайский край, Россия // Пернатые хищники и их охрана. 2009. № 15. С. 112–113.
6. Важов С.В. Встречи дневных хищных птиц и сов в окрестностях Бийска в осенне-зимний период // Рус. орнитол. журн. 2016. Т. 25 (1376). С. 4785–4787.
7. Николенко Э.Г., Важов С.В. Встречи редких пернатых хищников в Республике Алтай и Алтайском крае в сентябре 2009 г., Россия // Пернатые хищники и их охрана. 2010. № 18. С. 153–162.
8. Гармс О.Я. Наблюдения птиц в Лифляндском заказнике (Северо-Западный Алтай) в период сезонных миграций 2012 года // Алтай. зоол. журн. 2015. № 9. С. 61–66.
9. Эбель А.Л. О некоторых фаунистических и фенологических наблюдениях птиц в Алтайском крае (неворобьиные) // Рус. орнитол. журн. 2015. Т. 24 (1104). С. 427–450.
10. Важов С.В., Важов В.М., Черемисин А.А. Материалы к изучению ястребиных птиц Салаирского края // Рус. орнитол. журн. 2018. Т. 27 (1664). С. 4393–4403.
11. Ирисов Э.А., Ирисова Н.Л. Редкие птицы Алтая. Барнаул, 1984. 104 с.
12. Ирисов Э.А. Птицы Юго-Восточного Алтая. Барнаул, 2009. 180 с.
13. Важов С.В., Карякин И.В., Николенко Э.Г., Барашкова А.Н., Смелянский И.Э., Томиленко А.А., Бекмансуров Р.Х. Пернатые хищники плато Укок, Россия // Пернатые хищники и их охрана. 2011. № 22. С. 153–175.

14. Митрофанов О.Б. Особенности распространения орлана-белохвоста в Республике Алтай // Хищные птицы в динамической среде III тысячелетия: состояние и перспективы: Тр. VI Международной конф. по соколообразным и совам Северной Евразии. Кривой Рог, 2012. С. 206–210.
15. Кучин А.П. Птицы Алтая. Горно-Алтайск, 2004. 777 с.
16. Бочкарева Е.Н., Ливанов С.Г. Птицы Центрального Алтая: Численность, распределение и пространственно-временная дифференциация населения. Новосибирск, 2013. 544 с.
17. Важов С.В. О гнездовании орлана-белохвоста в пойме Оби, Алтайский край, Россия // Пернатые хищники и их охрана. 2009. № 17. С. 151–152.
18. Vazhov S.V. Distribution and abundance of carnivorous birds of prey (Falconiformes, Strigiformes) in the valley of the Bolshaya Rechka River (the "Bolsherechensky" state reserve, the Altai Territory, Russia) // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12 (2). P. 1495–1502.
19. <http://www.biotech-asia.org/download/Sergey-Victorovich-Vazhov/BBRAV12I02P1495-1502.pdf>
20. Митрофанов О.Б. Краткие сообщения о редких птицах Алтайского заповедника // Охрана и изучение редких и исчезающих видов животных в заповедниках. М., 1992. С. 101–103.
21. Митрофанов О.Б. Дополнительные сведения о редких видах птиц Республики Алтай // Редкие животные Республики Алтай: Материалы по подготовке второго изд. Красной книги Республики Алтай. Горно-Алтайск, 2006. С. 154–166.
22. Митрофанов О.Б. Мониторинговые наблюдения за орнитофауной на прителецких стационарах и в Джулукульской котловине в 2018 году // Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике. Горно-Алтайск, 2019. С. 101–109.
23. Бочкарева Е.Н. Новые данные по встречам редких видов птиц в Усть-Коксинском районе (Центральный Алтай) // Редкие животные Республики Алтай: Материалы по подготовке второго изд. Красной книги Республики Алтай. Горно-Алтайск, 2006. С. 167–169.
24. Митрофанов О.Б. Зимующие виды птиц Алтайского заповедника // Природные комплексы Северного Прибайкалья: Тр. Баргузинского гос. природ. биосфер. заповедника. Улан-Удэ, 2013. Вып. 10. С. 115–128.
25. Митрофанов О.Б., Кучин А.П. Орлан-белохвост — *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758) // Красная книга Республики Алтай (животные). Горно-Алтайск, 2017. С. 178–179.
26. Митрофанов О.Б. Особенности распространения орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla* в Республике Алтай // Рус. орнитол. журн. 2020. Т. 29 (2003). С. 5596–5599.
27. Карякин И.В., Смелянский И.Э., Бакка С.В., Грабовский М.А., Рыбенко А.В., Егорова А.В. Крупные пернатые хищники Алтайского края // Пернатые хищники и их охрана. 2005. № 3. С. 28–51.
28. Карякин И.В. Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*). Пернатые хищники Мира (Веб-ГИС «Фаунистика»). URL: <http://raptors.wildlifemonitoring.ru> Дата обращения: 10.11.2021.
29. Рябицев В.К. Птицы Сибири: справочник-определитель: в 2 т. Москва; Екатеринбург, 2014. Т. 1. 438 с.
30. Гармс О.Я., Эбель А.Л. Авифенология весны 2011 г. в Барнауле // Алтай. зоол. журн. 2018. № 14. С. 13–23.
31. Важов С.В. Экология и распространение соколообразных и совообразных в предгорьях Алтая. Дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2012. 188 с.
32. Поваринцев А.И., Саловаров В.О., Свиридова Е.А. Результаты исследования орнитофауны государственного природного заказника регионального значения «Туколонь» (июль-сентябрь 2014 г.) // Байкал. зоол. журн. 2016. № 2 (19). С. 87–93.
33. Феллов И.В., Тупицын И.И., Подковыров В.А., Журавлев В.Е. Птицы дельты Селенги: Фаунистическая сводка. Иркутск, 2001. 320 с.
34. Тарасов В.В., Гашек В.А., Рябицев А.В., Грачёв С.В. К фауне птиц лесостепной зоны Челябинской области // Фауна Урала и Сибири. 2018. № 2. С. 106–112.
35. Котлов А.А. К распространению редких птиц на юго-западе Кулунды // Алтай. зоол. журн. 2015. № 9. С. 69–71.
36. Головатин М.Г., Пасхальный С.П. Распространение, численность и экология орлана-белохвоста на севере Западной Сибири // Беркут. 2005. 14 (1). С. 59–70.
37. Митрофанов О.Б. Редкие виды птиц в Алтайском заповеднике и проблемы их охраны // Алтай. зоол. журн. 2015. № 9. С. 72–74.

© Важов Сергей Викторович, Важов Виктор Маркович (vazhov49@mail.ru),

Черемисин Алексей Александрович, Гребенников Олег Романович, Яськов Михаил Иванович, Штехман Алина Игоревна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА КНР В КОНЦЕ XX ВЕКА

### ENVIRONMENTAL POLICY OF PRC AT THE END OF THE XX CENTURY

**M. Varakina**  
**E. Trofimova**  
**Ya. Levchenko**

*Summary.* The problem of environmental protection from year to year does not lose its relevance. In countries with large production volumes, the government passes bills to resolve the environmental crisis. China is a rapidly developing economy with a large annual GDP growth, the share of industry is colossal. Since the end of the last century, environmental laws have been actively implemented, including bills for the protection of the atmosphere, waters, measures for protection against noise and solid waste, as well as legislative acts regarding resources. When developing new laws and policies, serious attention is paid to the problems of sustainable development. Environmental protection departments have been set up at four levels: national, provincial, city, county. China participates in international environmental cooperation, has concluded more than 30 bilateral agreements and acceded to 20 international conventions.

*Keywords:* environmental policy, environmental protection, ecology, environment, resources.

**Варакина Маргарита Игоревна**

*К.ф.н., профессор, Самарский национальный  
исследовательский университет имени академика  
С.П. Королёва*  
margo3535@yandex.ru

**Трофимова Елизавета Сергеевна**

*Преподаватель, Российский университет дружбы  
народов, г. Москва*  
trofimova.elizavetta@yandex.ru

**Левченко Ярослава Александровна**

*Национальный исследовательский университет  
Высшая школа экономики, г. Санкт-Петербург*  
yaalevchenko@edu.hse.ru

*Аннотация.* Проблема защиты окружающей среды из года в год не теряет свою актуальность. В странах с большими объемами производства правительства принимаются законопроекты по разрешению экологического кризиса. Китай — страна с быстроразвивающейся экономикой и большим ежегодным приростом ВВП, доля промышленности колоссальна. Начиная с конца прошлого века активно внедряются законопроекты по защите окружающей среды, в их числе законопроекты по защите атмосферы, вод, меры по защите от шума и твердых отходов, а также законодательные акты относительно ресурсов. При разработке новых законов и политики обращается серьезное внимание на проблемы устойчивого развития. Созданы управления по защите среды на четырех уровнях: общенациональном, провинциальном, городском, уездном. Китай участвует в международном экологическом сотрудничестве, заключил более 30 двусторонних соглашений и присоединился к 20 международным конвенциям.

*Ключевые слова:* экологическая политика, охрана среды, экология, окружающая среда, ресурсы.

**Р**абота по охране среды в КНР в современном смысле началась в 70-х гг. после совещания ООН по проблемам среды и народонаселения. В 1979 г. появился Закон о защите среды, с начала 80-х гг. охрана среды стала составляющей государственной политики. В 90-е гг. были опубликованы «10 основных мероприятий по охране среды» и «Программа на XXI век».

Было принято 6 законов по охране среды (включая защиту атмосферы, вод, меры по защите от шума и твердых отходов), а также 9 законодательных актов относительно ресурсов. Приняты комплексные законодательные акты регионального значения. В 1977 г. внесены поправки в Уголовный кодекс, обозначены преступления против среды и ресурсов. Сложилась рамочная система законодательства по охране среды. При разработке новых законов и политики обращается серьезное внимание на проблемы устойчивого развития.

Созданы управления по защите среды на четырех уровнях: общенациональном, провинциальном, городском, уездном. С августа 1996 г. по июнь 1997 г. были оштрафованы и закрыты более 65000 мелких предприятий, представляющих 15 отраслей. В бассейне р. Хуайхэ закрыто более 1100 бумажных фабрик производительностью менее 5000 т. В 1992 г. возбуждено более 63000 уголовных дел по нарушению законов, связанных с охраной среды [12, с. 18].

Конституция КНР провозглашает: «Государство принимает меры по охране и оздоровлению окружающей среды, ведет борьбу с загрязнением». Основным законодательным актом по охране природных ресурсов является «Закон КНР об охране окружающей среды», принятый 26 декабря 1989 г. на одиннадцатом заседании Постоянного комитета ВСНП седьмого созыва. В нем провозглашен основной курс на гармоничное развитие



экономического строительства, социального прогресса и охраны окружающей среды, определены права и обязанности правительств разных ступеней, общественных организаций и граждан. Китай участвует в международном экологическом сотрудничестве, заключил более 30 двусторонних соглашений и присоединился к 20 международным конвенциям. Мероприятия по охране окружающей среды и природных ресурсов включены в планы социально-экономического развития, растут бюджетные ассигнования и иностранные инвестиции в эту область.

На выполнение плана по охране окружающей среды на период десятой пятилетки (2001–2005) руководство страны ассигновало 700 млрд. юаней. Главные задачи, предусмотренные в плане, включают в себя: уменьшение объема выбросов двуокиси серы и других загрязняющих веществ; повышение коэффициента очистки городских сточных вод; улучшение качества воздуха; охрану естественных лесных ресурсов, создание лесозащитных полос, восстановление зеленого покрова на бывших пахотных угодьях; локализацию источников пыльных бурь вблизи Пекина и Тяньцзиня; охрану диких животных и растений и создание заповедников, а также проекты по восстановлению естественных пастбищ. Число показательных экологических зон к 2005 г. планируется увеличить до 120. Формируется система из 8 спутников, предназначенная для наблюдения за экологической средой и стихийными бедствиями, включая наводнения, засуху, тайфуны, землетрясение, камнепады с горных склонов, передвижение песков, лесные пожары и др. [5, С. 109–120]

Во время реформ открытости партия и правительство уделяли большое внимание вопросам экологической безопасности. В 1983 г. на втором съезде по проблемам охраны окружающей среды были определены основные политические принципы по обеспечению экологической безопасности страны. В 1995 г. на 5 пленуме ЦК партии 11 созыва была рассмотрена «Программа 9 пятилетки относительно национальной экономики и общественного развития», озвучены перспективы развития страны до 2010 г. Круг рассматриваемых вопросов, включал проблемы охраны окружающей среды, экологического строительства, а также проблемы экологической безопасности. В частности, было сказано о необходимости к 2000 г. взять под строгий контроль прогрессирующую тенденцию к загрязнению и разрушению экосистемы страны. Была поставлена задача, добиться улучшения экологической ситуации в ряде районов и крупных городов Китая, а к 2010 г. попытаться избавиться от негативных явлений в данной области в сельской местности и небольших городах. В 1999 г. на собрании постоянного комитета госсовета КНР был принят «Государственный план экологического строительства», комитет постано-

вил: в ближайшие 50 лет остановить тенденцию к разрушению в области экологии и к середине 21 века добиться улучшения ситуации уже в большинстве районов страны. В 2001 г. на съезде ВСНП была принята «Программа 10 пятилетки относительно общественного развития и развития национальной экономики». На съезде были выдвинуты следующие цели по защите окружающей среды до 2005 г.:

- а) Необходимо сдерживать и стабилизировать тенденцию к ухудшению экологической обстановки;
- б) Повысить коэффициент лесопосадок и увеличить площадь, покрытую лесными массивами до 18,2%;
- в) Проводить активное озеленение в городах и увеличить площадь городских земель, покрытых растительностью до 35%;
- г) Снизить уровень загрязнения окружающей среды на 10%; [27, с. 341]

В столице КНР уделяется пристальное внимание созданию и эффективному использованию системы охраны окружающей среды, действующей на базе подробно разработанного законодательства. В будущем Китай планирует использовать систему экологической оценки строящихся объектов, включая и регулирование количества загрязняющих веществ в городе на основе постоянного контроля степени загрязнения воды, воздуха и уровня шума.

Заявления правительства о том, что «Китай также твердо намерен пресекать случаи разрушения окружающей среды, неэффективного использования ресурсов», вызваны серьезнейшими последствиями многолетних реформ, не учитывающих экологического компонента в технологической и культурной сферах [12, с. 18].

По словам директора Национального агентства по защите окружающей среды Се Чжэньхуа, загрязнение является одним из основных факторов, сдерживающих социально-экономическое развитие страны. В то же время продолжение экономического роста при нынешней стратегии, считают многие экологи, в том числе китайские, неизбежно ведет страну в экологический тупик или даже к катастрофе [19].

Все это заставляет пекинское руководство предпринимать активные усилия в плане осмысления общемировых научно-технических проблем и конкретной китайской практики. Среди задач, стоящих перед современным китайским обществом, на первый план выдвигаются те, от решения которых зависит предотвращение гибели и само физическое существование населения страны.

«Люди, берегите природу, ибо этим уберете себя» — лозунг, под которым ведется общенациональ-

ная кампания против загрязнения окружающей среды, является современным выражением философской идеи «единения Человека и Неба». Природа для подданных поднебесной империи так и не стала отвлеченным объектом для воздействия. Людские деяния могли быть столь же грандиозными, как и свершения природы, а общественный порядок должен был воспроизводить природную жизнь. Идеальным жизненным укладом, в представлении китайцев, была простая и безыскусная жизнь на лоне природы. По мнению известного отечественного китаеведа В.В. Малявина, «для громадного большинства жителей Срединной империи немного изменилось с тех времен» [7, с. 398].

Острота экологических проблем и намерение достичь желаемых целей в сокращении загрязнения окружающей среды в короткие сроки потребовали от Пекинского руководства пристального внимания к подобному рода вопросам и принятия административно-правовых норм. Работа по охране окружающей среды в Китае была начата в 1973 г. с образования руководящей группы Госсовета, отвечающей за экологию. Руководящая группа трансформировалась в Управление по охране окружающей среды, которое в 1988 г. получило статус отдельного ведомства при Госсовете КНР.

Управление по охране окружающей среды осуществляет надзор за экологической безопасностью промышленных объектов, следит за соблюдением соответствующих норм, закрепленных законодательством. Новые производства обязаны пройти экспертную оценку и одобрение Управления, очистные сооружения должны вводиться в строй одновременно с началом выпуска продукции. Экологическая ситуация вокруг новых крупных и средних предприятий оценивается положительно. Идет работа по переносу вредных производств за пределы крупных городов.

За последние несколько лет в Китае была принята целая система законов и постановлений по охране окружающей среды, в частности, о защите воздушной среды, земельных, лесных и водных ресурсов от загрязнения и уничтожения.

Закон об охране водных ресурсов КНР § 2 статьи 7 гласит: «Народным правительством провинций, автономных районов и городов центрального подчинения разработать предписания по установке норм загрязнения водных ресурсов, определить допустимые нормы загрязнения, опираясь на государственные стандарты уровня загрязнения водных ресурсов, утвердить местные нормы загрязнения и предельные нормы загрязнения. Установленные нормы довести до сведения Министерства по защите окружающей среды при Госсовете КНР» [25].

В середине 70-х гг. возникла острая необходимость расширить правовую базу охраны лесов и свести ее в единый документ. В ударном порядке разработан и в 1979 г. принят опытный вариант Лесного кодекса КНР. Лесной кодекс явился первым систематизированным природоохранным законом КНР. В Кодексе продекларирована, прежде всего, поддержка не просто сохранения лесных ресурсов, но их быстрого количественного увеличения и качественного улучшения.

Ряд положений этого документа был дополнен к 7 сессии ЦК ВСНП 6-го созыва. Лесной кодекс во второй редакции был принят 20 сентября 1984 г. Этот документ является одним из самых больших по объему и внутренней разработанности природоохранных законов КНР. Он состоит из семи глав, 42 статей с приложением ряда статей Уголовного кодекса КНР, содержание которых прямо связано с наказаниями за причинение ущерба лесам.

Основные статьи первой главы подчиняют все виды деятельности по лесоразведению и лесопользованию действию Лесного кодекса, декларируют принадлежность лесных ресурсов всему народу (за исключением лесов, находящихся в коллективной собственности), подразделяют все леса на пять категорий, утверждают приоритетную роль государства в лесном деле, определяют права районных органов национальной автономии, обязанности лесных ведомств и отдельных граждан.

Глава вторая регламентирует формы и методы ведения лесного хозяйства, задачи и полномочия лесных ведомств, организаций, практически ведущих лесное хозяйство, а также народных правительств всех уровней в этой области.

Раздел «Охрана лесов» посвящен дальнейшей регламентации обязанностей местных народных правительств и органов по управлению лесным хозяйством, среди которых важнейшее место уделено профилактике и мероприятиям по борьбе с лесными пожарами, ликвидации их последствий.

Главы четвертая и пятая сосредоточены на конкретных вопросах лесоразведения и лесозаготовок.

Раздел «Юридическая ответственность», в отличие от Лесного кодекса 1979 г., где проблема ответственности изложена весьма рыхло и изобилует эмоциональными лозунгами «срубил одно дерево — посади два», характеризуется логикой и строгостью изложения, повышением уровня ответственности за причинение ущерба лесным ресурсам.

Кодекс завершают «Дополнительные положения», которые позволяют гибко применять отдельные поло-

жения в соответствии с местными условиями. К Кодексу приложены упоминаемые в нем статьи Уголовного кодекса КНР.

Правовая база одного из важнейших направлений экологического права максимально расширена.

Тем не менее, активная работа по развитию и совершенствованию лесоохранного законодательства продолжалась. В 1980 г. было принято «Совместное постановление ЦК КПК и Государственного совета КНР о крупномасштабных лесопосадках» — документ, значимость которого для выполнения задач лесовосстановления не уступала всем ранее принятым документам, в том числе и Лесному кодексу 1979 г. Хотелось бы отметить также следующие принципиально важные законодательные акты — «Совместное решение ЦК КПК и Государственного совета КНР о некоторых мерах по улучшению лесоохранной работы лесохозяйственных предприятий» 1981 г., документы по развитию массового движения за охрану лесов 1981 и 1982 гг., которые были законодательно закреплены очередной сессией ВСНП, а также дополнительным постановлением Государственного Совета, «Правила рубок и обновления леса» 1987 г., «Положение о предотвращении лесных пожаров» 1988 г., «Положение о борьбе с насекомыми-вредителями леса» 1989 г.

Однако все эти документы в значительной степени несли отпечаток старого административного подхода к проблеме лесопользования, в недостаточной степени учитывающего новые рыночные, хозяйственные и социальные реальности. Возникла необходимость разработки документа, комплексным образом решающего правовые проблемы использования лесных ресурсов. Это в значительной мере было достигнуто разработкой и принятием 29 апреля 1998 г. 9 сессией ВСНП 7-го созыва третьей редакцией Лесного кодекса КНР.

Целью данного Закона, как и предыдущих редакций, является развитие и рациональное использование лесных ресурсов, расширение озеленения, сохранение плодородия и влаги в почве лесных территорий, улучшение состояния окружающей среды и особенно воздушного бассейна, содействия социальному развитию и удовлетворению насущных потребностей народа.

В данном документе законодательно выдвигается требование радикально повысить эффективность всех существующих государственных фондов, так или иначе связанных с сохранением и использованием лесных ресурсов, и осуществить глубокую переориентацию акцентов их деятельности на профилактику и внедрение самых передовых технологий.

Многие статьи Лесного кодекса нацелены на повышение эффективности деятельности по охране лесных ресурсов и совершенствованию правового регулирования рубок леса.

Лесопосадки и охрана лесов в КНР являются задачей всего народа. Китайские власти призывают народные правительства всех уровней участвовать в общегосударственных мероприятиях по лесопосадкам и разворачивать конкретную деятельность по восстановлению лесонасаждений. Правительства на местах обязаны составлять долгосрочные или перспективные планы выращивания лесов и при этом обращать особое внимание на решение проблемы увеличения коэффициента годового прироста. Лесохозяйственные органы и заинтересованные инстанции, равно как и отдельные граждане, должны фиксировать такие широко распространенные виды причинения ущерба лесным ресурсам, как добыча камня, песка и гравия в лесах, заготовка хвороста и выпас скота в молодых лесах.

Совершенно новым положением не только в законодательстве об охране лесов, но и во всем природоохранном законодательстве КНР является требование к Министерству лесного хозяйства, народным правительствам провинций, автономных районов, городов центрального подчинения и всем заинтересованным инстанциям помимо организации заповедников выявлять естественные лесные массивы с ненарушенной или малоизмененной биологической структурой и принимать все необходимые организационные и иные меры для их сохранения.

В данной редакции Лесного кодекса достаточно глубоко разработана проблема правовой ответственности за нарушение закона и причинение вреда лесным ресурсам. Даже при самых ординарных нарушениях правил и разрешенных условиях рубок лесохозяйственные органы вправе наложить штраф, от двух до пяти раз превышающий исчисленный стоимостной объем вырубленной древесины, а при злостных нарушениях — до 10 раз.

При выявлении рубок редких и ценных пород деревьев, осуществляемых в нарушение положений принятого лесного кодекса, виновные привлекаются к уголовной ответственности.

Организации и частные лица, занимающиеся лесозаготовками и не выполняющие требования по восстановлению и обновлению леса, могут быть лишены разрешения и прав на лесозаготовки.

В случае, если сотрудники лесоохранных органов и лесных ведомств проявляют халатность, допускают обман и мошенничество, осуществляют корыстные дей-

ствия и т.п., виновные в этом привлекаются к уголовной ответственности.

Подобные строгие меры по охране лесов среди стран, не вошедших в узкую группу наиболее передовых постиндустриальных держав, существуют только в Венгрии и Польше.

Таким образом, лесоохранная политика КНР является сложной и неоднозначной картиной. Допускавшиеся в течение длительного периода ошибки в деле охраны лесов привели к заметному истощению этого жизненно важного вида природных ресурсов. В то же время руководство страны и местные власти прилагали значительные усилия для мобилизации населения и ресурсов на цели охраны лесов и лесовосстановления. Велика в этом роль законодательной базы, и неудивительно, что во всей системе природоохранного законодательства Китая именно законы об охране лесов прошли самую длительную историю развития и несколько этапов радикального реформирования [2, с. 185–197].

Последние несколько лет КНР активно практикует международное сотрудничество в области экологии, что, несомненно, выгодно отражается на укреплении экологической безопасности самого Китая. Международное сотрудничество в данной области является одной из форм так называемой экологической дипломатии. Китай занимается такого рода деятельностью начиная с 1979 г. В этом году КНР принимала участие в первом собрании ООН, посвященном проблемам взаимодействия человека с окружающей средой. После 1989 г. китайская экологическая дипломатия получила бурное развитие и приобрела ряд особенностей:

1. Подписание двусторонних соглашений в области экологической дипломатии. В настоящее время Китай подписал двусторонние соглашения касательно охраны окружающей среды более чем с 14 странами, среди них: Япония, Америка, Австралия и т.д.
2. Активное участие в акциях, направленных на улучшение экологической ситуации отдельных районов планеты. Например, Китай принимал участие в собрании посвященном экологической обстановке Тихого Океана, а также тесно сотрудничает в области охраны окружающей среды с районами Юго-Восточной Азии.
3. Активное участие в международной деятельности, направленной на решение проблем экологии. Например, участие в важнейших международных конференциях по вопросам экологической безопасности, участие в принятии международных экологических законов, подписание ряда международных конвенций.

Таким образом, Китай является одной из наиболее важных стран участниц международной деятельности по укреплению экологической безопасности в мире, тем самым, поддерживая и совершенствуя свою собственную экологическую и национальную безопасность [27, с. 341].

Итак, для того, что бы добиться успешного выполнения поставленных задач в области улучшения экологической обстановки и повышения экологической безопасности страны, первым делом требуется обратить внимание на ряд ключевых моментов:

#### Во-первых:

Необходимо как можно скорее оформить крепкую законодательную базу касательно охраны окружающей среды, а также добиться неукоснительного исполнения данных законов. В 1979 г. в Китае был опубликован первый закон об охране окружающей среды. Начиная с этого времени, ВСНП было принято свыше 10 законов об охране окружающей среды и природных ресурсов. В свою очередь госсовет издал более 20 законов, а правительства на местах приняли более 600 законов по данной проблеме [27, с. 341]. С 1992 г., вскоре после конференции ООН по вопросам среды и развития, в Китае были опубликованы следующие планы и проекты по защите среды: «10 мероприятий по охране среды и развитию» 1992 г.:

1. «Стратегия охраны среды» 1992 г.
2. «План постепенного изъятия из оборота веществ, разрушающих озоновый слой» 1993 г.
3. «План действий Китая по охране среды» (1991–2000) 1993 г.
4. Программа «Китай в XXI веке» 1994 г.
5. «План действий по защите многообразия животного мира в Китае» 1994 г.
6. «План упорядочения среды в городах» 1994 г.
7. «Меры по предотвращению парникового эффекта» 1994 г.
8. «Программа защиты среды на XXI в.» 1994 г.
9. «Лесное хозяйство Китая в XXI в.» 1995 г.
10. «Морское хозяйство Китая в XXI в.» 1996 г.
11. «Охрана среды в годы 9 пятилетки и перспективы до 2010 г.» 1996 г.
12. «План озеленения на XXI век (первый этап)» 1996 г.
13. «План контроля над загрязнениями» 1996 г.
14. «План мер по предотвращению кислотных дождей и выбросов двуокиси серы» 1998 г. [12, с. 18]

В настоящее время, не смотря на достаточно развитую законодательную базу, проводимые мероприятия по укреплению экологической безопасности находятся не на должном уровне, законы соблюдаются не в полной мере. В будущем планируется усилить контроль за со-

блюдением законодательства и ужесточить систему ответственности для провинившихся граждан.

### Во-вторых:

Требуется проводить образовательную работу среди населения по данному вопросу. Чтобы мероприятия по обеспечению экологической безопасности государства имели видимые результаты, недостаточно опираться лишь на действия правительства и некоторые организационные мероприятия, необходимо, главным образом, задействовать социальную основу, вовлекать широкие массы людей. На данный момент экологиче-

ское сознание, а также экологическая культура населения Китая пока оставляют желать лучшего. Многие люди, включая некоторых правительственных работников, и руководителей крупных предприятий, в недостаточной мере осознают важность данной проблемы. "Сначала материальное благосостояние народа, потом проблемы экологической безопасности": вот самое распространённое заблуждение среди населения. Только при наличии грамотного руководства на местах и просвещённых масс можно добиться высокой самоотдачи и полного выполнения поставленных задач, избежать экологического кризиса и укрепить национальную безопасность.

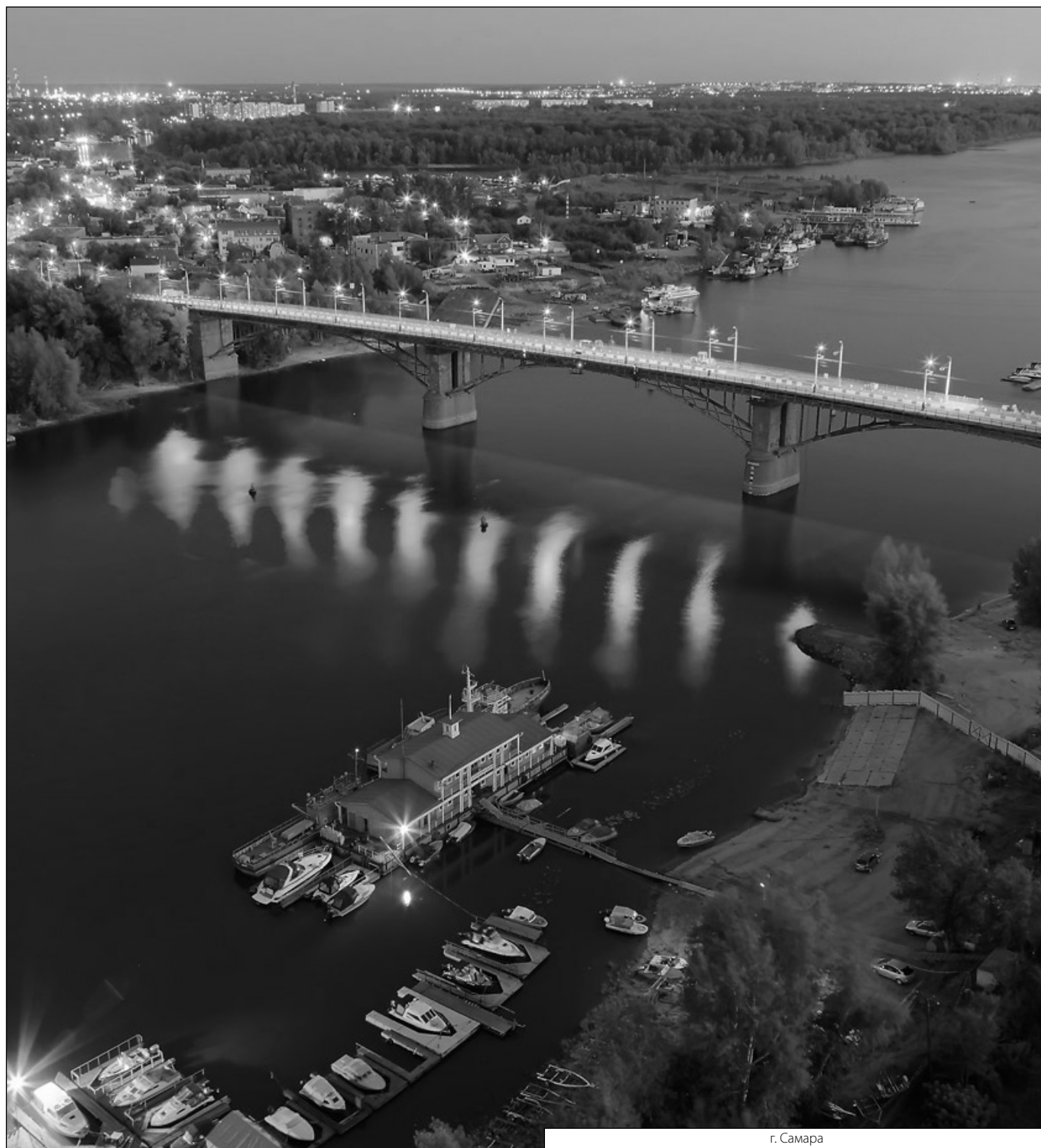
### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В.А., Варакина М.И. Экологические проблемы Китая и перспективы их международного решения // Вестник Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. — Чита, 1999. — № 6. — С. 70–73.
2. Бирулин Е.В. Охрана лесных ресурсов в КНР // Экологические проблемы КНР. Информационные материалы. Серия: «Проблемы охраны окружающей среды в восточноазиатском регионе. Экология» (Д). Выпуск 1. Состояние окружающей среды и природоохранные мероприятия в КНР. — М.: Мысль, 2000. — С. 185–197.
3. Варакина М.И. Абрамова Н.А. Экологические проблемы: традиционный аспект и современность. — Чита: ЧитГУ, 2004. — 168 с.
4. Ган Шувэй. Некоторые вопросы о законотворчестве в области компьютерных систем // Вестник Государственного института работников прокуратуры. — М.: Изд-во "Кронус", 2002. — № 3. — С. 5–12.
5. Крапина Е.М. Проблема охраны окружающей среды и природных ресурсов КНР // Проблемы Дальнего Востока. — 2003. — № 4. — С. 109–120.
6. Ломанов А., Титаренко М.Л. Китай: цивилизация и реформы // Проблемы Дальнего Востока, 2000. — № 1. — С. 130–145.
7. Малявин В.В. Сумерки Дао. Культура Китая на пороге нового времени. — М.: Дизайн, Информация, Картография; Астрель; ООО АСТ, 2000. — 398 с.
8. Митина Н.Н. «Три ущелья» — крупнейший гидротехнический проект мира // Материалы конференции «экологические проблемы Китая». Институт водных проблем РАН. — М., 2000. — С. 1–7.
9. Программа действий. Повестка дня на XXI век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро. — Женева, 1993. — 70 с.
10. Чэн Цзэнхунь. Создание морали XXI века и конфуцианская этика. Социальные и гуманитарные науки. // Зарубежная литература. Реф. журн., 1997. № 3. — С. 19–28.
11. Цзин Цзеган. Сетевая преступность и перспективы ее противодействия // Исследования преступности. — М.: Мысль, 2002. — № 2. — С. 6–17.
12. Цзя Циньлинь. Крупнейшие города мира на пороге XXI века: ситуация, тенденции, решения // Материалы конференции "Крупнейшие города мира на пороге XXI века: ситуация, тенденции, решения". — М.: Наука, 1997. — С. 10–25.
13. Юй Тяньсинь, Цзя Кан. Китай ищет выход из водно-ресурсного кризиса (Цзецзюе вого шуй цзыюань вэйцзи чулу ды таньтао) // Чжунго дили (фуинь баокань цзыляо. К.91.) — Пекин, 1998. — № 11. — С. 24–25. — Кит. яз.
14. Гунжэнь жибао. — 1995. — 26 июня. — С. 9–10. — Кит. яз.
15. Линь Сыцзе. Хуаньцзинь вэньти юй чжэсюе фань сы (Современные вопросы экологии находят свое отражение в философских теориях Китая) // Цзяньхань луньчань, 1997. — № 10. — С. 39–42. — Кит. яз.
16. Лишень. Чжунго гудай чжэсюэ хэ цзыжань кхэсюэ. (Древняя китайская философия и современная экологическая наука.) — Чжунго шэхуй кхэсюэ чхубань шэ. — Пекин, 1993. — 459 с.
17. Лю Цзунчао. Чжунго кэчисюй фачжань ды чжаньлюэ узюсцзэ // Синьхуа вэньчжай. — Пекин, 1995. — № 4. — С. 174–175. — Кит. яз.
18. Нин Хэ. Хань дай нунье шэнчань маньтянь. // Синьхуа юэбао. — 1979. — № 4. — С. 30–36. — Кит. яз.
19. Се Чжэньхуа. Хуанцзин чжиши // Шэхуэй сюэ. Чжунго дасюэ шубао цзыляо. — Пекин, 2001. — С. 42–48.
20. Сюй Дишань. Дао цзя сысян юй даоцзюэ (Даосская идеология и даосская религия) // Яньцзин сюебао. — 1927. — № 2. — С. 17–39.
21. Цзэн Гопин. Цзы цзучжи ды цзыжань гуань. (Место природы в системе мироздания.) — Бэйцзин Дасюэ чхубань шэ. — Пекин, 1996. — 336 с.
22. Цюй Дэинь. Хуаньцзинь иши юй хуаньцзинь ишу шэцзи (Экологическое сознание и национальная художественная традиция) // Сюйчуань ши чжуань сюебао, 1997. — № 1. — С. 50–52. — Кит. яз.
23. Тяо чжэн. Гайгэ Цзэнчань — Фань Ган Тань цзинцизи жэдянь (Урегулирование. Реформа. Рост — Фань Ганн о горячих точках экономики) // Я Тай цзинцизи шубао, 1999. — № 2. — С. 8–19. — Кит. яз.
24. Чжоу Чуньжун; Чжан Фэньюнь. Хуаньцзинь даодэ — жэньлэй вэньмин дэ синь кэти (Экологическая мораль — проблема человеческой цивилизации) // Хэбэй цзиньмао дасюэ сюебао, 1997. — № 12. — С. 42–44. — Кит. яз.
25. Чжун хуа жэнь мин гун хэ го шуй хуан дин ву жань фанг дай фа // Бэйцзин. Фа люй чху бань шэ. — Пекин, 1998. — С. 22–29. — Кит. яз.

26. Шан Имоу. Гуаньюй даодэ гайнянь юй Луньлисюэ // Вэнь иш чжэ. — Пекин, 1994. — № 2. — С. 24–28.
27. Лю Юэцзинь. Гоцзя Аньчуань Сюэ (Учебное пособие по вопросам государственной безопасности). — Бэйцзин: Чжунго Чженфа Дасюэ, 2004. — с. 341. — Кит. яз.

---

© Варакина Маргарита Игоревна ( margo3535@yandex.ru ),  
Трофимова Елизавета Сергеевна ( trofimova.elizavetta@yandex.ru ), Левченко Ярослава Александровна ( yaalevchenko@edu.hse.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Самара

# РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ГРАНАТА ОБЫКНОВЕННОГО В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

## GROWTH AND DEVELOPMENT OF POMEGRANATE PLANTS UNDER VARIOUS ENVIRONMENTAL CONDITIONS

A. Zeynalova

*Summary.* Conducted studies of the growth and development of wild-growing pomegranate in various botanical and geographical regions of Azerbaijan established the timing of the passage of the main phenological phases of the plant and determined their features depending on environmental factors. Comparative data on the phases of development of wild-growing pomegranate in different regions of the Republic of Azerbaijan showed that the onset of phenophases in wild-growing pomegranate in different regions does not occur simultaneously. The phases of development in Siyazan, Goychay, Yevlakh, and Agdash regions begin at an earlier calendar date compared to Khizi, Sheki, Agsu, and Ismayilli regions. According to the results obtained, the growing season of the pomegranate lasts from 190 to 230 days.

*Keywords:* pomegranate, development phases, environmental factors.

**Зейналова Айдан Мирза гызы**

Докторант, Институт Ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку, Азербайджан  
aydan.zeynalova.az@gmail.com

*Аннотация.* Проведенными исследованиями роста и развития граната обыкновенного в различных ботанико-географических районах Азербайджана были установлены сроки прохождения основных фенологических фаз растения и определены их особенности в зависимости от экологических факторов. Сравнительные данные по фазам развития граната обыкновенного в различных районах АР показали, что наступление фенофаз у дикорастущего граната в различных районах происходит не одновременно. Фазы развития в Сиязьянском, Гейчайском, Евлахском и Агдашском районах наступают в более ранние календарные сроки по сравнению с Хызынским, Шекинским, Агсуинским и Исмаиллинским районами. Согласно полученным результатам, вегетационный период граната продолжается от 190 до 230 дней.

*Ключевые слова:* гранат обыкновенный, фазы развития, экологические факторы.

## Введение

Фенология растений является наиболее надежным индикатором для анализа реакции видов на изменчивость климата [1]. Растения изменяют время листопада, старения листьев и цветения в соответствии с признаками окружающей среды, например, температурой, освещенностью, осадками и фотопериодом [2; 3; 4]. Эти факторы могут различаться по значимости в зависимости от вида, биомы и экологических ограничений. Различия в этих реакциях могут быть связаны с генетическим контролем и эволюционными процессами [5].

Наиболее важными показателями, характеризующим отношение растений к комплексу погодно-климатических, почвенных и агротехнических условий, являются сроки прохождения основных фенофаз и установление их связей с метеорологическими факторами [6].

Целью данного исследования является изучение сезонного ритма развития граната обыкновенного на территориях восьми административных районов Азербайджана:

Хызы, Сиязань, Агсу, Агдаш, Исмаиллы, Евлах, Гейчай, Шеки.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования были надземные части растений гранат обыкновенного (*Punica granatum* L.). Экспедиционные поездки были совершены в следующие ботанико-географические районы Азербайджана: на Б.К. (кубинск.) — в Хызынский, на Б.К. вост. — в Исмаиллинский; Прикасп. — Сиязьянский; Кура-Аракс. низм. — Гейчайский, Агсуинский, Агдашский, Евлахский; Алазань-Агричайская долина — Шекинский район.

Фенологические наблюдения проводили по Бейдемману [8]. Фиксировали фенологическую формулу, характеризующую состояние вегетативных и генеративных органов граната. С этой целью выбирали пять модельных растений в пределах одной учетной площадки. Образцы разного возраста наблюдались отдельно, чтобы отразить внутривидовую фенологическую гетерогенность. Статистический анализ результатов исследований проведен в соответствии с общепринятыми методами

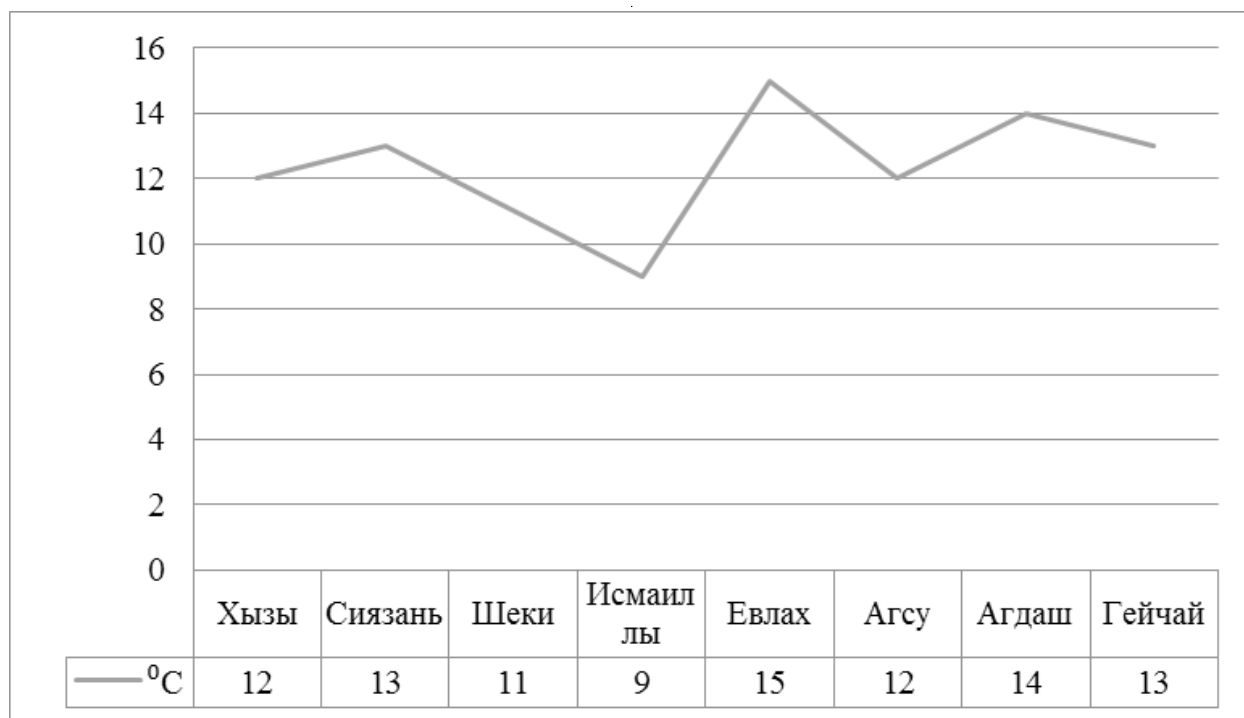


Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха

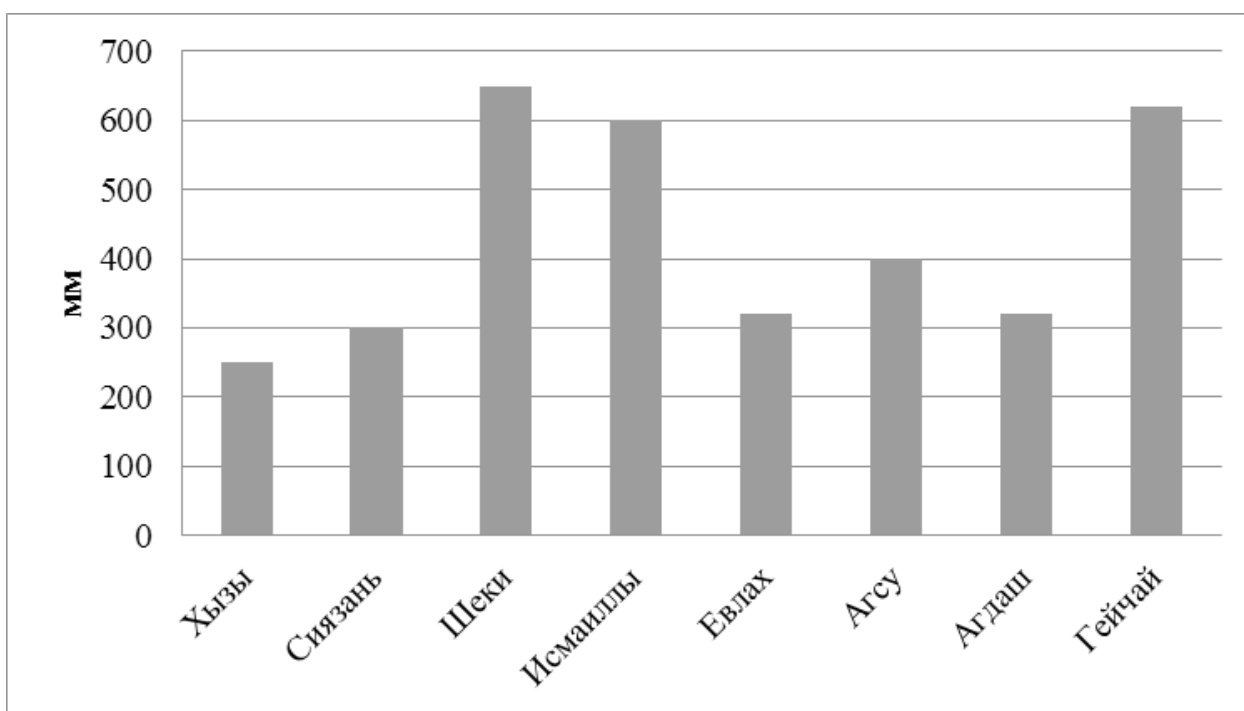


Рис. 2. Атмосферные осадки за год





с использованием компьютерной программы «MS Excel 2010».

## Результаты и их обсуждения

Для проведения эколого-фенологического анализа приведены результаты среднегодовой температуры (Рис. 1) и атмосферных осадков за год (Рис. 2) в исследованных районах, а также составлен фенологический спектр дикорастущего граната по районам произрастания (Рис. 3).

Как видно из фенологического спектра (Рис. 3) наступление фенофаз у дикорастущего граната в различных районах происходит не одновременно. Начало вегетации граната зависит от условий его произрастания.

Развитие почек в условиях Сиязьянского, Гейчайского, Евлахского и Агдашского районов при среднегодовой температуре 13–15° С и количестве атмосферных осадков за год 300–605 мм, наблюдалось с 1 по 30 февраля, а в условиях Хызынского, Шекинского, Агсуинского и Исмаиллинского районов при среднегодовой температуре 9–12° С и количестве осадков 210–610 мм, с 15 февраля по 10 марта. Фаза развития листьев наступает в конце февраля — начале марта.

Согласно Г.М. Левину гранат отличается ритмологической пластичностью, определяемой лабильностью продолжительности отдельных фенофаз. В теплые зимы вегетация может начаться в феврале, хотя обычно он начинается в марте. Раннее начало вегетации приводит иногда к повреждениям распускающихся почек и молодых побегов весенними заморозками. Вегетация продолжается до октября [7].

Согласно нашим наблюдениям, цветение дикорастущего граната продолжается с мая-июня (первая генерация цветков) до второй половины августа (вторая генерация цветков). Продолжительность цветения одного цветка в исследованных районах составляла 3–4 дня. Раньше открывали длиннопестичные цветки, затем, через 7–8 дней, раскрывались короткопестичные.

Было обнаружено, что различные кусты растения имели от 15 до 60% нормальных длиннопестичных цветков. Длиннопестичные цветки растения более крупные, кувшиновидные, имеют длинный пестик и образуют плоды. Короткопестичные цветки были меньше размером, чем длиннопестичные, по форме преимущественно колокольчатые, имеют короткий пестик. Вследствие того, что у этих цветков зародышевые мешки нормально не развиваются, поэтому плодов они не образуют. Некоторые авторы утверждают, что у граната имеются также промежуточные цветки, появляющиеся почти одновре-

менно с короткопестичными. По форме они варьируют от колокольчатых, цилиндрических до кувшиновидных. По длине пестика одни стоят ближе к длиннопестичным, другие — к короткопестичным цветкам. Стоящие ближе к длиннопестичным цветкам имеют некоторое количество нормально развитых зародышевых мешков. Завязи таких цветков обычно опадают. В редких случаях плоды от промежуточных цветков достигают стадий созревания, но они, как правило, имеют уродливую форму. У тех же, которые близки к короткопестичным цветкам, оплодотворение не происходит, и они также опадают [9]. Хотим отметить, что мы не обнаружили данный тип цветков ни в одном из исследованных районов произрастания дикорастущего граната.

Необходимо отметить, что гранату присуща протогония — более раннее вступление в функциональное состояние женской сферы. Рыльце становится восприимчивым за сутки до распускания цветка, наиболее восприимчиво оно в день распускания цветка, восприимчивость рыльца резко снижается на 3-й день, и на 4–5-й день оно становится невосприимчивым. Пыльники созревают на второй день после начала распускания цветка. Помимо ксеногамии наблюдается и самоопыление, возможно и, собственно, аутогамия — опыление собственной пыльцой, особенно в конце цветения. Довольно редко наблюдается геркогамия — расположение тычинок и пестика, препятствующее самоопылению; происходит выдвигание пестика из бутона [7]. В конце мая или в начале июня короткопестичные цветки осыпаются, в то время как длиннопестичные продолжают цвести. Из более поздних цветков плоды получаются недоразвитыми [10]. Период цветения граната не совпадает с периодом заморозков, чем и объясняется его ежегодное плодоношение [11].

Фаза формирования плодов в условиях Гейчайского и Евлахского районов происходила с начала мая до конца июля, в условиях Хызынского, Шекинского, Агсуинского, Исмаиллинского районов с начала июля до конца сентября, в условиях Сиязьянского и Агдашского с конца июня до конца сентября. Фаза созревания плодов в исследованных районах длилась с начала сентября до первой декады ноября, массовое плодоношение наблюдалось в октябре. Ввиду продолжительного цветения граната плоды его могут находиться на кустах до 10–15 ноября [11]. Плоды, образовавшиеся от второй генерации цветков в июле-августе, росли интенсивнее плодов, образовавшихся от первой генерации цветков, но отличались меньшей величиной.

Гранат относится к медленно или очень медленно диссемирующим растениям. Растрескивание околоплодника у разных биотопов начинается с июля-августа и продолжается до октября. Плоды, образовавшиеся из поздно появляющихся цветков (при самоопылении),

часто сохраняют семенной запас до середины следующего года (явление серотонии). Семена, не потребленные животными, при диссеминации в основном попадают в подкоронное пространство, что обуславливает синаптоспермию — прорастание семян возле материнских растений [7].

Взрослые типичные листья на территории исследованных восьми районов начинали желтеть в октябре, массовое пожелтение и листопад протекали обычно с середины октября и в ноябре. Почвенная засуха, ранние осенние похолодания и заморозки могут стимулировать преждевременное пожелтение листьев. Листья, развивающиеся во второй половине вегетации, желтеют и опадают позже листьев весенней генерации [7].

В исследованных нами районах растение вступает в период относительного покоя в последней декаде октября и продолжается данная стадия до второй декады февраля. Период покоя у граната в странах Средней Азии и Закавказья начинается в ноябре-декабре и заканчивается в конце января-начале февраля [12].

Согласно полученным результатам, вегетационный период граната продолжается от 190 до 230 дней. Гранат теплолюбивое растение, для роста и развития которого требуются довольно высокие температуры. Фенологические фазы дикорастущего граната, в зависимости от экологических условий, проходят в различные сроки, но примерно при одних и тех же температурах [13]. Как начало, так и конец вегетации гранатового куста определяется среднедекадными температурами около 10 °C [14]. По мнению Г.А. Нестеренко и А.Д. Стребковой [8], плоды граната лучше всего развиваются при сумме тепла за вегетационный период в 3000 градусов и больше. Левин [7] же утверждает, что для нормального роста и развития граната необходимы суммы активных температур (выше +10 °C) в пределах 3100–6000 °C.

Учитывая, что кустарнички граната во взрослом состоянии несут значительное количество ветвящихся боковых скелетных осей (парциальных кустов), связанных друг с другом надземно или подземно посредством плагиотропных побегов последовательно сменяющихся в течение онтогенеза по классификации И.Г. Серебрякова его следует отнести к отделу наземные и эпифитные

древесные растения и типу кустарнички. Было выявлено, что жизненная форма дерева в природных условиях гранату не присуща.

Согласно Г.М. Левину, гранат — геоксильный листопадный вегетативно подвижный кустарник (с продолжительностью поступательного роста стволов в течение 3–7 лет, живущих затем достаточно долго, до двух десятков лет и более) с довольно широким спектром биоморф; летнезеленый (в пределах природного ареала) гелиоморфный мелколистный (с выраженной гетерофиллией) ксеромезофит, произрастающий в условиях макротермного аридного (субаридного) климата, с ограниченными адаптацией и устойчивостью к небольшим отрицательным температурам; мезотрофный гликофит с мощной корневой системой, произрастающий на участках с доступной (относительно близкой подпочвенной) водой, в ряде случаев ореофит, хамофит или гляреофит; однодомный энтомофильный факультативный перекрестник с альтернативным пыльцевым режимом в течение периода вегетации; андромоноэцитный протогоничный вид [15]. Гораздо реже (менее 1%) в очень жестких условиях у верхних пределов распространения и на скальных экотопах встречаются модификанты — жизненная форма кустарничка и единично — полупростратные формы [16].

В проведенных нами исследованиях в разных местах произрастания растения было выявлено, что дикорастущий гранат размножается исключительно вегетативным путем. Г.М. Левин отмечает, что в условиях, когда семенное размножение затруднено, преобладает вегетативное как основной способ самоподдержания ценопопуляций, выражающееся в возникновении корнеотпрысков (максимальное удаление от материнского куста — до 19 м). Возникновение отводков — спорадический способ, связанный с сейсмической активностью на склонах или с прохождением селевых потоков. Вегетативное размножение способствует возникновению генетически однородных клонов [7].

В результате проведенных исследований было выявлено, что дикорастущий гранат растет в основном вдоль дорог и по берегам рек в освещенных местах и поэтому считается гелиофитом. Растение отрицательно реагирует на сильное затенение, при котором происходит отмирание мелких веток внутри куста.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tang J., Körner C., Muraoka H. [et al.] Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. *Ecosphere*, 2016. 7(8): e01436. 10.1002/ecs2.1436
2. Basler D., Körner C. Photoperiod sensitivity of bud burst in 14 temperate forest tree species. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2012; Vol. 165: 73–81
3. Craine J.M., Wolkovich E.M., Towne E.G. [et al.] Flowering phenology as a functional trait in a tallgrass prairie. *New Phytologist*. 2012; Vol. 193: 673–682
4. Vitasse Y., Francois C., Delpierre N. [et al.] Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2011; Vol. 151: 969–980

5. Wilczek A.M., Roe J.L., Knapp M.C. [et al.] Effects of genetic perturbation on seasonal life history plasticity. *Science*. 2012; 336(6079): 296
6. Сидельников А.Н. Развитие лапчатки белой в культуре. Сборник трудов международной научной конференции «Перспективы лекарственного растениеводства». 2018: 223–227
7. Левин Г.М. *Punica granatum* (Punicaceae): Биология, экология и география вида. Ботанический журнал. 2007; 92(2): 185–211
8. Бейдман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: «Наука». 1974: 161 с.
9. Нестеренко, Г.А. Гранат / Г.А. Нестеренко, А.Д. Стребкова — М.: Сельхозгиз. 1949: 56 с.
10. Флора Азербайджана: [в 8 томах]. — Баку: Изд-во Академии Наук Азербайджанской ССР. 1955; т. VI: 331–335
11. Карашарлы, А.С. Гранат и его использования. Баку: Азернешр. 1979: 117 с.
12. Лемеза Н.А., Джус М.А. Геоботаника. Учебная практика. Минск. 2008: 225 с.
13. Асадов К.С., Асадов А.К. Дикорастущие плодовые растения Азербайджана. Баку: Азербайджан Милли Энциклопедиясы. 2001: 256 с.
14. Розанов Б.С. Культура граната в СССР. Сталинабад: Издательство АН Таджикистана ССР. 1961: 224 с.
15. Левин Г.М. Итоги изучения граната в Туркменистане (1964–1993 гг.). Сообщ. 1. Изв. АН ТССР. Сер. Биол. наук. 1993; № 5: с. 11–15
16. Левин Г.М. Жизненные формы граната в Туркмении. Изв. АН ТССР. Сер. биол. Наук. 1976; № .1: 33–35

© Зейналова Айдан Мирза гызы ( aydan.zeynalova.az@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Баку

# АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ СООБЩЕСТВА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В АГРОЦЕНОЗАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ<sup>1</sup>

## POPULATION DYNAMICS ANALYSIS OF THE GROUND BEETLE COMMUNITY (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN THE AGRICULTURAL CROP AGROCENOSSES OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA<sup>2</sup>

**K. Maksimovich  
D. Fedorov**

*Summary.* The article summarizes the results of a study to assess the influence of factors on the dynamic density of ground beetles (Carabidae, Coleoptera) in agrocenoses with low-intensity technology of crop cultivation and adjacent areas with natural vegetation. Materials on species composition and dynamic density of the beetle community on the area with spring wheat and corn crops in the forest-steppe zone of Western Siberia for 2019–2021 were used in this research. In order to solve the research tasks, the methods of data mining, such as nonparametric statistical methods and visualization methods, were applied. Methods of research were chosen due to the peculiarities of the structure and nature of the distribution of the initial data: nonconformity of the normal law distribution model; relatively small sample size; presence of both qualitative and quantitative factors; complex nonlinear correlations between the dynamic density of carabids, habitat conditions, and meteorological parameters. The analysis of community dynamics was carried out for 19 general and numerous species for all biotopes (mainly dominant and subdominant complex). In both crops agrocenoses the total dynamic density and number of species of the family Carabidae were found to increase from 2019 to 2021. On virgin areas with natural vegetation, the total dynamic density of beetles is at a lower level compared with agrocenoses. A meaningful correlation was discovered between parameters of dynamic density of ground beetles and distance from the fallow (1, 2, 3 years of the study). There was a statistically significant positive correlation between them (0.18 for the wheat crop and 0.19 for the corn crop). The Kruskal-Wallis test revealed statistically significant influence of the year of the study (crop position in the crop rotation and its distance from the fallow) and biotope (agrocenosis, virgin land) ( $p < 0.05$ ) on the dynamic density of ground beetles. Under the

**Максимович Кирилл Юрьевич**

Аспирант, м.н.с., Новосибирский государственный  
аграрный университет, г. Новосибирск  
kiri-maksimovi@mail.ru

**Федоров Дмитрий Сергеевич**

Новосибирский государственный технический  
университет, г. Новосибирск

*Аннотация.* Представлены результаты исследования по оценке влияния факторов на динамическую плотность жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценозов при малоинтенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур и прилегающих к ним участков с естественной растительностью. В работе использованы материалы по видовому составу и динамической плотности сообщества жужелиц на участке с посевами яровой пшеницы и кукурузы в лесостепной зоне Западной Сибири за 2019–2021 гг. Для решения задач исследования применяли методы интеллектуального анализа данных, а именно — непараметрические статистические методы и методы визуализации. Выбор методов исследования обусловлен особенностями структуры и характера распределения исходных данных: несоответствие модели нормального закона распределения; сравнительно небольшой объем выборки; наличие как качественных, так и количественных факторов; сложные нелинейные корреляционные связи между динамической плотностью карабид, условиями обитания и метеорологическими параметрами. Анализ динамики сообщества проведен по 19 общим и многочисленным для всех биотопов видов (преимущественно доминантный и субдоминантный комплекс). Установлено, что в агроценозах обеих культур общая динамическая плотность и количество видов семейства Carabidae возрастает с 2019 по 2021 г. На целинных участках с естественной растительностью общая динамическая плотность жужелиц находится на более низком уровне, по сравнению с агроценозами. Выявлена достоверная корреляция между показателями динамической плотности жужелиц и отдалением от пара (1, 2, 3 годы исследования). Между ними выявлена статистически значимая положительная связь (0,18 для культуры пшеница и 0,19 для культуры кукуруза). В результате применения критерия Краскела-Уоллиса выявлено статистически значимое влияние года исследования (положение культуры в севообороте — ее отдаленность от пара) и биотопа (агроценоз, целина) ( $p < 0,05$ ) на показатель динамической плотности жужелиц. В условиях ведения севооборота сельскохозяйственных культур, увеличение динамической плотности жужелиц может быть объяснено увеличением общей биомассы растительности на участке, в которой при отда-

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–316–90035.

<sup>2</sup> The reported study was funded by RFBR in the framework of scientific project № 20–316–90035.

conditions of crop rotation, the increase in the dynamic density of ground beetles can be explained by the entrainment of the total biomass of vegetation on the area, in which at its distance from fallow (2–3 years), there is an increase in the weed component (mass growth of weeds) and insects (crop pests). All these factors favor the living conditions of ground beetles and influence their numbers in agrocenoses under low-intensive cultivation technology.

*Keywords:* Ground beetles, community dynamics, species diversity, population size, dynamic density, low-intensity cultivation technology.

## Введение

**К**олебания численности популяций — одно из наиболее сложных явлений популяционной биологии, которое напрямую связано со сложностью описания объектов биологической природы и условиями неопределённости окружающей среды. Выявление и оценка факторов для понимания процессов динамики численности остается одной из основных проблем экологии [1,2]. Много внимания уделено влиянию климата на распространение насекомых [3]. Несмотря на это, почти отсутствуют материалы по влиянию абиотических и антропогенных факторов на динамику численности сообществ насекомых и других беспозвоночных [2]. Колебания численности беспозвоночных происходят везде, где условия агрометеорологического ресурса подвержены сезонной изменчивости. Влияние климатических факторов на беспозвоночных в подавляющем большинстве работ рассматривается на примере отдельных видов или групп [4,5]. Известно, что текущая численность популяций беспозвоночных определяется их численностью, количеством осадков и температурой в предыдущий сезон [4]. Необходимо заметить, что в большинстве своем эти исследования выполнены в экосистемах, не подверженных антропогенному воздействию. Для поиска закономерностей формирования агроэкосистем, а также оценки возможных рисков и угроз снижению биоразнообразия при возрастающем уровне антропогенного воздействия, часто осуществляется биологический мониторинг на основе численности и видового состава модельных групп беспозвоночных (например — жужелиц). Сообщество жужелиц в агроэкосистемах формируется в результате действия совокупности биотических, абиотических и антропогенных факторов [6–8]. В искусственно сформированных экологических условиях агроценозов, приспособленные виды жуков стали доминирующими по численности благодаря широкой экологической пластичности и приспособленности [9]. Под влиянием антропогенного воздействия у представителей почвенной мезофауны наблюдаются изменения численности,

лени от пара (на 2–3 годы), происходит увеличение сорного компонента (массовый рост сорняков) и насекомых (вредителей сельскохозяйственных культур). Все эти факторы способствуют формированию условий для жизни жужелиц и оказывают влияние на их численность в агроценозах при малоинтенсивной технологии возделывания.

*Ключевые слова:* жужелицы, динамика сообщества, видовое разнообразие, численность популяции, динамическая плотность, малоинтенсивная технология возделывания.

а определение и выделение ключевых факторов, сыгравших роль — формируется в конкретную научную задачу [9–12].

Многолетние исследования по оценке влияния факторов на динамическую плотность жужелиц освещаются в работах по влиянию метеоусловий и агротехнических приемов на популяцию Carabidae [13], рассмотрение влияния различных систем обработки почвы, внесения удобрений, органического земледелия [14–16], а также повышения интенсификации растениеводства [17–19]. На сегодняшний день отсутствуют репрезентативные количественные данные по сообществам жужелиц в агроценозах на территории Новосибирской области, которые были бы собраны в течение длительного периода в одном и том же месте. Именно сведения такого характера, полученные сопоставимыми методами, могут служить ключом к пониманию механизмов динамики численности сообществ. Становится актуальным накопление данных и проведение научных исследований по выявлению факторов, оказывающих влияние на динамическую плотность жужелиц в нарушенных хозяйственной деятельностью человека биотопах, ярким примером которых являются агроценозы. Изучение закономерностей формирования фаунистических комплексов агроценозов будет способствовать также выявлению условий, способствующих накоплению отдельных видов полезных насекомых и облегчит поиск путей увеличения их численности [20]. Таким образом, понимание закономерностей, лежащих в основе процессов изменения численности сообществ энтомофагов, позволит повысить эффективность применения биологических методов защиты растений, что является одним из ключевых вопросов, касающегося экологического управления агроэкосистемами.

Целью работы стало изучение динамики численности сообществ жужелиц в посевах яровой пшеницы, кукурузы при малоинтенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, а также смежных с ними участков с естественной растительностью.

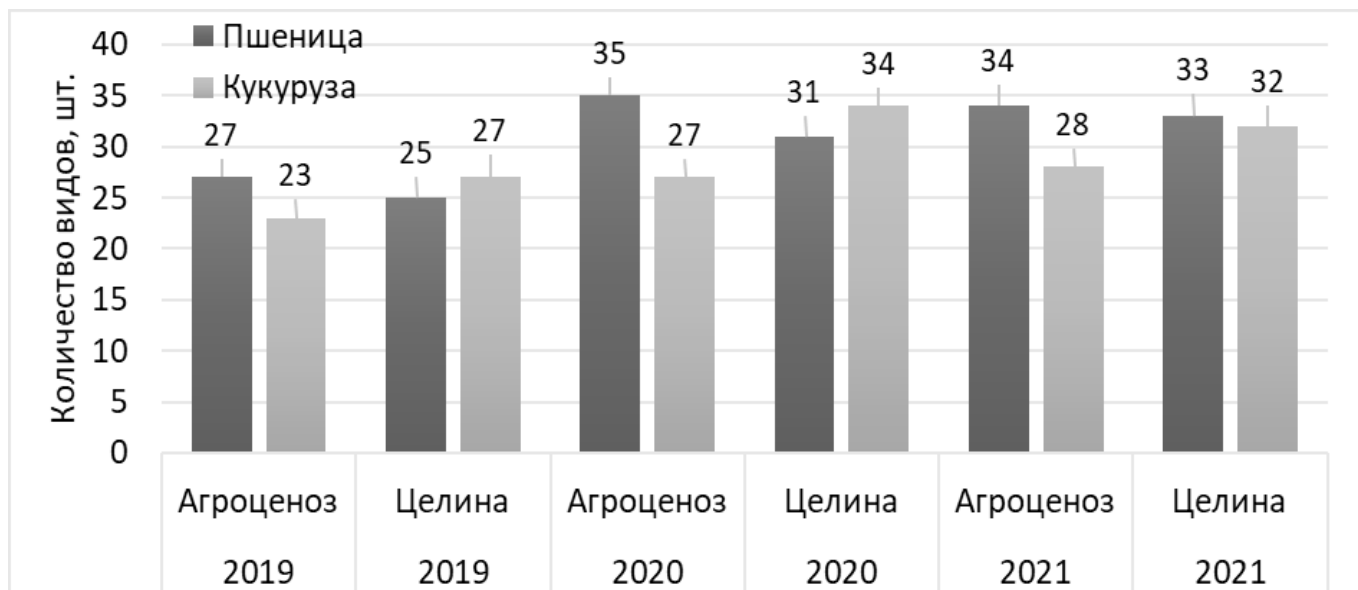


Рис. 1. Столбчатая диаграмма динамики количества видов семейства Carabidae, (в шт.)

## Материалы и методы

В работе проанализированы материалы по видовому составу и динамической плотности сообщества жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) на посевах яровой пшеницы и кукурузы при умеренном уровне применения средств химизации (малоинтенсивная технология возделывания) в лесостепной зоне Западной Сибири за 2019–2021 гг. Рассмотрены 2 группы участков, находящихся в непосредственной близости друг с другом и имеющих ландшафтное сходство. Малоинтенсивная технология возделывания яровой пшеницы включала в себя применение стартовых доз удобрений и минимальное количество средств защиты растений (фунгициды, гербициды). Кукуруза возделывалась без применения средств защиты растений, с разовым внесением удобрений в 2018 г. (за год до наших исследований) на все участки, занятые под севооборот. Условия агрометеорологического ресурса вегетационных периодов 2019–2021 гг. различались по количеству осадков (82% в 2019 г., 106% в 2020 г., и 81% в 2021 г., % от нормы), тепла (сумма активных выше 5 °C температур воздуха составила 1997,55 °C в 2019 году, в 2020 г.— 2169,15 °C и 2021 г.— 2127,5°C) и характеру их распределения в течение сезона. Отлов имаго жуужелиц в агроценозах проводили при помощи почвенных ловушек. Камеральная обработка собранного материала осуществлена в ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» и Института систематики и экологии животных СО РАН. Среднесезонную динамическую плотность имаго жуужелиц рассчитывали, как количество экземпляров на 100 ловушко-суток (далее экз./100 л.с.). Для выявления доминантных видов (при оценке численного обилия фауны) в посевах яровой пшеницы и кукурузы

за разные годы, использовали общеевропейскую шкалу обилия Ренконена [21], видоизмененную под нашу выборку: более 5% — доминанты, 2–5% — субдоминанты и менее 2% — редкие и единичные виды [21]. Также в исследовании использовали агрометеорологические показатели, полученные АМС «Огурцово», в пригороде г. Новосибирска: сумму активных температур воздуха (CAT,  $t > 5$  °C) с мая по сентябрь и сумму осадков (в мм) за этот же период. Выбор методов анализа данных выполнен с учетом характера распределения исходных данных, разнотипности исследуемых факторов и признаков, особенностей структуры взаимосвязей в исходных данных [22–24]. Для исследования структуры данных и обоснованного выбора методов исследования был проведен анализ характера распределения показателя динамической плотности сообщества жуужелиц по всей выборке и по подвыборкам, сформированным при конкретном значении качественного фактора (тип растительности: пшеница, кукуруза, целинные участки с естественной растительностью), культура после пара (год соответствует отдалению по пшенице), CAT( $t > 5$  °C), сумма осадков в мм и значения индекса вегетации NDVI). Для оценки влияния качественных факторов на динамическую плотность жуужелиц использовали критерий Краскела-Уоллиса. Выбор критерия обусловлен характером распределения данных (принята гипотеза об отсутствии нормального распределения) и сравнительно небольшим объемом исходных данных. Для оценки связи между динамической плотностью и количественными показателями использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена [22]. Расчеты выполнялись средствами языка R в среде статистического анализа данных R-Studio [26].

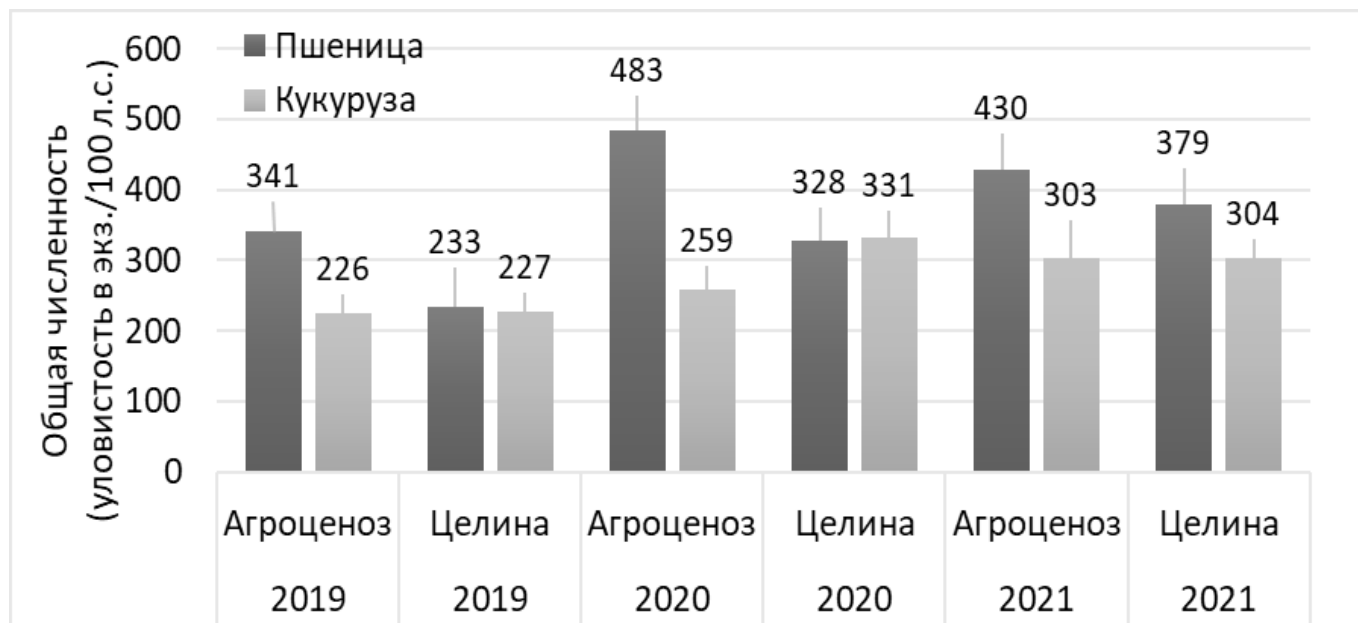


Рис. 2. Столбчатая диаграмма уловистости видов семейства Carabidae, (в экз./100 л.с.)

## Результаты и обсуждение

Опираясь на литературные источники, вид сельскохозяйственной культуры и технология ее возделывания, объясняет особенности формирования условий для комплекса жуужелиц (видовой состав, динамическая плотность) и их распределение [2,10,16]. В проведенных исследованиях, оценка влияния фактора сельскохозяйственной культуры в пространственном распределении карабид, изучалась в посевах яровой пшеницы и кукурузы, где они возделывались при умеренном использовании средств химизации и сравнивались с сообществами жуужелиц на целинных участках, с естественной растительностью, вблизи посевных площадей.

Общее количество видов жуужелиц, отловленных в агроценозах яровой пшеницы, составило — 27 в 2019 г., 35 в 2020 г. и 34 в 2021 г. В посевах кукурузы, соответственно — 23, 27 и 28 (рис. 1). Число видов изменялось в зависимости от биотопа и года исследования.

Динамическая плотность видов сообществ менялась в зависимости от года наблюдений и достигала максимальных значений в посевах пшеницы в 2021 и 2022 годы (рис. 2). Самым малочисленным был 2019 год, где наблюдалась минимальная уловистость жуужелиц в посевах кукурузы — 226 экз./100 л.с. Во все года численность жуужелиц на посевах пшеницы была выше, чем на посевах кукурузы и целине.

В первый год исследования наибольшее число (22) общих видов жуужелиц было в агроценозах яровой пше-

ницы и целине (табл. 1). Стоит отметить повышение общих видов в следующих годах, достигая максимального значения — 30 общих видов в 2021 г. Численность общих видов выше между целинными участками и посевами пшеницы во все года.

Анализируя данные по видовому составу и численности сообществ жуужелиц, формирующихся под влиянием посевов сельскохозяйственных культур (микроклимат посевов, биомасса), были выделены общие, наиболее массовые виды (табл. 2), которые использованы как модельные при проведении статистического анализа данных.

Наиболее часто встречаемыми видами с высокой динамической плотностью для двух культур и целины оказались: *Harpalus rufipes*, *Dolichus halensis*, *Poecilus cupreus*, *Poecilus fortipes*, *Harpalus calceatus* (табл. 2). В доминантный комплекс карабид агроценозов пропашных культур (посевы кукурузы) входили в разные годы так же — *Pterostichus melanarius*, *Pterostichus niger*. Однако доля участия доминантов в сообществе жуужелиц изменялась в зависимости от года исследования и произрастающей культуры. Доминирование жуужелиц рода *Harpalus* и *Dolichus* в районе исследований типично для карабидофауны агроландшафтов лесостепной зоны [26,27]. В условиях лесостепной зоны на исследуемых участках наблюдался типичный для агроландшафтов этой зоны состав населения карабидофауны [27,28].

В таблице 3 представлены результаты расчёта основных статистических характеристик (минимальное, мак-



Таблица 1. Количество общих видов в посевах сельскохозяйственных культур

Биотоп	Год исследования	Яровая пшеница	Кукуруза	Целина пшеницы	Целина кукурузы
Яровая пшеница	2019	-	19	22	21
	2020	-	27	27	29
	2021	-	25	30	29
Кукуруза	2019	19	-	16	19
	2020	27	-	21	23
	2021	25	-	26	24
Целина пшеницы	2019	22	16	-	20
	2020	27	21	-	28
	2021	30	26	-	29
Целина кукурузы	2019	21	19	20	-
	2020	29	23	28	-
	2021	29	24	29	-

Таблица 2. Видовой состав жуужелиц (общие, массовые виды), обитающих в посевах сельскохозяйственных культур (2019–2021 гг.)

Вид	Пшеница			Кукуруза		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812)	++	+++	++	++	+	++
<i>Amara apricaria</i> (Paykull, 1790)	++	++	++	+	+	++
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	++	++	+++	+++	+++	+++
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1796)	+	+	++	+	++	++
<i>Bembidion properans</i> (Steph, 1828)	++	++	++	-	-	-
<i>Carabus regalis</i> (Fischer von Waldheim, 1820)	+	+	+	+	-	+
<i>Curtonotus aulicus</i> (Forsythe, 2000)	+	++	++	+	+	++
<i>Dolichus halensis</i> (Schaller, 1783)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Harpalus calceatus</i> (Duftschmid, 1812)	+++	+++	++	++	++	++
<i>Harpalus griseus</i> (Panzer, 1797)	++	++	++	++	++	+
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Poecilus fortipes</i> (Chaudoir, 1850)	++	++	++	++	++	++
<i>Poecilus lepidus</i> (Leske, 1758)	-	++	+	+	-	++
<i>Poecilus punctulatus</i> (Schaller, 1783)	++	+	+	+	++	++
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	++	++	++	++	++	++
<i>Pterostichus magus</i> (Mannerheim, 1825)	++	+	+	++	++	++
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	-	+	+	++	++	+++
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	++	++	++	++	+++	++

- — отсутствует, + — редкий вид, ++ — субдоминантный, +++ — доминантный

Таблица 3. Основные статистические характеристики данных динамической плотности Carabidae, экз./100 л.с.

Фактор	Значение фактора	Статистические характеристики				
		Число наблюдений	Средне-квадратическое отклонение	Минимальное значение	Среднее значение	Максимальное значение
Культура	Пшеница	114	15,42	0	16	71
	Кукуруза	114	11,21	0	12	50
Год	2019	76	12,97	0	12	58
	2020	76	14,67	0	15	71
	2021	76	12,89	0	15	60
Биотоп	Агроценозы	114	15,31	0	15	71
	Целина	114	11,49	0	13	50

Таблица 4. Результаты тестов Шапиро-Уилка и Лиллиефорса

Тест	Культура	Значение критерия	p-значение
Шапиро-Уилк	Пшеница	0,80074	3,955e-11
	Кукуруза	0,812	9,312e-11
Лиллиефорс	Пшеница	0,22117	4,984e-15
	Кукуруза	0,21299	7,016e-14

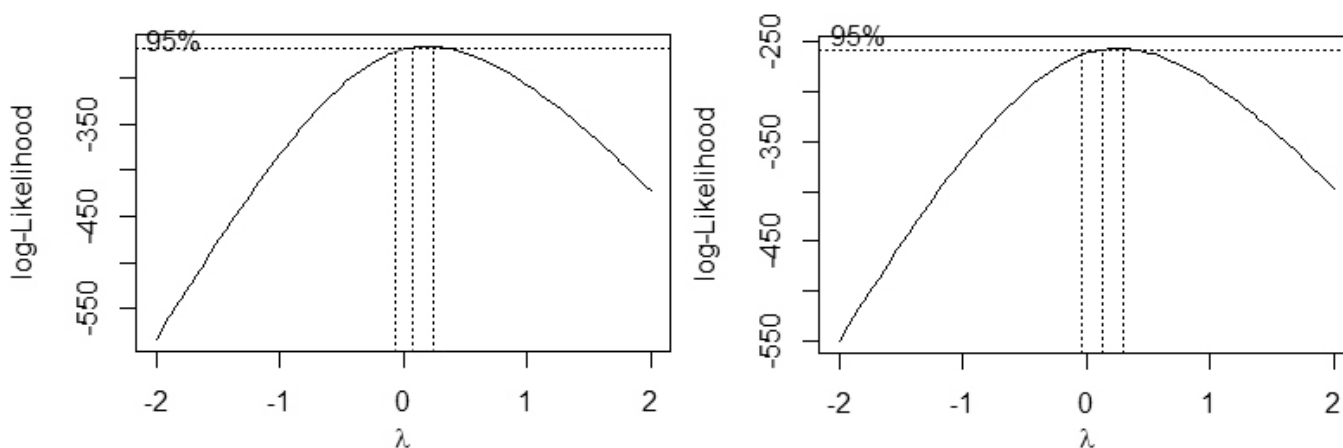


Рис. 3. Графики функции правдоподобия Бокса-Кокса

симальное, среднее значения, стандартное отклонение) данных динамической плотности Carabidae, экз./100 л.с. в зависимости от значений качественных факторов.

Для оценки нормальности распределения применяли тесты Шапиро-Уилка и Лиллиефорса. Принималась нулевая гипотеза о том, что анализируемая выборка

по уловистости происходит из генеральной совокупности, имеющей нормальное распределение. Результаты проведённых тестов представлены в таблице 4.

Гипотеза нормального закона распределения отвергается, так как для обеих выборок полученные значения  $p < 0,05$ .

Таблица 5. Результаты тестов Шапиро-Уилка и Лиллиефорса после преобразования

Тест	Культура	Значение критерия	р-значение
Шапиро-Уилк	Пшеница	0,96787	0,07645
	Кукуруза	0,96079	0,00505
Лиллиефорс	Пшеница	0,08746	0,03194
	Кукуруза	0,11586	0,07061

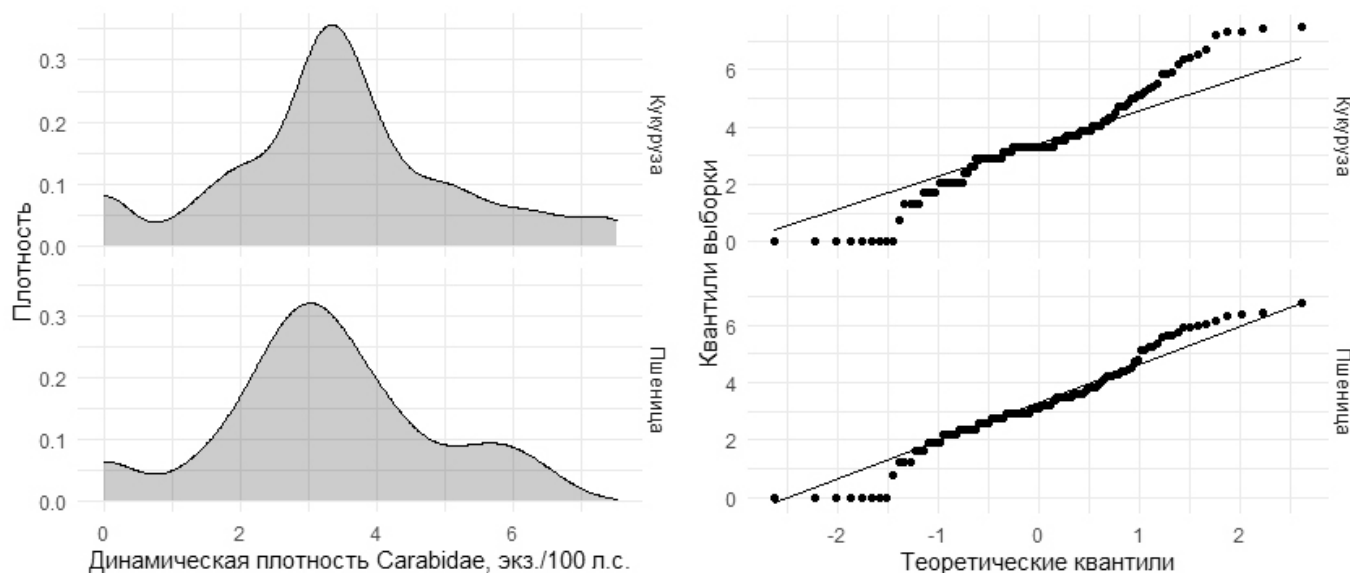


Рис. 4. Графики плотности распределения и квантилей после преобразования

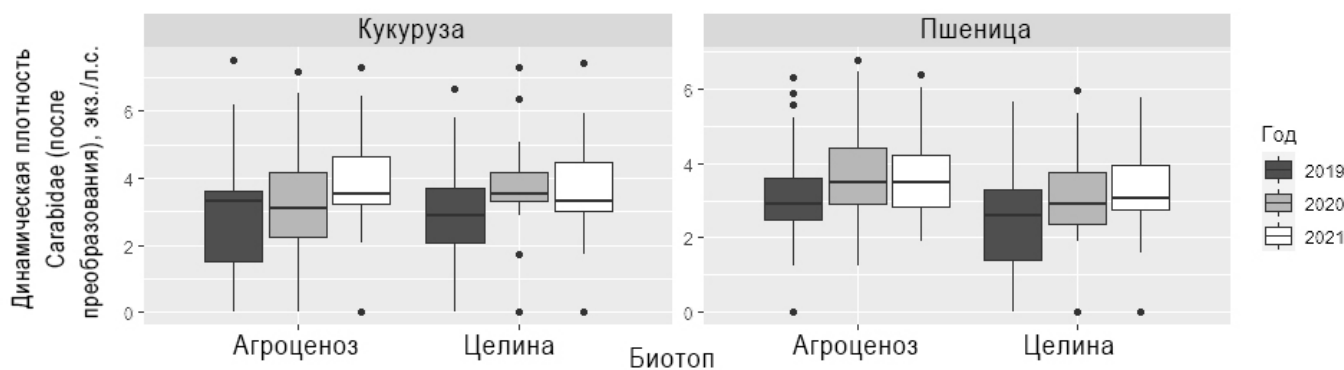


Рис. 5. Диаграмма размахов данных по динамической плотности Carabidae после преобразования

Над набором данных выполнено преобразование Бокса-Кокса, чтобы сделать его более однородным. Центральная пунктирная вертикальная линия (рис. 3) представляет собой оценочный параметр  $\lambda=0,18$  для выборки по пшенице и  $\lambda=0,26$  для выборки по кукурузе.

Поскольку оценочный параметр находится внутри доверительного интервала оптимального  $\lambda$  и близок

к 0, лучшим вариантом было применение логарифмического преобразования данных. Так как в наборе данных присутствовали нулевые значения, то применяли преобразование вида  $\log(x+1)$ .

После проведения преобразования, выполнили проверку исследуемых выборок по культурам на нормальность распределения (рисунок 4, таблица 5).

Таблица 6. Значения коэффициентов корреляции Спирмена

Фактор	Пшеница		Кукуруза	
	$\rho$	p-значение	$\rho$	p-значение
Год (отдаление)	0.18	0.05	0.19	0.04
NDVI	-0.02	0.87	0.15	0.12
CAT ( $t > 5^\circ\text{C}$ )	0.14	0.13	0.12	0.20
Сумма осадков, мм	-0.04	0.66	-0.07	0.46

Таблица 7. Значения критерия Краскела-Уоллиса

Фактор	Культура пшеница		Культура кукуруза	
	H	p-значение	H	p-значение
Год	4,25	0,0509	4,21	0,1218
Биотоп	3,10	0,5335	0,39	0,0098

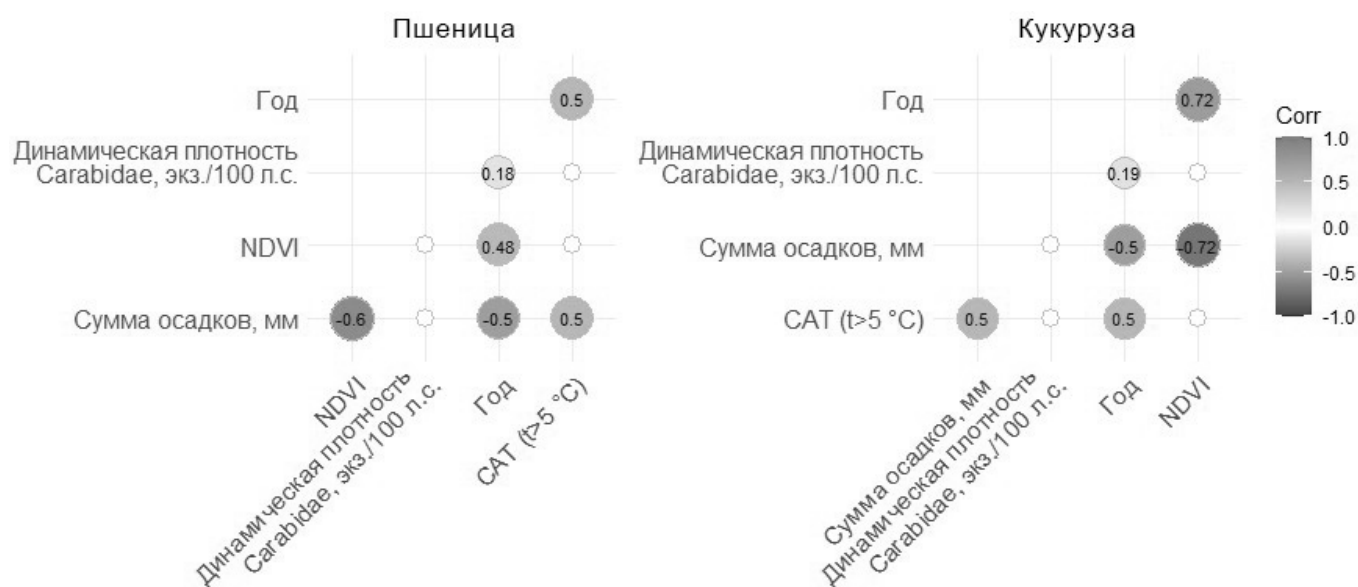


Рис. 6. Коррелограммы оценки влияния факторов на показатели динамической плотности видов Carabidae

Как заметно из графиков и полученных значений по результатам тестов, проведя преобразование вида  $\log(x+1)$ , удалось приблизить распределение исследуемых данных к нормальному.

В связи с преобразованием распределения значений, размах значений и количество выбросов сократились, что заметно по диаграмме размахов (рис. 5).

Для исследования связи между показателями динамической плотности видов Carabidae и метеорологическими показателями (CAT ( $t > 5^\circ\text{C}$ ), сумма осадков, мм), а также с индексом вегетации (биомассы) и отдалением от пара (2019, 2020 и 2021 гг.), использовали ранговый коэффициент

корреляции Спирмена, который не требует выполнения условия нормального распределения исходных данных и может быть использован в данном исследовании для получения корректных выводов о наличии и силе связи между исследуемыми количественными показателями. В таблице 6 приведены результаты расчета коэффициента корреляции Спирмена и оценка его статистической значимости для двух подвыборок данных.

Анализ результатов расчета коэффициента корреляции Спирмена (табл. 6) и коррелограмм (рис. 6) позволяет сделать вывод о наличии слабой корреляционной связи между показателями динамической плотности жужелиц (экз./100 л.с.) и отдалением от пара (1, 2, 3 года

исследования). Между ними выявлена статистически значимая положительная связь (0,18 для культуры пшеница и 0,19 для культуры кукуруза). Для оценки вклада качественных факторов в показатели динамической плотности Carabidae был использован критерий Краскела-Уоллиса.

В результате применения критерия Краскела-Уоллиса (табл. 7) выявлено влияние (статистически значимое на уровне 0,05) года исследования (положения культуры в севооборот — отдаленность от пара) на показатель динамической плотности жужелиц в пшенице, а также характера биотопа (агроценоз, целина) на показатель динамической плотности жужелиц в кукурузе. Статистически значимая связь между динамической плотностью и характером биотопа (посевы кукурузы), подтверждают предположение о том, что вид сельскохозяйственной культуры и технология ее возделывания (система обработки почвы и средства химизации) обуславливают особенности формирования комплекса жужелиц (видовой состав, динамическая плотность) и их распределение в пространстве [6,9,10].

Полученные результаты могут также свидетельствовать как об отсутствии сильно выраженных корреляций между остальными, исследуемыми факторами (NDVI, CAT ( $t > 5$  °C), сумма осадков, мм), так и о более сложном нелинейном характере их связи.

## Заключение

Наши данные показывают, что видовое богатство и численность жужелиц в посевах обеих культур воз-

растает с 2019 по 2021 г. На целинных участках с естественной растительностью общая динамическая плотность жужелиц находится на более низком уровне, чем в агроценозах. Выявлена слабая корреляционная связь между показателями динамической плотности жужелиц (экз./100 л.с.) и отдалением от пара (1, 2, 3 года исследования). Между ними выявлена статистически значимая положительная связь (0,18 для культуры пшеница и 0,19 для культуры кукуруза) при уровне значимости 0,05. В результате применения критерия Краскела-Уоллиса выявлено влияние (статистически значимое на уровне 0,05) года исследования (положения культуры в севооборот 1, 2, 3 — отдаление пара) на изменение динамической плотности жужелиц в пшенице, а также характера биотопа (агроценоз, целина) на показатель динамической плотности жужелиц в кукурузе. В условиях ведения севооборота сельскохозяйственных культур, это может быть объяснено увлечением общей биомассы растительности, в которой при отдалении от пара (на 2–3 годы), происходит увеличение сорного компонента (массовый рост сорняков) и численности насекомых — фитофагов (в том числе вредителей сельскохозяйственных культур). Поля с посевами пшеницы в севообороте являются бессменными, что может усиливать эффект накопления сорняков и вредителей на 3 год. Учитывая сменяемость полей с посевами кукурузы, но включенных в единый севооборот, в них происходят те же самые процессы. Необходимо так же отметить особенность технологии возделывания кукурузы — многократная культивация верхнего слоя почвы. Все эти факторы способствуют формированию условий для жизни жужелиц и оказывают влияние на их численность в агроценозах при малоинтенсивной технологии возделывания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 2. М.: Мир. 477 с. — 1989.
2. Фролов А.Н. Динамика численности и прогноз массовых размножений вредных насекомых: исторический экскурс и пути развития. Аналитический обзор // Вестник защиты растений. — 2017. — № 4 (94). — С. 5–21.
3. Ясюкевич В.В., Давидович Е.А. Влияние наблюдаемого и ожидаемого изменения климата на распространение насекомых // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — 2010. — Т. 23. — С. 315–332.
4. Богачева И.А. Исследование влияния различных факторов на динамику численности растительноядных насекомых Субарктики // Регуляция численности и плотности популяций животных Субарктики. — 1986. — С. 10–25.
5. Timms B.V. Influence of climatic gradients on metacommunities of aquatic invertebrates on granite outcrops in southern Western Australia // Journal of the Royal Society of Western Australia. — 2012. — Т. 95. — С. 125.
6. Бутовский Р.О. Распределение жизненных форм имаго жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в придорожных агроценозах // Экология. — 1991. — № 4. — С. 28–34.
7. Григорьева Т.Г. Возникновение процессов саморегуляции в агробиоценозе при длительной монокультуре // Энтомологическое обозрение. — 1970. — Т. XLIX, вып. 1. — С. 10–22.
8. Григорьева Т.Г., Жаворонкова Т.Н. Роль антропогенных и природных факторов в формировании трофической структуры пшеничного агробиоценоза // Энтомологическое обозрение. — 1973. — Т. LII, вып. 3. — С. 489–507.
9. Душенков В.М. Сезонная динамика активности жужелиц в агроценозах // Фауна и экология беспозвоночных животных. М., 1984. С. 69–76. Гусева О.Г., Коваль А.Г. Особенности комплексов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Ленинградской области с различными почвенными условиями // Вестник защиты растений. — 2008. — № 4. — С. 3–11.

10. Сумароков А.М. Видовой состав и трофическая структура фауны жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) агробиоценозов Степи Украины //Известия Харьковского энтомологического общества. — 2003. — № . 11, Вып. 1–2. — С. 188–193–188–193.
11. Хомицкий Е.Е. Динамика комплекса хищных жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Краснодарского края //Научное обеспечение агропромышленного комплекса. — 2017. — С. 398–399.
12. Будянский А.В., Кругликов М.Г., Цибулин В.Г. Численное исследование сосуществования популяций в одной экологической нише //Advanced Engineering Research. — 2014. — Т. 14. — № . 2 (77). — С. 28–35.
13. Каплин В.Г. Влияние метеословий и агротехнических приемов на динамику численности имаго жуужелицы *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera, Carabidae) в посевах яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № . 2. — С. 18–24.
14. Воронин А.Н., Фролова А.С. Влияние различных систем обработки и удобрений на численность макрофауны почвы //Ресурсосберегающие технологии в земледелии. — 2019. — С. 24–27.
15. Хомицкий Е.Е., Замотайлов А.С., Белый А.И. Опосредованное влияние органических удобрений на привлечение жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в условиях предгорной зоны Краснодарского края //Научное обеспечение агропромышленного комплекса. — 2016. — С. 246–247.
16. Бабенко А.С. и др. Закономерности распределения хищных жесткокрылых энтомофагов (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в экотонах полевых агроценозов. — 2005.
17. Власенко Н.Г., Иванов Е.А. Жуужелицы-индикаторы уровней применения средств химизации в посевах озимой ржи и яровой пшеницы //Агро XXI. — 2007. — № . 1–3. — С. 16–17.
18. Critchley B.R. Field investigations on the effects of an organophosphorus pesticide, thionazin, on predacious Carabidae (Coleoptera) //Bulletin of Entomological Research. — 1972. — Т. 62. — № . 2. — С. 327–342.
19. Труфанов А.М. Динамика изменения численности педобионтов при агротехническом воздействии различной интенсивности //Известия Горского государственного аграрного университета. — 2019. — Т. 56. — № . 2. — С. 54–61.
20. Лынов А.В. Пути повышения численности неспециализированных энтомофагов в агробиоценозах / А.В. Лынов // Вестник защиты растений С. Пб. — Пушкин. — 2007. — 3. — С. 73.
21. Renkonen O. Dis Carabiden — und straphiliniden — Bestande eines Seeufers in S-W Finnland // Ann. Entomol. Fenn. 1944. Bd. 9. № 10. S. 23–31.
22. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. — М.: Наука, 1982. — 287 с. 3
23. Шитиков В.К., Зинченко Т.Д. Многомерный статистический анализ экологических сообществ (обзор) //Теоретическая и прикладная экология. — 2019. — № . 1. — С. 5–11.
24. Kruskal W.H., Wallis W.A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. // Journal of the American Statistical Association. — 1952. —V. 47. — № 260. — P. 583–621.
25. Team R.C.R: A language and environment for statistical computing. — 2013.
26. Шарова И.Х., Душенков В.М. Зональные закономерности смены жизненных форм жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах //Экология жизненных форм почвенных и наземных членистоногих. — 1986. — С. 32–38.
27. Любечанский И.И. Население жуков-жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) типичных биотопов южной лесостепи Западной Сибири //Евразийский энтомологический журнал. — 2009. — Т. 8. — № . 3. — С. 315–318.
28. Дудко Р.Ю., Любечанский И.И. 2002. Фауна и зоогеографическая характеристика жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области // Евразийский энтомологический журнал. Т. 1. No.1. С. 30–45.

© Максимович Кирилл Юрьевич ( kiri-maksimovi@mail.ru ), Федоров Дмитрий Сергеевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РЕГУЛЯТОРЫ РЫНКА ИКТ КАК СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА

## ICT MARKET REGULATORS AS A SOCIAL AND ECONOMIC ASPECT OF INFORMATIZATION AND DIGITALIZATION OF SOCIETY

V. Azarov

*Summary.* Currently there is a sufficient number of scientific work and other publications, which describes the regulators of the ICT market of the Russian Federation; Insufficiently scientific and methodological materials in terms of experience and examples of the development of state and public legislative initiatives aimed at the management and control of the domestic market ICT. Russian legislation also does not respond to the classification of all significant ICT market regulation entities. In this regard, analytical materials and research works, revealing the composition and essence of ICT market regulators acquire particular relevance. The work of the ICT market regulator is given, the issues of classification of ICT market regulators are considered. Arguments are given to include in the regulators of the ICT market of statistical institutes, international organizations on standardization, international economic organizations and unions, analytical agencies and centers, rating agencies, media, companies in the field of IT consulting and IT outsourcing, educational institutions. It was concluded that there is no legislative consolidation of the term «ICT market regulator» and the need for its legislative consolidation.

*Keywords:* ICT, ICT market, market regulator, standardization, international economic organizations, ICT analytical agencies.

**Азаров Вячеслав Геннадьевич**

К.т.н., доцент, АНОО ВО «Сибирский институт бизнеса и информационных технологий»  
west\_55@inbox.ru

*Аннотация.* В настоящее время отсутствует достаточное количество научных работ и других публикаций в которых описаны регуляторы рынка ИКТ Российской Федерации; недостаточно научно-методических материалов в части опыта и примеров разработки государственных и общественных законодательных инициатив направленных на управление и контроль отечественного рынка ИКТ. Российское законодательство также не отвечает на вопросы классификации всех значимых субъектов регулирования рынков ИКТ. В этой связи особую актуальность приобретают аналитические материалы и исследовательские работы, раскрывающие состав и суть регуляторов рынка ИКТ.

В работе дано определение регулятора рынка ИКТ, рассмотрены вопросы классификации регуляторов рынка ИКТ. Приводятся аргументы для включения в состав регуляторов рынка ИКТ статистических институтов, международных организаций по стандартизации, международных экономических организаций и союзов, аналитических агентств и центров, рейтинговых агентств, СМИ, компаний в сфере ИТ-консалтинга и ИТ-аутсорсинга, институтов образования.

Сделан вывод об отсутствии законодательного закрепления термина «регулятор рынка ИКТ» и необходимости его законодательного закрепления.

*Ключевые слова:* ИКТ, рынок ИКТ, регулятор рынка, стандартизация, международные экономические организации, аналитические агентства ИКТ.

## Введение

**М**ощным рычагом воздействия на развитие ИКТ (информационно-коммуникационные технологии) в Российской Федерации является государство. Внутригосударственное регулирование рынка ИКТ осуществляется прежде всего за счет стимулирования рыночной конкуренции [1]. Что обеспечивается федеральными целевыми программами и рядом государственных инициатив федерального и регионального уровней, например налогового маневра для IT-отрасли [2], партнерских программ, повышения информационно-цифровой грамотности населения. Однако большинство инициатив не предусматривают оценку регуляторов рынка ИКТ, противостояние мировых институтов стандартизации ИКТ, а также рисков кибербезопасности порожденных цифровой реальностью [3]. Тренды ИКТ в текущих условиях многофакторны — что-то, как счита-

ют IT-специалисты, падает, что-то растет, для хороших результатов компаниям надо балансировать, так, например, ISO анонсировали разработку новых стандартов для умных вентиляторов, высокопоставленные эксперты ISO активно обсуждают этические вопросы жизни искусственного интеллекта и создания стандарта этизации искусственного интеллекта. Необходимо ли нам беспокоиться о домашних роботах-убийцах? — задаются вопросом эксперты подкомитета ISO/IEC СТК 1/ПК 42 [4] в разгар эпидемии Covid-19, Кукла Chucky следит за Тобой!

Таким образом, по мнению автора, регулирование ИКТ рынка должно начинаться с описания регуляторов и контролеров отечественного рынка ИКТ, охватывающих текущие и перспективные субрынки, при этом должны учитываться не только экономические детерминанты, но и вопросы формирования объективного мышления участников рынка.

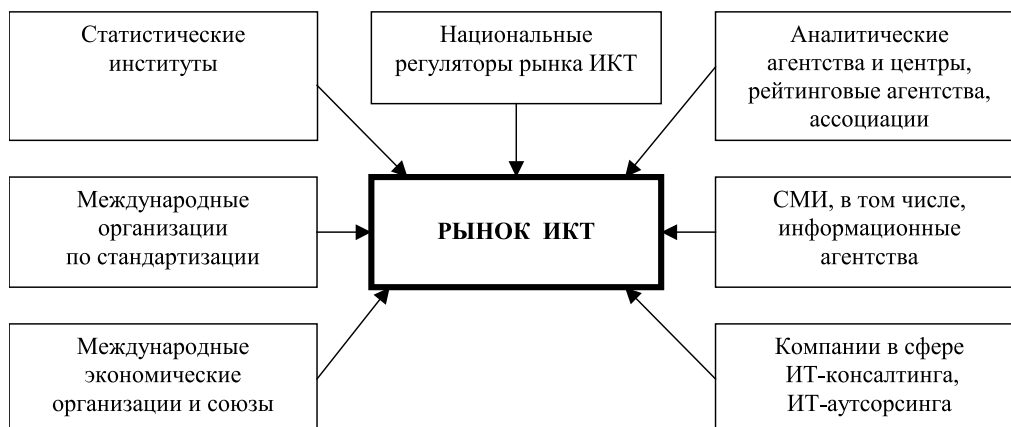


Рис. 1. Регуляторы рынка ИКТ

### Цель исследования

Рассмотреть основные социально-экономические факторы, влияющие на регулирование рынков ИКТ Российской Федерации, дать определение регулятора рынка ИКТ, классифицировать и описать регуляторы рынка ИКТ.

### Материалы и результаты исследований

Считаем необходимым наряду с отечественными правовыми нормами и правилами, описывающими состав рынка ИКТ рассматривать воздействие ряда прямых и косвенных факторов, создаваемых структурами, приведенными на рис. 1. К прямым факторам в первую очередь относим вопросы международного и государственного регулирования рынка ИКТ, к косвенным факторам воздействия, создаваемые СМИ, аналитическими агентствами и ассоциациями, ИТ-компаниями сферы консалтинга и аутсорсинга и другими структурами.

Таким образом, *под регуляторами рынка ИКТ* следует понимать структуры контролирующей деятельность ИКТ рынка и классифицирующиеся как регуляторы международного уровня, национальные государственные регуляторы, регуляторы правовых инициатив рынка ИКТ и регуляторы общественного мнения для рынка ИКТ.

Значительный вклад в формирование классификационных признаков рынка ИКТ вносят международные организации и форумы по стандартизации в области телекоммуникаций и ИТ, основная цель функционирования которых заключается в создании единых международных стандартов. Наиболее известными организациями по стандартизации в области ИКТ являются Евростат, CEN и CENELEC, ITU, IEC, ISO, IEEE, Ecma International, ANSI,

ISO, а также смежные комитеты, комиссии и другие международные организации. Например, ISO и IEC создали совместный технический комитет ISO/IEC JTC1 ответственный за стандартизацию ИТ технологий, который распространяет свое влияние на европейском уровне и России, в США и странах альянса применимы классификаторы IEC, ISO, IEEE, Ecma International, ANSI. Противостояние институтов стандартизации очевидно на примере Ecma International, которая имеет в ISO официальный статус посредника Class A Liaison, что дает возможность вносить проекты стандартов ИТ для рассмотрения и утверждения по короткой схеме, минуя широкое обсуждение в подкомитетах, именно так был принят, без поддержки большинства экспертов, открытый стандарт MS Office Open XML.

На уровне международных организаций и союзов, следует особо отметить принятую ООН Стандартную Международную Торговую классификацию (Standard International Trade (SITC) rev.4, разработанную Department of Economic and Social Affairs Statistics Division, UN в 2006 г. Межведомственная целевая группа по статистике международной торговли товарами ООН рекомендует SITC, Rev.4 для использования заинтересованными странами и международными организациями при анализе международной торговли товарами и услугами. Очевидна возможность применения классификации для определения сегментов и подсегментов рынка ИКТ на местном и международном уровнях, другими словами, разработка торговой классификации позволяет классифицировать этот рынок. Вопросами классификации рынка ИКТ, ООН уделяет особое внимание. Были созданы целевая группа по ИКТ UNiTeS (просуществовала до 2005 г.), Комитет экспертов ООН по управлению глобальной геопространственной информацией (UN-GGIM), Глобальный альянс по информационным и коммуникационным технологиям и развитию (Глобальный альянс по ИКТ и развитию или GAID), Департамент гло-



бальных коммуникаций, рабочая группа СПЕКА, ЭСКАТА и другие группы, коммерческие и благотворительные инициативы, Конференция по торговле и развитию ЮНКТАД и другие, играющие роль инситутов стандартизации по отдельным сегментам субрынков ИКТ.

Особое место в вопросах классификации рынков ИКТ занимает Соглашение по информационным технологиям Всемирной торговой организации (Соглашение ИТА, Information Technology Agreement). Соглашение ИТА является секторальным соглашением, что предполагает расширение прав и обязательств, следующих из соглашения на ограниченную номенклатуру товаров, которая определена в Соглашении. В основе ИТА лежит упразднение пошлин на продукцию ИКТ для стран, входящих в ВТО [5]. По мнению источника [6] Правительство США было главной движущей силой создания Соглашения. Отсюда возникает политическая и экономическая заинтересованность поддержки не только беспошлинной торговли в сегментах рынка ИКТ стран альянса, но и выполнение работ на национальных уровнях, направленных на преодоление торговых барьеров и обеспечению доступа стран членов ВТО к рынку электронной коммерции. В рамках ВТО по второму Соглашению по информационной технике, ИТА-II который вступил в силу в 2015 г. увеличивается перечень товаров, охватываемых первым соглашением ИТА (1996). Главные инициаторы расширения Соглашения — США, Япония и ЕС, выдвинувших инициативу по расширению рынка ИКТ для продвижения собственных высокотехнологичных позиций по данному рынку и развитию электронной торговли. В перечень товаров попали полупроводники нового поколения, навигационные GPS-системы, медицинские товары (включая оборудование для магниторезонансной томографии), станки для производства печатных схем, телекоммуникационные спутники и сенсорные дисплеи. Соглашение расширяет первоначальный список ИТА 1996 г. [5, 7].

Активное участие Российской Федерации на международном уровне в процессах стандартизации рынков ИКТ ограничено. Несмотря на участие экспертов РФ в ряде инициатив международного и европейского уровнях, международный мезальянс направленный на ограничения развития импорта-экспорта высокотехнологичных технологий и ИТ Российской экономики на внешние и внутренние рынки не позволяет полноценно участвовать в принятии инициатив по стандартизации и ряду других вопросов поля ИКТ. Например, Проект Конвенции Организации Объединенных Наций о сотрудничестве в сфере противодействия информационной преступности разработанный Министерством иностранных дел Российской Федерации блокируется ООН с 2018 г. Кроме того, еще в 2012 году Вашингтон ввел закон, получивший название «Акт Магницкого» одновременно со вступлением России в ВТО. А через

полтора года, в мае 2014 года, Вашингтоном был уже принят первый пакет антироссийских санкций, который продолжает негативно влиять на российскую экономику. Санкционные списки против РФ ведут более 20 стран и организаций. Среди них США (OFAC SDN, NON SDN, BISN Bureau of Internal Security & Nonproliferation), Великобритания (HM Treasury), Швейцария (SECO), Евросоюз, ООН и другие. Поддерживают санкции такие известные компании как Microsoft, Oracle и Hewlett-Packard. Санкциям подвергаются крупнейшие производители и разработчики ИКТ отрасли, включая производителей телекоммуникационных систем, систем кибербезопасности, разработчиков отечественного программного обеспечения.

Рынок ИКТ Российской Федерации ориентирован на виды экономической деятельности на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности ОКВЭД и Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности, ОКПД в соответствии с рекомендуемыми стандартами ОЭСР в области измерения сферы ИКТ, а также к Единому таможенному тарифу евразийского экономического союза ТН ВЭД ЕАЭС [8]. Сектор ИКТ определяется как совокупность организаций, занимающихся экономической деятельностью, связанной с производством, распространением и активным применением информационно-коммуникационных технологий. Минцифры утверждена собирательная группировка «Информатизация (ИКТ)» на основе ОКВЭД. Целью ее разработки является определение и конкретизация видов экономической деятельности, в наибольшей степени характеризующих сферу информатизации, для оценки динамики ее развития и происходящих в ней структурных изменений [9]. Однако, классификационные признаки не в полной мере соответствуют современным реалиям цифровой экономики, о чем говорится, например, в работах [10, 11].

Для задач статистического учета разработана и внедрена в практику Федеральной службы государственной статистики собирательная группировка «Сектор ИКТ», группировки «Сектор контента и СМИ», «ИКТ-товары и услуги», «Товары и услуги, связанные с информацией». Группировка «Сектор ИКТ» используется для оценки деятельности организаций, занимающихся производством ИКТ-товаров и оказанием услуг в данной сфере, а также при заполнении вопросников и проведении межстрановых сопоставлений. Границы «Сектора ИКТ» закреплены в форме федерального статистического наблюдения № 3-информ «Сведения об использовании информационных технологий и производстве связанной с ними продукции (работ, услуг)». Однако процессы цифровизации, в статистических наблюдениях отсутствуют, нет данных по стратегическим направлениям развития 6G, поведенческой биометрии, технологической сингу-

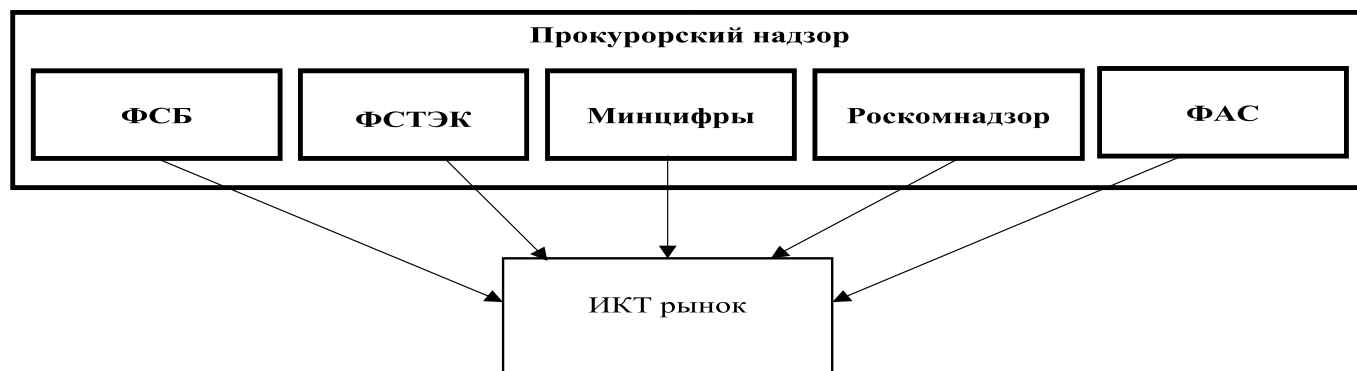


Рис. 2. Прямые государственные регуляторы российского рынка ИКТ

лярности, квантовых проводниках, Li-Fi и многих других стратегических направлений.

Прямыми или главными государственными регуляторами рынков ИКТ в Российской Федерации являются органы законодательной и исполнительной власти: Федеральная служба по техническому и экспортному контролю, Федеральная служба безопасности, Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, Федеральная антимонопольная служба. Надзор за соблюдением законности действий исполнительной и законодательной власти осуществляет Генеральная прокуратура Российской Федерации, рис. 2. Государственное регулирование в сфере информационных технологий определяется согласно ст. 12 Федерального закона № 149 «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», в редакции от 07.02.2021 г. и в настоящий момент времени не закрепляет понятие термина «регулятор рынка ИКТ».

Национальные государственные регуляторы ИКТ решают вопросы надзора, нетарифного регулирования, квотирования, лицензирования, ограничения импорта, таможенных сборов и формальностей. Несмотря на значительные объемы работ, проводимые регуляторами, доступность и открытость официальных интернет-источников регуляторов — функционал перечисленных структур и наиболее значимые мероприятия остаются неизвестными подавляющему большинству граждан Российской Федерации.

К вторичным государственным регуляторам можно отнести Центральный банк Российской Федерации, Федеральную таможенную службу, МВД России, органы местного самоуправления.

Рассмотрим регуляторы правовых инициатив рынка ИКТ. По мнению источника [12], «в условиях либерализации телекоммуникаций, перехода к цифровой среде и распространения ИКТ, национальные регулирующие органы адаптируются к новым условиям, проводят крупномасштабный пересмотр и обновление целей и правил регулирования». Так, например, в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Федеральный проект предусматривает разработку и принятие ряда нормативных правовых актов, направленных на снятие первоочередных барьеров, препятствующих развитию цифровой экономики, в частности, в таких сферах, как гражданский оборот, финансовые технологии, интеллектуальная собственность, телекоммуникации, судопроизводство и нотариат, стандартизация и иных. Здесь немаловажную роль играют инициативы государственных и негосударственных аналитических агентств, центров, ассоциаций, СМИ, консалтинговых и аутсорсинговых компаний. К гражданским инициативам по созданию правоопределяющих документов по регулированию рынков ИКТ привлекаются также рейтинговые агентства. Правовое регулирование предполагает разработку норм и правил работы ИКТ рынка через принятие законов, приказов, распоряжений и другой нормативно-правовой базы органами законодательной власти. Законодательные инициативы утверждаются на федеральном и региональном уровнях, с привлечением инициаторов к обсуждению норм и правил в профильных комитетах Государственной Думы, Правительства РФ и органах местного самоуправления, рис. 3.

В качестве конечного результата деятельности аналитических центров выступают аналитические доклады и предложения. Наиболее известные государственные аналитические центры, работающие в секторе ИКТ — это Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, Институт экономических стратегий Отделения общественных наук Российской академии

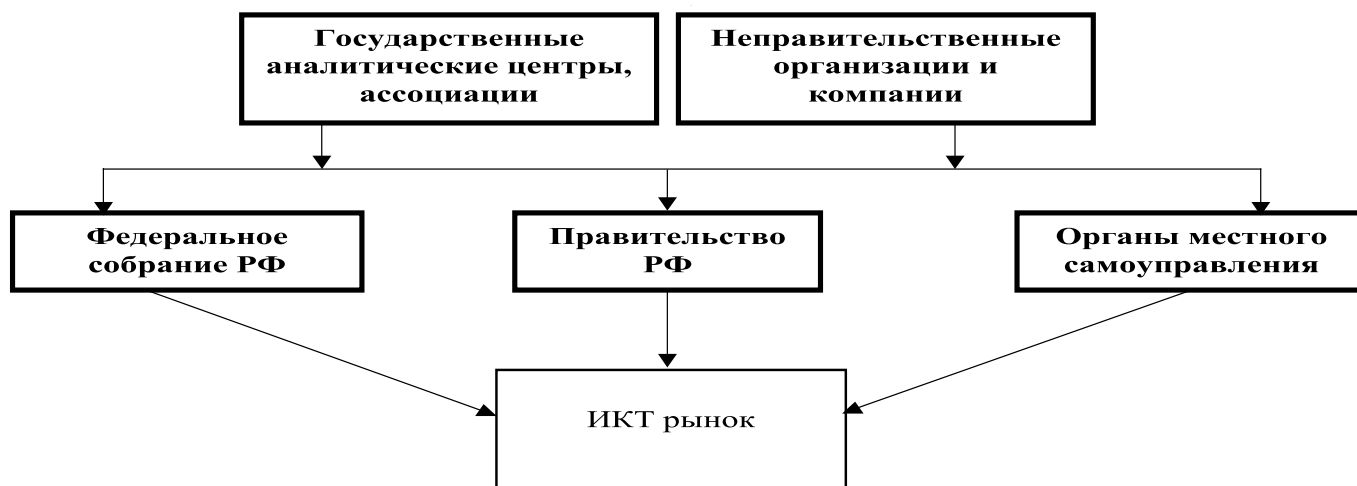


Рис. 3. Регуляторы правовых инициатив рынка ИКТ

наук, Российский институт стратегических исследований, Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти и другие. В качестве примеров крупнейших неправительственных организаций, работающих с аналитической информацией в секторе ИКТ, отметим Центр стратегических оценок и прогнозов, Центр стратегических разработок и другие. Коммерческие аналитические центры, работающие в области прогнозирования рынков ИКТ представлены Аналитическим центром НАФИ, ITResearch, MINDSMITH, Zecurion и другими.

Подчеркнем активное участие государственных аналитических центров и ассоциаций в совместной работе органов законодательной власти, в работе с государственными регуляторами рынков ИКТ, а также участие в совершенствовании законодательной базы в сфере информационных технологий и телекоммуникаций. Наиболее активными участниками инициатив по созданию нормативно-правовой базы в сфере ИКТ среди российских отраслевых ассоциаций являются Ассоциация предприятий компьютерных и информационных технологий, Ассоциация компаний сферы интернет-торговли, Ассоциация разработчиков программных продуктов «Отечественный софт», Российская ассоциация электронных коммуникаций, Ассоциация участников в сфере информационно-коммуникационных технологий, СРО Союз «Межрегиональное объединение организаций в области проектирования «ЯРД», Ассоциация участников рынка интернета вещей, Некоммерческое партнерство поставщиков программных продуктов, Ассоциация коммуникационных агентств России. В рядах членов этих организации присутствуют представители крупнейших отечественных и зарубежных компаний в области разработки и внедрения ПО, дистрибуции, интеграции, сервисных услуг, производства ИКТ-оборудования. Мин-

цифры, Минэкономразвития, Минпромторг, Минтруда, ФАС, ряд Комитетов Госдумы РФ включают экспертов ассоциаций в свои экспертные советы. Например, Ассоциация разработчиков программных продуктов «Отечественный софт» является соавтором нормативных документов о Едином реестре российских программ для ЭВМ и баз данных, нормативных документов о мерах поддержки отечественных производителей программного обеспечения при закупках в государственный сектор; Ассоциация участников в сфере информационно-коммуникационных технологий участвует в подготовке ежегодного доклада Правительству РФ о состоянии и текущих проблемах в развитии цифровизации регионов; Российская ассоциация электронных коммуникаций — осуществляет консультации и взаимодействие с профильными министерствами и ведомствами, проводит разработку и внедрение отраслевых стандартов (по комиссиям) и продвижение «Манифестов РАЭК» (по направлениям развития Рунета).

На первый взгляд, рейтинговые агентства (Rating Agency, ICT), как инициатор инициатив в правовом поле ИКТ кажутся лишними. Однако им отводится одна из принципиальных ролей. Стоит отметить, что с начала появления субрынков ИКТ, рейтинговые агентства завоевали одну из ведущих позиций, на которую ориентирован покупатель или потребитель услуги. Рейтинговые компании прошли путь от простого оценщика рисков до законодателя инвестиционных капиталовложений. Согласно [13], в конце XX века инвесторы всего мира стали руководствоваться мнением ограниченного количества рейтинговых агентств при формировании своей инвестиционной политики в области ИКТ. Среди аккредитованных российских агентств, осуществляющих оценивание и ранжирование компаний в том числе отраслевых ИТ направлений, наиболее известными являются



Рис. 4. Регуляторы общественного мнения для рынка ИКТ

АО «Аналитическое кредитное рейтинговое агентство» (АКРА), аккредитованное агентство RAEX — «Эксперт РА» составляющих рейтинги компаний в разных отраслях, в том числе сферы ИКТ, оценкой региональной инновационной активности, составлением прогнозов и рекомендаций. Например, АКРА выполнила глубокую аналитику для ПАО «Ростелеком», ООО «Эльдорадо», Mail.ru Group Limited и других известных игроков ИКТ рынка; RAEX проводит регулярный рэнкинг компаний в области поставки телекоммуникационного оборудования, оргтехники, компьютеров. Также отметим «Рус-Рейтинг» и «Национальное рейтинговое агентство». Использование рейтингов в регулировании документально определено Постановлениями Правительства РФ и решениями уполномоченных органов. Что касается зарубежных компаний на российском рынке аналитики, то ввиду «нового законодательного ограничения, вступившего в силу с середины 2017 г., международные рейтинговые агентства «большой тройки» Standard & Poor's, FitchRatings и Moody's сократили свою деятельность в России» [14].

Состав регулятор общественного мнения для рынка ИКТ приведен на рис. 4. В состав регуляторов включены аналитические агентства, СМИ, компании в сфере ИТ-консалтинга, ИТ аутсорсинга и институты образования.

К наиболее известным в России коммерческим зарубежным организациям и компаниям, описывающим классификационные признаки состава рынка ИКТ, можно отнести IDC, EITO, Gartner Inc, Forrester Research, Canalys Research, Statista Inc и другие. Аналитические данные перечисленных компаний широко представлены в новостных лентах рейтинговых агентства и СМИ Российской Федерации (Cnews.ru, Content-review.com, TAdviser.ru, Tdaily.ru, Vc.ru, Ixbt.com, Hi-Tech@Mail.Ru, 3dnews.ru и других); периодических изданиях («LAN/Журнал сетевых решений», «Открытые системы», «Мир связи», «IT MANAGER/Администратор информационных технологий», «IT News/Новости информационных технологий» и других). Публикация статистики зарубежных компаний в периодических изданиях являются частью брендовой стратегией компаний, специализирующихся на бизнес-аналитике

в области ИКТ. При этом, зарубежные аналитики, не используют в полной мере российские классификационные признаки рынков ИКТ в собственных аналитических отчетах, тем самым распространяют несколько отличную от принятой в России градуировку рынка и субрынков ИКТ. Например, IDC классифицирует рынки ИКТ исходя из общемировых затрат: Business Services (бизнес-услуги); Telecom Services (телекоммуникационные услуги: сервис, связь, телефония, TV и другое); Hardware (аппаратные комплексы, бытовая техника); IT Services (ИТ-консалтинг, ИТ-аутсорсинг, ИТ-бенчмаркинг и другое); Software (программное обеспечение) [15]. Согласно Forrester Research [16], мировой рынок ИКТ более глобален и по аналогичному показателю включает 24 субрынков.

Самостоятельную классификацию рынков ИКТ применяют не только зарубежные компании, но и отечественные СМИ, аналитические агентства и центры, рейтинговые агентства, ассоциации, консалтинговые и аутсорсинговые компании, воздействуя на отечественную аудиторию посредством СМИ. Также к регуляторам общественного мнения для рынка ИКТ отнесены институты образования, поскольку последние, выполняют де-юре функции массовой популяризации идей цифровой трансформации.

Источниками информации для прогнозов, аналитики и законодательских инициатив отечественных регуляторов ИКТ для схем, приведенных на рис. 3, 4 являются официальные и неофициальные источники.

Официальные статистические данные собирают и обрабатывают Федеральная служба государственной статистики и ее структуры (территориальные органы Росстата), Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций и другие ведомства, и государственные структуры, публикующие открытые данные сферы ИКТ, среди которых следует особо отметить статистические и аналитические материалы Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. Росстатом организованы совместные Статистические советы, комиссии, или заявлено участие в качестве на-

блюдателей (экспертов) в ряде международных совещаний по вопросам стандартизации ИКТ. В первую очередь с статистическим отделом ООН, с Европейской экономической комиссией ООН в части ИКТ, с Организацией экономического сотрудничества и развития, с Межгосударственным Статкомитетом СНГ, с статистическими службами стран БРИКС и Евразийского экономического союза, а также в составе экспертных и рабочих групп ЕЭК и с Республикой Беларусь. Международное участие в статистических наблюдениях позволяет оптимизировать внутренние нормы и правила рынка ИКТ, создать условия для преемственности стандартов ИКТ на международном уровне.

Большинство СМИ, общественных фондов, ассоциаций и ИТ-компаний проводят собственные независимые и экспертные исследования в сфере субрынков ИКТ для построения на их основе рейтинговых оценок, или прибегают к данным консалтинговых и аутсорсинговых компаний и размещают статистические измерения в СМИ. Такие данные принято считать неофициальными. Особое место в публикациях и материалах СМИ занимают организации, специализирующиеся на опросе общественного мнения, к которым относятся Всероссийский центр изучения общественного мнения, Автономная некоммерческая организация Аналитический Центр Юрия Левады (внесен Министерством Юстиции РФ в реестр некоммерческих организаций, выполняющих функции иностранного агента), Общероссийский общественный Фонд «Общественное Мнение». К сожалению, большинство социологических опросов этих организаций (ИТ-аспект) лежат исключительно в плоскости исследования

телекоммуникационных услуг, ограниченного потребительского интереса, социальных сетей, интернет и исследований ТВ мультиплексов и его контента.

### Заключение

Проведенные исследования показали, большинство российских общественных организаций и ассоциаций в сфере ИТ не играют значимой роли в законодательных и общественных инициативах по разработке нормативно-правовой базы сегментов управления рынком ИКТ, за исключением отдельных аналитических центров и ассоциаций, которые участвуют в законодательных инициативах регионального и федерального уровней.

На уровне массового сознания общепринятого понятия «регулятор рынка ИКТ» не существует. Поэтому нет соответствия между федеральными нормативами и собирательными группировками, описывающими рынок и субрынки ИКТ.

### Выводы

В сегментах ИКТ необходимо законодательно ограничивать воздействие артефактов на терминологию и суть сегментов российского рынка ИКТ и его регуляторов, посредством внесения терминологии и классификации регуляторов рынка ИКТ в федеральное и региональное законодательство. Также следует стандартизировать сегменты аналитических прогнозов и ввести наблюдение и регулирование объективности информационной составляющей последних.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев А.А. Национальное и международное регулирование производства и торговли информационно-коммуникационными технологиями // Российский внешнеэкономический вестник. — 2012. — № 10. — С. 61–75.
2. Чернышенко Д. Более 60 мер поддержки ИТ-отрасли вошли в пакет мер поддержки. — URL: <http://government.ru/news/41769/> (дата обращения 15.09.2021).
3. Рогачев С.В. Информационное обеспечение внешнеполитической деятельности в условиях цифровой реальности / Рогачев С.В., Виловатых А.В. // Проблемы национальной стратегии. — 2019. — № 6. — С. 108–117.
4. Lockett K. Используя силу технологий. — URL: <https://www.iso.org/ru/news/ref2451.html> (дата обращения 15.09.2021).
5. Сидоров А.А. Рынок информационно-коммуникационной техники в системе мирового хозяйства // Российский внешнеэкономический вестник. — 2013. — № 4. — С. 92–105.
6. Эрнст Д. Соглашение по информационным технологиям: опыт участия Индии и Китая в сфере развития промышленности и инноваций // Торговая политика. — 2015. — № 2. — С. 92–114.
7. 15 Years of the Information Technology Agreement. Trade, innovation and global production networks. — URL: [https://www.wto.org/english/res\\_e/publications\\_e/ita15years\\_2012full\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/ita15years_2012full_e.pdf) (дата обращения: 17.09.2021).
8. Разработка собирательных группировок «Информационная индустрия и «ИТ-отрасль» на основе общероссийских классификаторов ОКВЭД2 и ОКПД2» / Г.И. Абдрахманова. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23473> (дата обращения: 20.09.2021).
9. Наумов В.Н. К вопросу классификации рынков информационно-коммуникационных технологий / Наумов В.Н., Барабанова М.И. // Современная экономика: проблемы и решения. — 2016. — № 2. — С. 47–56.
10. Матвиенко К.М. Особенности и проблемы структурного анализа рынка информационных технологий в России // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2020. — № 12–2. — С. 117–120.

11. Миролюбова Т.В. Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике / Миролюбова Т.В., Карлина Т.В. Николаев Р.С. // Экономика региона. — 2020. — Т. 16, вып. 2. — С. 377–390.
12. Ластович Б. Мировые тренды в регулировании ИКТ и отечественные реалии. — URL: <https://www.iksmedia.ru/articles/5458966-Mirovye-trendy-v-regulirovanii-ИКТ.html> (дата обращения 15.08.2021).
13. Турсунов Т.М. Рейтинговые агентства и их роль на рынке структурированных финансовых инструментов // Корпоративные финансы. — № 3. — 2010. — С. 79–83.
14. Выгодчикова И.Ю. Метод построения рейтинга конкурентоспособности российских компаний // Современная конкуренция. — 2018. — Vol. 12. № 2. — С. 5–17.
15. Тенденции мирового ИТ-рынка. — URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: ИКТ\\_\(мировой\\_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: ИКТ_(мировой_рынок)) (дата обращения 15.08.2021).
16. Мировой ИТ-рынок — URL: [https://www.tadviser.ru//index.php/Статья: ИТ\\_\(мировой\\_рынок\)](https://www.tadviser.ru//index.php/Статья: ИТ_(мировой_рынок)) (дата обращения 15.08.2021).

---

© Азаров Вячеслав Геннадьевич (west\_55@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КРАТКОВРЕМЕННОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАГРУЗКИ

### DYNAMIC MODELING IN SHORT-TERM LOAD FORECASTING

*E. Anoshenkova*

*Summary.* Theoretical and experimental studies of the transitions of electrical systems with frequency-controlled asynchronous motors with positive feedback from the mode of developed chaos to various regular and chaotic symmetrical oscillations have been carried out.

It is revealed that chaotic modes have a continuous spectrum, therefore, power losses occur in a wide frequency range. And also with a continuous frequency spectrum, the probability of resonant modes increases, which negatively affects the energy characteristics of electrical equipment.

Therefore, an important task is to study and prevent the harmful effects of chaotic regimes.

The development of methods for controlling chaos in dynamic systems of various nature is one of the important applied tasks of the modern theory of dynamic chaos.

Based on the structural approach to the movement of an electrical system in phase space, it is possible to study the stability of intergroup movements, considered in all their diversity, as a problem of structural stability analysis. At the same time, due to the simplicity and visibility of the structures of intergroup movements, qualitative methods can be successfully applied to the study of the stability of the latter.

To date, enough management methods have been proposed, the main purpose of which is to make an effective transition from chaos to small impacts on the system.

*Keywords:* chaotic regime, pseudo-phase space, nonlinear properties, trajectory of motion, nonlinear load, cycles.

**Аношенкова Екатерина Викторовна**

*Старший преподаватель, Омский государственный  
технический университет  
ortmanev@yandex.ru*

*Аннотация.* Проведены теоретические и экспериментальные исследования переходов электротехнических систем с частотно-регулируемыми асинхронными двигателями с положительной обратной связью из режима развитого хаоса к различным регулярным и хаотическим симметричным колебаниям.

Выявлено, что хаотические режимы обладают сплошным спектром, следовательно, возникают потери мощности в широком диапазоне частот. А также при сплошном спектре частот возрастает вероятность возникновения резонансных режимов, что отрицательно сказывается на энергетических характеристиках электрооборудования.

Поэтому важной задачей является изучение и предотвращение вредного воздействия хаотических режимов.

Разработка методов управления хаосом в динамических системах различной природы является одной из важных прикладных задач современной теории динамического хаоса.

На основе структурного подхода к движению электротехнической системы в фазовом пространстве возможно исследование устойчивости межгрупповых движений, рассматриваемых во всем их разнообразии, как задача структурного анализа устойчивости. При этом в связи с простотой и обзорностью структур межгрупповых движений, к исследованию устойчивости последних могут успешно применяться качественные методы.

К настоящему времени предложено достаточно методов управления, основная цель которых это осуществить эффективный переход от хаоса к малым воздействиям на систему.

*Ключевые слова:* хаотический режим, псевдофазовое пространство, нелинейные свойства, траектория движения, нелинейная нагрузка, циклы.

**В** последние годы к вопросу прогнозирования нагрузки возник большой интерес. Вероятность точного прогнозирования нагрузки, даже в будущем, интересна нам с нескольких точек зрения. В связи с этим были проверены несколько математических суждений, и сопоставлены им соответствующие характеристики. Среди таковых можно отметить следующие: модели авторегрессионного типа [13], нейронные сети [14], модели радиальных базисных функций [11], расплывчатые

модели [7], а также технологии на базе искусственного интеллекта [12]. Несмотря на то что существуют разные представления по существующему вопросу, нет сомнений в том, что нейронные сети искусственного происхождения являются самыми распространёнными и эффективными.

Чаще всего авторы оправдывают свой выбор ANN, так как эти нагрузки обладают высокой нелинейностью.

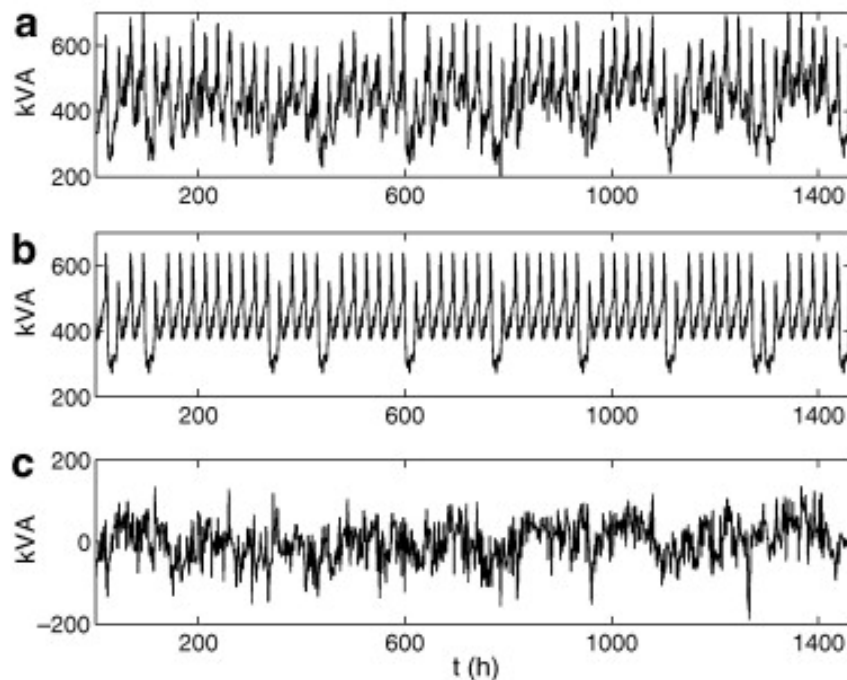


Рис. 1. (а) исходный временной ряд,  $S(k)$ ,  
 (б) временные ряды, состоящие из двух разных средних циклов,  
 (с) остаточные временные ряды

Следовательно, сразу может показаться, что нелинейность в данных о нагрузке как правило воспринимается как само собой разумеющееся, хотя нелинейность по таким данным может быть значительной [2]. Кроме того, цикл ежедневной загрузки в любой день не сильно отличается от предыдущих дней. Независимо от того, что нелинейность данных и сходства между ежедневными циклами нагрузки в дневное время, как правило, превосходят представления других модификаций.

Целью данной статьи является продемонстрировать, что прогнозирование нагрузки связано с двумя разными проблемами. Эти задачи будут упоминаться нами как прогнозирование динамики и сравнение с образцом. Это поможет лучше понять проблемы прогнозирования нагрузки и понять, почему некоторые модели лучше подходят лучше других. А также, поможет понять, почему эти нагрузки могут не быть не очень нелинейными.

Наше издание не будет ссылаться на предоставление новых схем прогнозирования, а также не будет поддерживать никаких конкретных математических представлений. Наша цель расширить наше понимание в фундаментальных вопросах, лежащих в основе прогнозирования нагрузки. Такая нить также может быть очень полезна и в практике построения моделей для прогнозирования нагрузки.

Один из центральных пунктов этой статьи — установить, какие источники нелинейности существуют в данных о нагрузке. Этот шаг представляется актуальным, по крайней мере, по двум причинам. Во-первых, понять источник нелинейности и это поможет нам осуществить важные шаги в области моделирования и прогнозирования загрузки данных. Во-вторых, поможет исследователям понять противоречивые результаты, представленные в литературе.

Для этого предлагается упрощенный проект для того, чтобы решить эту проблему. В будущем предполагается, что период дискретизации будет один час, но это не ограничивает результаты.

Данная статья посвящена анализу одной записи данных о нагрузке, то есть мнимой мощности.

Экзогенные переменные, такие как включение температуры, является решением для будущих исследований. В то время как дебаты были сосредоточены на временных рядах, текущие исследования подтверждают сходство идей с другими данными. Временные ряды, используемые в исследовании, были зарегистрированы энергетической компанией в течение одночасового испытательного периода, что привело к получению 1464 измерениям мнимой мощности. Эта информация включена, как  $S(k)$  во всю статью и приведена на рис. 1.



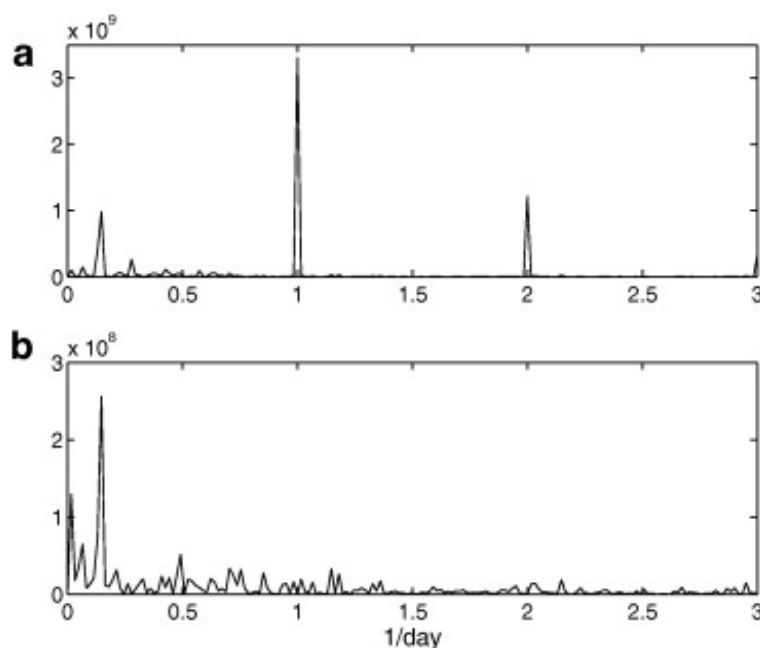


Рис. 2. Периодограммы: (а)  $S^*(j\omega)$ ,  $S(j\omega)$  (б)  $S^{\sim*}(j\omega)$ ,  $S^{\sim}(j\omega)$

Функция автокорреляции из двух окон данных, с интервалом две недели друг от друга — показала, что временные ряды были не слишком нестабильными, хотя они были очевидными и некоторые из них имели статистически значимые различия. Автокорреляционная функция показала большой дневной и еженедельный цикл на протяжении всей серии, но не так четко, как ежедневный цикл. Стандартный спектральный анализ показал спектральную эффективность на частотах 1 / неделя, 1 / день и 2 / день.

На рис. 2 оставшийся временной ряд  $S^-(k)$  не имеет дневного цикла, но имеет некоторую мощность примерно на неделю, что не удивительно, поскольку недельный цикл не был отменен.

Для анализа временной ряд был разделен на 9 окон из 224 наблюдений, что соответствует одной неделе и еще 56 дополнительных часов. Между соседними окнами было какое-то совмещение.

Одной из основных целей этой работы является проверка наличия детерминированных копий в данных вне дневного цикла. Используя номенклатуру, рекомендуется определить, существует ли детерминированная копия в оставшемся порядке  $y^-(k)$  в [2]. Для остальной части этой статьи измеренные данные будут обозначаться как  $S(k)$ , а остатки  $S^-(k)$ . Есть много способов оценить эту функцию. Одним из вариантов является оценка этой функции таким образом, чтобы средний дневной цикл был удален из данных. Идеальной процедурой было бы

рассчитать средний цикл для каждого дня недели, например, средний понедельник, средний вторник и так далее. Вероятнее всего, средние циклы могут быть типичными для всех сезонов года, например, средний летний понедельник, средний зимний воскресенье и так далее. В этом случае доступно только девять недель, и средние суточные значения могут быть не репрезентативными.

Для улучшения статистики, ежедневный цикл был представлен в виде автоматической классификации, которая представляет собой самоорганизующуюся карту, обученную без наблюдения [6]. Сеть обучалась с использованием каждодневно пяти еженедельных циклов.

Классификация основывалась на двух характеристиках: среднесуточной эффективности и самой низкой суточной производительности. Эти две функции были выбраны из пяти в зависимости от производительности сети во время четырехнедельного набора тестов. За рассматриваемый период было три выходных дня и девять воскресений. Одно воскресенье было классифицировано сетью как рабочий день. Следовательно, средний цикл  $S^-SBH(h)$ ,  $h = 1, 2, \dots, 24$ , рассчитывался на восемь воскресений и три выходных дня, сгруппированных по сети. Среднее значение рассчитывается за каждый час, то есть  $S^-SBH(h) = 111 \sum k = 111$ ,  $S(k)SBH(h)$ ,  $h = 1, 2, \dots, 24$ , где  $S(k)$  указывает  $k$ -й (измеренный) день [6].

Оставшиеся дни были потрачены на подготовку промежуточного цикла  $S^-WDS(h)$  способом, аналогичным

$S^-SBH(h)$ . Эти средние циклы были объединены для получения временного ряда  $S^-(k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, 1464$  и показано на рис. 1(б).

Циклы были извлечены из данных для создания серии задач так называемых остатки,  $S^-(k) = S(k) - S^-(k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, 1464$ . Они показаны на рис. 1 в. Периодограммы  $S(k)$  и  $S^-(k)$  показаны на рис. 2.

Как видно из рис. 2 (б) — основываясь на общем наборе данных, измеренного в течение девяти недель, еженедельный цикл по-прежнему присутствует в ряде остатков, но не в дневном цикле. Это не должно создавать никаких практических трудностей в этом исследовании, поскольку, как упоминалось ранее, анализ должен проводиться через окна, чуть более длиннее недели. Это означает, что примерно каждый еженедельный цикл с периодом около недели не будет отражен в данных.

Как показано на рис. 1  $S^-(k)$  он явно более стохастический (непредсказуемый), чем  $S(k)$ . В качестве аргумента предположим, что  $S^-(k)$  это совпадение. Если бы это было правдой, единственными предсказуемыми данными  $S(k)$  были бы средние дневные циклы в  $S^-(k)$ . В этом случае лучшим почасовым прогнозом  $h = 1, 2, \dots, 24$  будет просто  $S^-(h) = S^-WDS(h)$ , если прогнозируемый день был рабочим днем или субботой, и был бы  $S^-(h) = S^-SBH(h)$ , если прогнозируемый день был воскресеньем или выходным днем. Становится ясно, что в такой ситуации было бы расточительно выбирать огромные динамические модели для прогнозирования «динамики»  $S(k)$ . Было бы лучше найти более эффективные методы сортировки всех ежедневных циклов в наборе данных (предпочтительно более двух классов для более длинных наборов данных) и улучшить способы вычисления средних циклов и удаления их из данных.

С другой стороны, если  $S^-(k)$  не является полностью случайной — мы будем называть это  $S^-(k)$ , средней детерминированной сигнатурой, это значит, что ее часть может усредняться, тогда ясно, что простое усредненное использование циклов для прогнозирования не будет оптимальным. В этом случае требуется достаточно динамический прогноз.

Важно отметить, что просто недостаточно обнаружить детерминизм с помощью автокорреляции  $S^-(k)$ , поскольку детерминированная сигнатура может быть нелинейной и не может быть четко обнаружена средствами, предназначенными для линейных систем. Кроме того, не импульсная функция автокорреляции может быть найдена для данной окончательной реализации действительно случайного процесса. Таким образом, хотя детерминированная модель может быть использована для объяснения чего-либо из конкретного окна

данных, она не сможет объяснить в среднем другие окна данных.

Поэтому мы будем искать следы детерминизма в девяти окнах  $S^-(k)$ . Если для этой функции нет подписей, вероятно, лучшее, что может быть достигнуто в отношении прогнозирования, — это выполнить сопоставление с образцом. С другой стороны, модели динамического прогнозирования будут явно оправданы, если бы  $S^-(k)$  оказывается в некоторой степени детерминированным.

Обычно данные о нагрузке являются циклическими, выходящими за рамки «небольших случайных изменений» [10]. Было установлено, что краткосрочное прогнозирование нагрузки включает в себя две отдельные проблемы, а именно динамическое прогнозирование и сопоставление с образцом. Используя искусственный анализ данных, мы видим, что «небольшие вариации» (остатки) не всегда случайны, то есть иногда существует некоторый детерминизм, кроме циклических образцов. Более того, такой детерминизм не всегда нелинеен.

Важно понимать, что какая-либо часть ежедневного (и еженедельного) цикла появится в остатках  $S^-(k)$ . В этих случаях нулевая гипотеза о случайных невязках, вероятно, будет отклонена. Если модели затем оцениваются по таким остаткам, то для динамического прогнозирования они попытаются объяснить, что было оставлено в  $S^-(k)$ . В некотором смысле это нежелательно, потому что это означает, что то, что можно объяснить с помощью сопоставления с образцом, будет пытаться объяснить с помощью динамического предсказания.

Источником этой трудности является тот факт, что остатки зависят от того, как рассчитываются средние циклы. Видно, что желательно иметь возможность обнаруживать краткосрочную динамику без необходимости создавать остаточную последовательность  $S^-(k)$  [15].

Возникновение данных нагрузки всегда является нелинейной проблемой, но, в некотором смысле, она является статической (что подтверждается выбором входных данных в [13], [8], [16]). И наоборот, противоположностью может быть динамическое линейное предсказание. Кроме того, поскольку сравнение с образцом всегда является нелинейным в данных нагрузки, из этого следует, что, если модели должны строиться из исходных данных (а не из остаточных рядов), такие модели обязательно должны быть нелинейными. Это объясняет, почему нелинейные модели, как правило, превосходят линейные модели. С другой стороны, оказывается, что не всегда имеется возможность использовать сложные нелинейные модели для корректировки разностных данных и количественной оценки изменений в данных [1], [9].

Ранее утверждалось, что сопоставление с образцом по сути является по сути является статической процедурой и выполняется потому, что для построения модели, характеризующей циклы в данных, используются определенные задержки. С другой стороны, динамическое прогнозирование если оно присутствует, обычно имеет место низкий порядок величины, поэтому для него требуется всего несколько задержек. Все такие группы (задержки) объединяются в модели, создавая три основных кластера групп: (i) низкие группы, ответственные за динамическое прогнозирование; (ii) отстает от 24, отвечающих за сопоставление с образцом на дневном уровне, и (iii) отстает от 168, отвечающих за сопоставление с образцом на еженедельном уровне. Такие результаты объясняют, почему эти наборы групп работают хорошо, как показывает практика [3]. Кроме того, в тех случаях, когда такие задержки отсутствовали в моделях, требовалась дополнительная информация о цикле зарядки [4] (для сравнения с образцом). Это также объясняет,

почему схемы прогнозирования на основе встраивания [5], по-видимому, неэффективны в целом в задачах прогнозирования нагрузки, потому что при довольно низких измерениях они не могут выполнять сопоставление с образцом и будут пытаться объяснить данные исключительно на основе динамического прогнозирования. Наконец, может показаться, что различное взаимодействие между динамическим предсказанием и картирование образцов может быть в основе некоторых проблем прогнозирования [17].

На основе структурного подхода к движению электротехнической системы в фазовом пространстве возможно исследование устойчивости межгрупповых движений, рассматриваемых во всем их разнообразии, как задача структурного анализа устойчивости. При этом в связи с простотой и обзорностью структур межгрупповых движений, к исследованию устойчивости последних могут успешно применяться качественные методы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Chow T.W.S., Leung C.T. Нелинейная модель авторегрессионной интегрированной нейронной сети для краткосрочного прогнозирования нагрузки / IEEE Proc Gener Transm Distrib, 2008. 500–506 с.
2. Дарбеллай Г.А., Слама М. Прогнозирование краткосрочного спроса на электроэнергию. У нейронных сетей больше шансов? / Int J Forecasting, 2015. 71–83 с.
3. Dash P.K., Satpathy H.P., Liew A.C. Система краткосрочного прогнозирования пиковых и средних нагрузок в режиме реального времени с использованием самоорганизующейся нечеткой нейронной сети / Eng Appl Artif Intell, 2015. 307–316 с.
4. Дрезга И., Рахман С. Выбор входных переменных для краткосрочного прогнозирования нагрузки на основе AA / IEEE Trans Power Syst, 2010. 1238–1244 с.
5. Farmer J.D., Sidorowich J.J. Предсказание хаотических временных рядов / Phys Rev Lett, 2012. 845–848 с.
6. Хайкин С. Нейронные сети: комплексная основа / 2-е изд. 2013. 48–57 с.
7. Хуанг С.Ю., Ши К.Р. Применение нечеткой модели для краткосрочного прогноза нагрузки с групповым методом улучшения обработки данных / Electr Power Energ Syst, 2016. 631–638 с.
8. Khotanzad A., Abaye A., Дэвис М. Искусственная нейронная система прогнозирования электрической нагрузки на основе сети / IEEE Trans Neural Networks, 2013. 835–846 с.
9. Хотанзад А., Афхами-Рохани Р., Маратукулам Д. Прогнозист кратковременной нагрузки искусственной нейронной сети: поколение три / IEEE Trans Power Syst. 2012. 1413–1422 с.
10. Ким К., Сонг Ю.Х. Нейронная сеть и основанный на вейвлет — преобразовании подход к краткосрочному прогнозированию нагрузки / Electric Power Syst Res, 2013. 169–176 с.
11. Кодояннис В.С., Анагностакис Е.М. Изучение алгоритмов продвинутого обучения для краткосрочного прогнозирования нагрузки / Eng Appl Artif Intell, 2015. 159–173 с.
12. Метаксиотис К., Кагианнас А., Аскоунис Д. Искусственный интеллект в краткосрочном прогнозировании электрической нагрузки: современное исследование для исследователя / Energ Convers Manage, 2003. 413–426 с.
13. Раманатан Р., Энгл Р., Грейнджер С.W.J., Вахид-Араги Ф., Брейс К. Краткосрочные прогнозы электрических нагрузок и пиков / Int J Forecasting, 2013. 161–174 с.
14. Reis A.J.R., Alves da Silva A. Извлечение функций с помощью анализа нескольких разрешений для краткосрочного прогнозирования нагрузки / IEEE Trans Power Syst, 2005. 189–198 с.
15. Смолл М., Це К.К. Применение метода суррогатных данных к циклическим временным рядам / Physica D, 2002. 187–201 с.
16. Чжан Л., Донг З.Ю. Адаптивная нейро-вейвлет модель для краткосрочного прогнозирования нагрузки / Electr Power Syst Res. 2010, 121–129 с.
17. Чжан Г.П., Ци М. Нейросетевое прогнозирование для сезонных и трендовых временных рядов / Eur J Oper Res, 2005. 501–514 с.

© Аношенкова Екатерина Викторовна (ormanev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ В СООБЩЕСТВЕ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

### DEVELOPMENT OF AN APPLICATION TO MANAGE A MUTUAL ASSISTANCE SYSTEM IN THE COMMUNITY OF PEOPLE WITH DISABILITIES

**D. Berg**  
**E. Adiyak**  
**N. Papulovskaya**  
**Ya. Glushkov**  
**M. Glushkova**

*Summary.* The purpose of this work study is to develop an information system for the circulation of alternative currency within a closed economic community. An organization that unites people with disabilities is a such community. Based on the analysis of its activities, a matrix of mutual exchange of services and goods between participants was modeled. a network graph of participants' interaction was visualized with the UCINET software. Also, the product lifecycle, use-case diagram and class diagrams, as well as business processes of work in the developed payment system were modeled. As a result, version of the local payment system to implement into the community of people with disabilities was developed.

*Keywords:* payment system, alternative finance, complementary currencies, product development, information system, closed economic communities, use-case diagram, business processes, socially significant project, people with disabilities.

**Берг Дмитрий Борисович**

Д.ф.-м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Уральский  
федеральный университет им. первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

**Адияк Екатерина Валентиновна**

Аспирант, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный  
университет им. первого Президента  
России Б.Н. Ельцина  
eadiyak@gmail.com

**Папуловская Наталья Владимировна**

К.п.н., доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный  
университет  
Имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

**Глушков Ярослав Станиславович**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

**Глушкова Мария Алексеевна**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
manyusha\_zernova@mail.ru

*Аннотация.* Целью данной работы являлась разработка информационной системы для осуществления оборота альтернативных расчетных средств внутри закрытого экономического сообщества. В качестве такого сообщества выступает организация, объединяющая людей с ограниченными возможностями. На основе анализа ее деятельности была смоделирована матрица взаимного обмена услугами и товарами, которыми могут обмениваться участники. С помощью UCINET software был визуализирован сетевой граф взаимодействия участников. В процессе цикла продуктовой разработки был смоделирован жизненный цикл продукта, use-case диаграмма и диаграммы классов, а также бизнес-процессы работы в разрабатываемой платежной системе. Результатом явилась версия локальной платёжной системы, готовая к внедрению в функционирование сообщества людей с ограниченными возможностями.

*Ключевые слова:* платежная система, альтернативные расчетные средства, комплементарные валюты, продуктовая разработка, информационная система, замкнутые экономические сообщества, use-case диаграмма, бизнес-процессы, социально значимый проект, люди с ограниченными возможностями.

## Введение

**Д**анное исследование было проведено, основываясь на данных неправительственной организации людей с ограниченными возможностями. Их просьба состояла в разработке системы, которая могла бы помочь членам организации общаться, а также обмениваться своими собственными услугами или продуктами. Это поможет их социализации и может помочь получить интересный опыт работы. Эти задачи могут быть решены с помощью внедрения системы локальных платежей. Это система обслуживания обменных операций, не выходящих за пределы соответствующей локальной экономической системы (т.е. для обеспечения взаиморасчетов между агентами, связанными отношениями производственной и потребительской кооперации) [3,4].

Разработка локальной платежной системы проводится в несколько итераций по методологии Scrum. В этой статье представлен MVP (minimum viable product) конечного продукта, полученный в нескольких первых итерациях. Его частичное внедрение в функционирование сообщества людей с ограниченными возможностями позволит провести тестирование, дальнейшую модификацию продукта, а также фундаментальные исследования по работе платежных систем и обороте альтернативных расчетных средств.

**Объектом исследования** является сообщество лиц с ограниченными возможностями. **Предметом** разработка локальной платёжной системы.

## Существующие аналоги

В процессе данного исследования необходимо обозначить понятие «платежная система». В традиционном понимании платежная система это совокупности правил, процедур и технической инфраструктуры, обеспечивающих перевод стоимости от одного субъекта экономики другому. Она обеспечивает оборот денежных потоков. Эффективно построенная платежная система повышает стабильность государственной финансовой системы, обеспечивает эффективное использование финансовых ресурсов, а также улучшает ликвидность финансовых рынков [5].

В данной работе авторы рассматривают платежную систему как матрицу коммуникаций, обладающую специфическим свойством саморазвития внутренней структуры, находящейся под перманентным влиянием как экзогенных, так и эндогенных факторов.

В последние десятилетия различные электронные платежные системы (ЭПС) получили широкое распространение во всем мире. Электронная платёжная си-

стема — это безналичная система оплаты, которая осуществляется посредством платежей из электронного кошелька через гарантийное агентство — оператора платёжной системы. Это среда, в которой функционируют электронные деньги. Платёжные системы могут оперировать не только электронной валютой, но и проводить традиционные безналичные транзакции [6]. Такие системы интегрированы в банковскую систему страны. В Российской Федерации наибольшее распространение получили Яндекс Деньги и QIWI, а также международный аналог PayPal. [7]

Говоря об альтернативных расчетных средствах (АРС), нельзя не упомянуть феномен криптовалют и криптовалютных платёжных систем. Криптовалюты — это особая разновидность электронных денег, функционирование которых основано на децентрализованном механизме эмиссии и обращении и представляющих собой сложную систему информационно — технологических процедур, построенных на криптографических методах защиты, регламентирующих идентификацию владельцев и фиксацию факта их смены [8].

Биткоин (англ. bit — единица информации «бит», англ. coin — монета) — виртуальная валюта, не имеющая реальной стоимости. Важнейшая характеристика системы, в которой обращается биткоин, — это децентрализация. У нее нет единого эмиссионного центра. Она не зависит от банковской системы [9].

Также в течение последних 30 лет в мире стали активно появляться альтернативные расчетные системы (АРС), которые проводят операции в так называемых «локальных валютах», участвующих в обороте одновременно с национальной валютой. Оперирующие ими платежные системы по определению оказываются локальными. Локальные платежные системы могут быть как открытыми (возможна конвертация АРС в национальную валюту и обратно), так и закрытыми (конвертация запрещена и/или невозможна). Общей чертой всех ЛПС является то, что альтернативные средства расчетов в них выполняют функции меры стоимости, средства платежа и средства обмена, они принимаются участниками обмена на добровольной основе (как правило, АРС не используются в качестве средства накопления [10].

На сегодняшний день только проект Cyclos можно считать потенциальным инструментом для создания локальной платежной системы для оборота альтернативных расчетных средств. Cyclos разработан «Организацией социальной торговли» STRO (англ. Social Trade Organisation). Целью STRO является предоставление открытой платформы для реализации социально значимых экономических проектов. Программное обеспечение Cyclos (GPL/Java/J2SE/Tomcat) предназначено для

Таблица 1. Фрагмент матрицы агрегированных потоков внутри сообщества людей с ограниченными возможностями.

	Репетиторство	Рукоделие	Готовка	---	Фото услуги	Транспортировочные услуги	Спортивные и оздоровительные услуги
Репетиторство		2500	5000	---	3000		2500
Рукоделие	1000		2000	---			1000
Готовка	3500	1000		---			
---	---	---	---	---	---	---	---
Фото услуги	1000	5000	2500	---		8500	1500
Транспортировочные услуги	3000	1500		---	1000		1000
Спортивные и оздоровительные услуги	2000	2000		---	500		

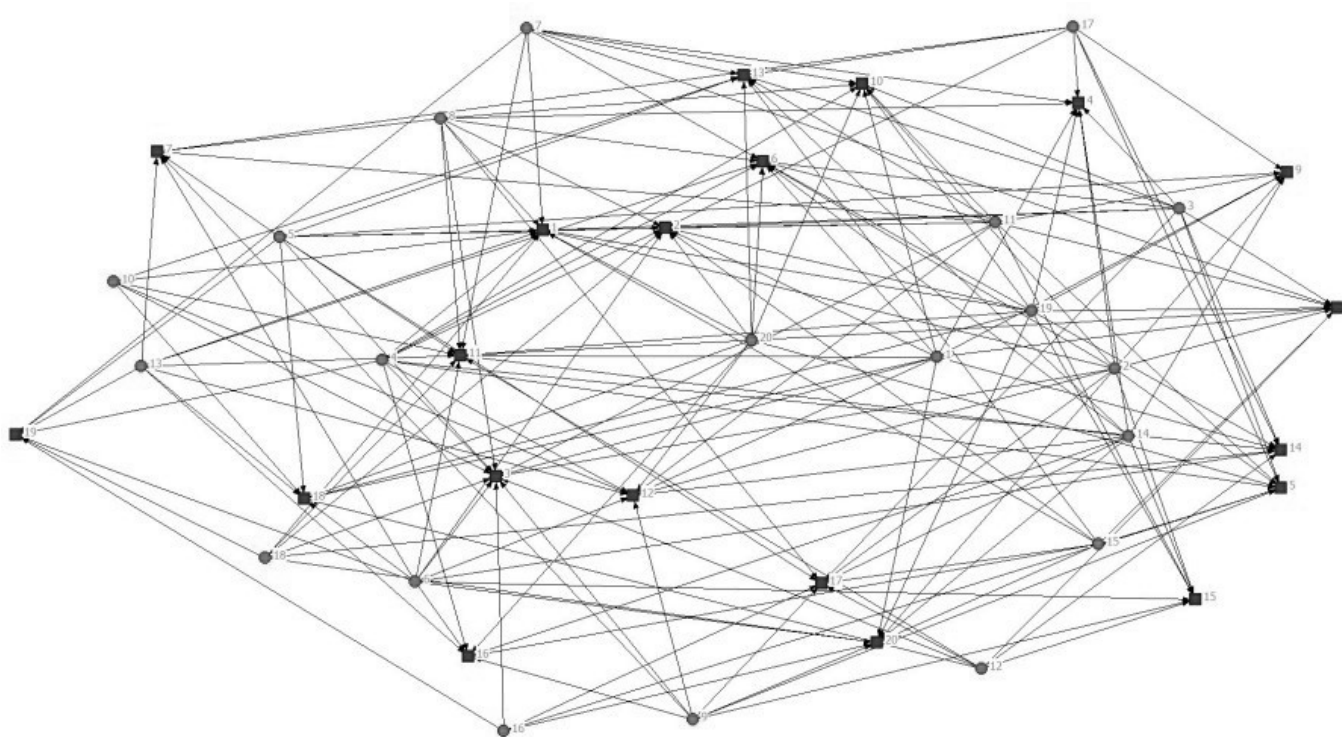


Рис. 1. Граф обмена услугами в сообществе людей с ограниченными возможностями

организации денежно-кредитных отношений на основе сетей. С помощью Cuslos различные сообщества могут разрабатывать собственные локальные экономики и контролировать оборот денежных средств[11].

В настоящее время развитие данного проекта приостановлено. Таким образом, разработка, тестирование и внедрение аналогичных проектов стало актуальным.

#### Сообщество лиц с ограниченными возможностями

Для моделирования функционирования локальных экономических систем необходимо разработать матрицу взаимного обмена. Это матрица агрегированных годовых товарных потоков между участниками закрытого сообщества. Она представляет собой списки со всеми участ-

никами сообществ и стоимостью продуктов и сервисов, которыми они обмениваются друг с другом. Финансовые потоки из этой матрицы можно проиллюстрировать в виде графика с помощью программного обеспечения UCINET, а также рассчитать свойства графиков.

В данном случае на основе статистических данных о расходах и доходах от деятельности лиц с ограниченными возможностями была смоделирована деятельность участников организации людей с ограниченными возможностями. После этого была составлена матрица агрегированных потоков товаров и услуг между сферами деятельности участников системы за месяц.

Для разработки матрицы (таблица 1) был сформирован перечень услуг, предоставляемых участниками. Он включает в себя следующее: репетиторство, рукоделие, кулинария, уборка, поход в магазин, организация / проведение мероприятий, доставка/передвижение мебели и бытовой техники, ремонт мебели и бытовой техники, ремонт одежды, ремонт и настройка ПК, аналитика, работа с данными, переводы, юридическая помощь, психологическая помощь, уход за домашними животными, услуги няни/сиделки, бытовые услуги, фото, транспорт (перевозки), спорт.

Сообщество состоит из 100 участников. Они могут предоставить 20 различных видов деятельности. По крайней мере, 5 человек могут выполнять одну и ту же задачу. Матрица взаимного обмена состоит из 20 видов деятельности и 20 групп (по 5 участников в каждой группе).

Прогнозируемый общий внутренний оборот в этом сообществе составляет около 500 000 рублей. По сравнению с предыдущими исследованиями [3,4] это довольно значительный объем, так как в [4] общий внутренний оборот составил 23 000 000 для 59 компаний сегмента ВТВ.

С помощью программного обеспечения UCINET финансовые потоки в этом сообществе были проиллюстрированы в виде графа (рисунок 1).

Для успешного функционирования такой системы необходим ИТ сервис, объединяющий всех участников сообщества и обеспечивающий оборот альтернативных расчетных средств. Ниже будет называться локальная платёжная система (ЛПС).

#### Разработка информационной системы

Перед началом разработки системы был произведен анализ портрета пользователя, спрогнозированы поль-

зовательские сценарии и разработан жизненный цикл системы.

Полный жизненный цикл пользователя в ЛПС представлен на рисунке 2. Самым первым шагом является регистрация в системе. Чтобы ее пройти, необходимо принять пользовательское соглашение и получить первоначальную ссуду. Далее модератор системы выдаст пользователю данные для входа.

Пользователь переходит на сайт системы и авторизуется по полученным от модератора логину и паролю. Если, попадая в систему, пользователь решает, что он будет продавать услугу или товар, то для начала он изучит каталог на предмет наличия аналогов. Далее продавец размещает свою товар или услугу, заполняя при этом карточку «Добавление товара».

Пользователь ожидает отклик на предложенный товар. Если отклик так и не был получен, пользователю предлагается решить, осталась ли потребность все-таки продать через систему. Если потребность осталась — то пользователю рекомендуется еще раз тщательно продумать товар или услугу, которую он собирается предложить. Возможно, отсутствие откликов говорит о некорректном заполнении карточки или вовсе об отсутствии спроса. Если же продавец утратил потребность продать товар через систему, то на этом его этап продажи закончился.

Если же продавец получает отклик на товар, продавец и покупатель переходят на стадию переговоров. Они решают, устраивают ли их условия сделки. Если условия сделки не устраивают, стороны пытаются прийти к компромиссу. Если и компромисса добиться не удастся, продавцу нет смысла продолжать переговоры с данным покупателем, и он просто ожидает новый отклик. Если все же условия сделки всех устроили, или в процессе переговоров удалось прийти к компромиссу, то сделка подтверждается. Далее происходит этап исполнения сделки, получение продавцом оплаты и отзыва от покупателя.

Есть и другой вариант поведения пользователя. Он может прийти в систему, чтобы приобрести. Он также начнет с изучения каталога, определится с товаром или услугой, которую хочет купить и добавит товар в корзину, заполнив при этом карточку «Оформление товара». Далее необходимо дождаться подтверждения резервации со стороны продавца. Если продавец по какой-то причине отказал, пользователь-покупатель решает, будет ли он продолжать искать товар или услугу снова. Если потребность остается — покупатель снова идет в каталог для выбора товара или услуги, если потребности больше нет — конец данного процесса покупки.





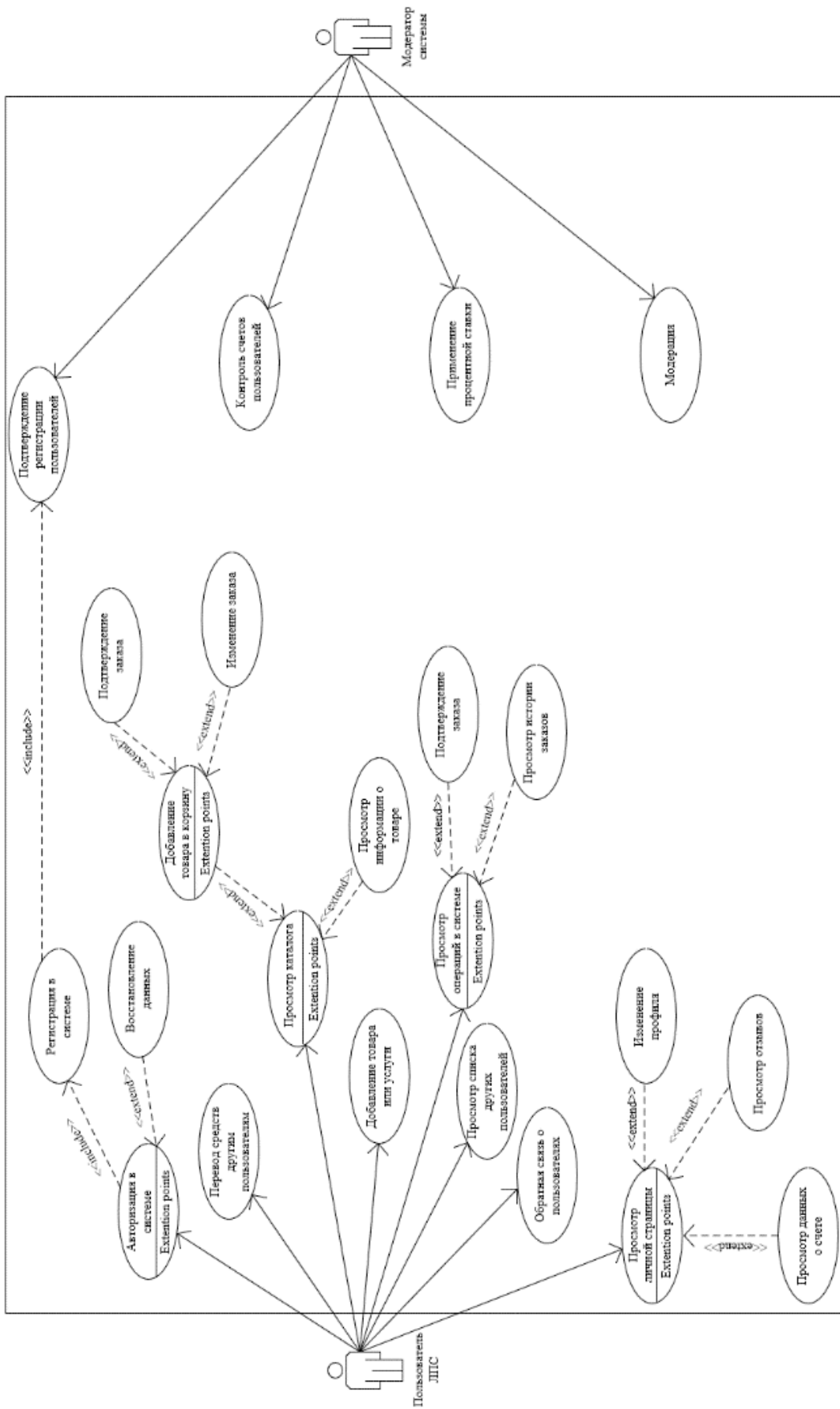


Рис. 3. Use case диаграмма

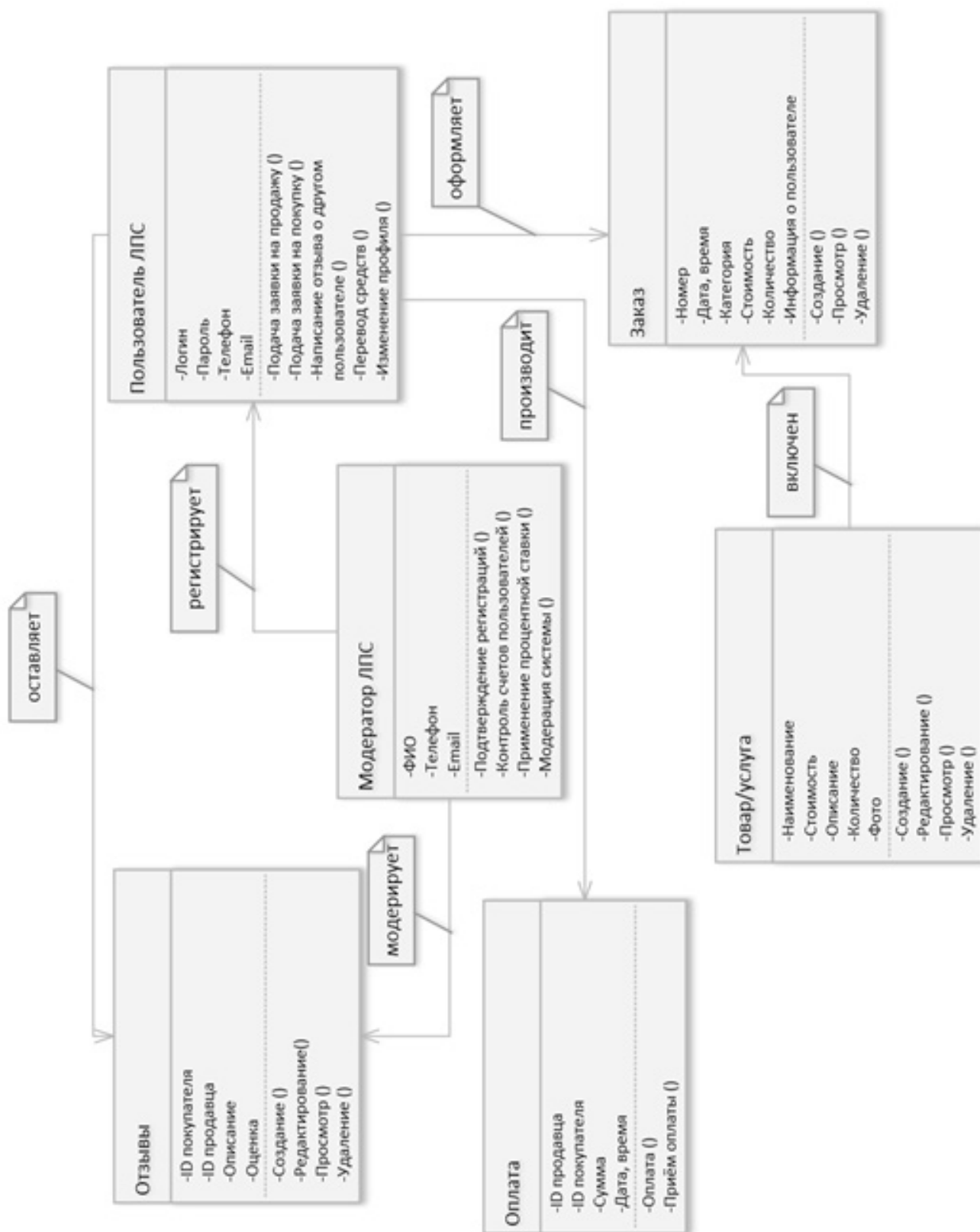


Рис. 4. Диаграмма классов системы Локальной Платёжной системы

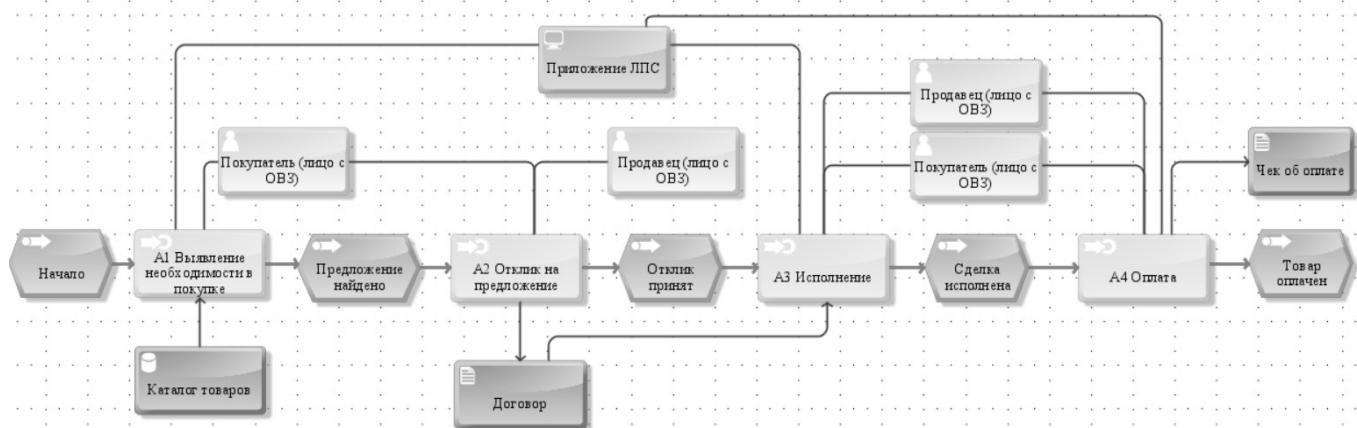


Рис. 5. Процесс покупки товара/услуги в ЛПС

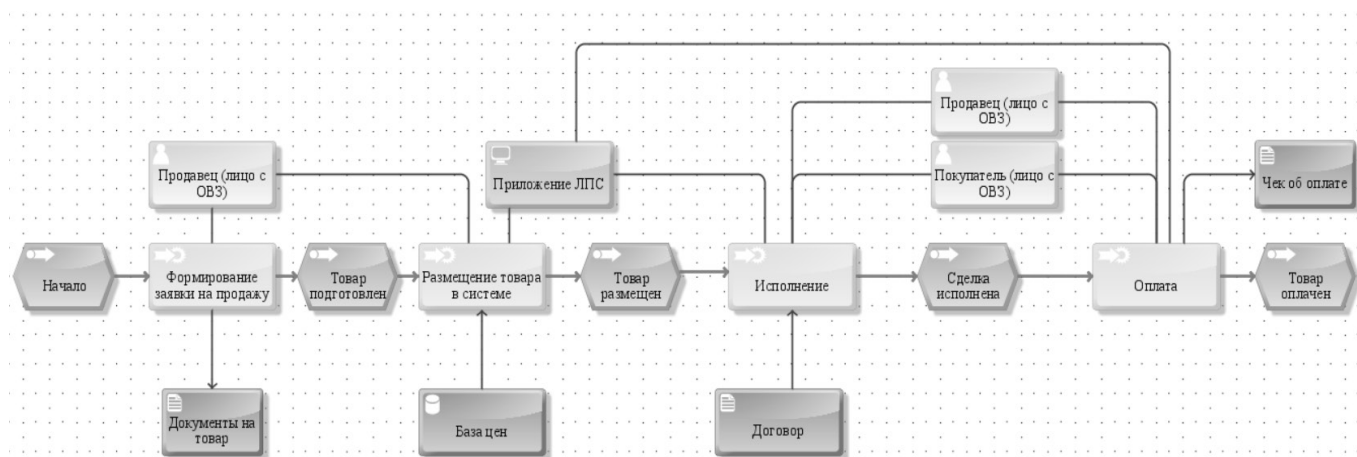


Рис. 6. Процесс продажи товара/услуги в ЛПС

модератор. Далее пользователь может авторизоваться. На данном этапе пользователю доступно восстановление данных. Также пользователю доступны функции перевода средств другим пользователям системы, просмотр каталога, добавление товаров в корзину, подтверждение и изменение заказа, добавление новых товаров или услуг, просмотр информации о товаре, просмотр операций в системе, просмотр списка других пользователей, изменение личного профиля, просмотр отзывов и некоторые другие. Модератор в свою очередь подтверждает регистрации новых пользователей, контролирует счета и выдает ссуды, и в целом модерирует систему. На рисунке 4 представлена **диаграмма классов** системы ЛПС. Основные классы системы, следующие: Модератор ЛПС, Пользователь ЛПС, Заказ, Товар/услуга, Оплата, Отзывы.

Пользователь ЛПС имеет свой логин и пароль, а также некоторые контактные данные. В его функционале:

подача заявок на продажу, подача заявок на покупку, написание отзывов, перевод средств в системе и изменение профиля. Основная задача пользователя в системе — совершить Заказ. Заказ состоит из номера заказа, даты и времени, категории товара или услуги, стоимости, количества и информации о пользователе. Заказ можно создать, просмотреть и удалить, если он больше не актуален. Любой заказ состоит из Товара/услуги. Товар/услуга содержат в себе наименование, стоимость, краткое описание, количество единиц и фотографию, если продавец ее предусмотрел. Товар и услугу можно создать, если вы продавец, редактировать, просматривать и удалять. В оплате участвует продавец со своим ID, покупатель со своим ID, также в оплате есть данные о сумме и дате и времени.

По итогу проведенных операций пользователи вправе оставить Отзыв. Отзыв также включает данные о по-

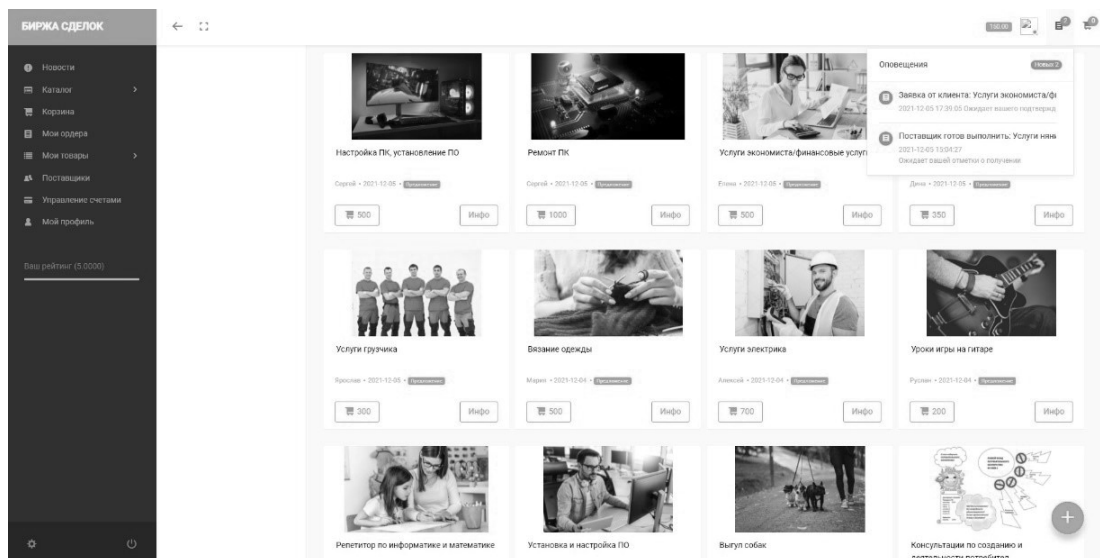


Рис. 7. Биржа сделок в ЛПС

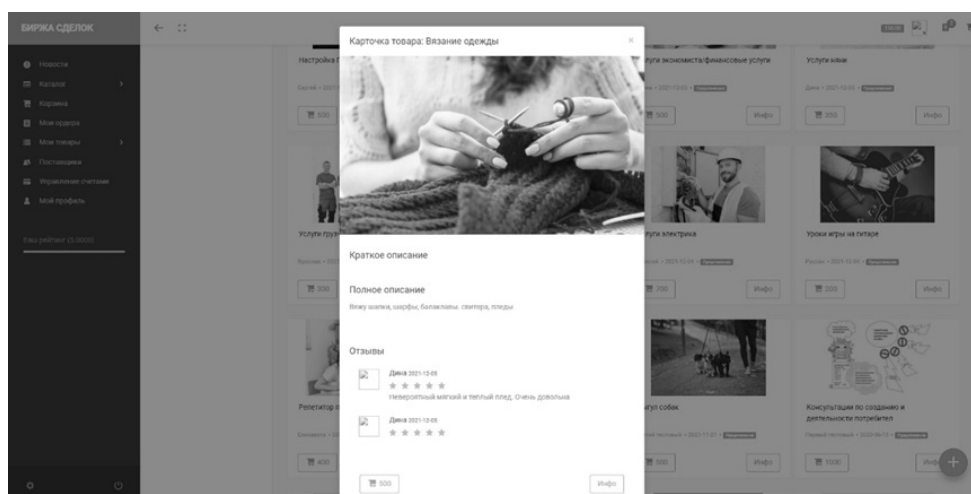


Рис. 8. Карточка с описание товара или услуги в ЛПС

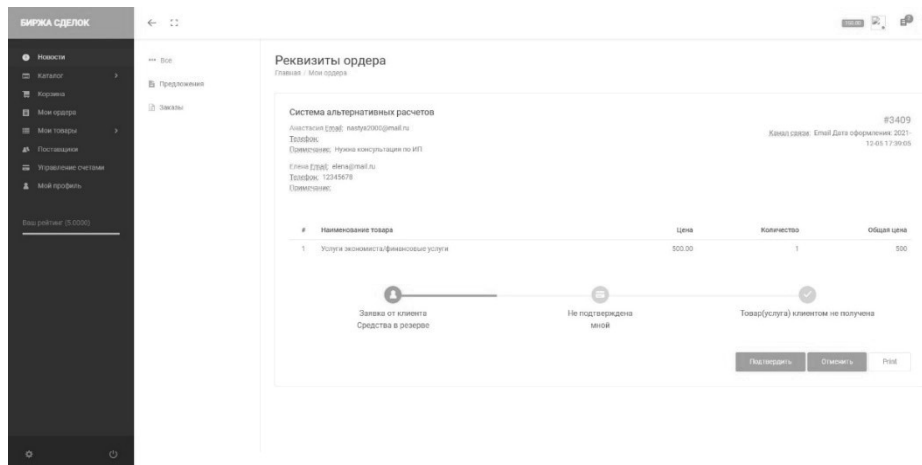


Рис. 9. Размещение заказа,

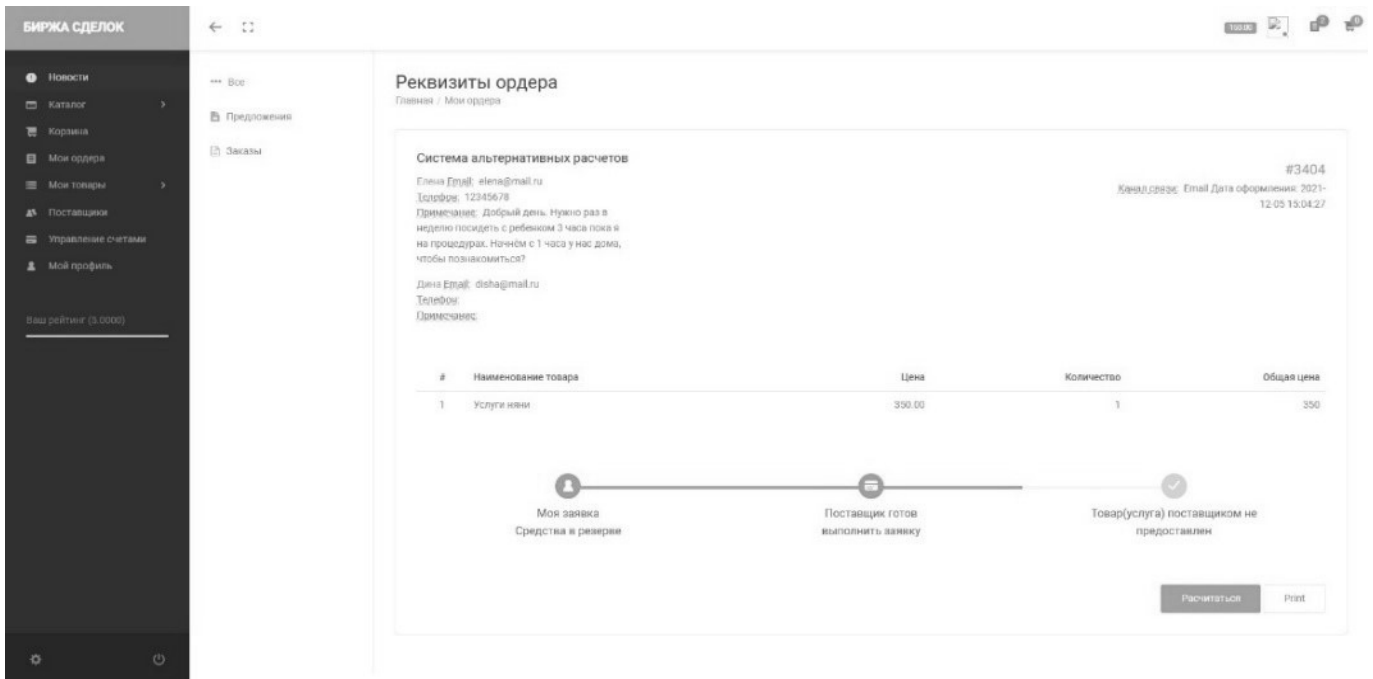


Рис. 10. Обработка заказа

купателе и продавце, описание и оценку работы. Таким образом все перечисленные классы являются обязательными в процессе работы с ЛПС.

Схематично бизнес-процессы покупки и продажи товара/услуги представлены на рисунках 5 и 6.

В результате была разработана ИТ система. Примеры пользовательского интерфейса представлены на рисунках 7–9.

### Заключение

В результате исследования на основе статистических данных и данных о расходах и доходах от деятельности лиц с ограниченными возможностями было смоделиро-

вано функционирование местной экономической системы.

В результате был разработан MVP ИТ системы, готовый к внедрению в работу сообщества лиц с ограниченными возможностями. Также были разработаны жизненный цикл системы, use-case диаграммы и схемы процессов покупки и продажи товаров/услуг в локальной платёжной системе. Внедрение системы местной валюты, основанной на расчетах, проведенных в этом исследовании, поможет людям с ограниченными возможностями найти новые способы социализации и профессионального роста. С фундаментальной точки зрения реализация такого проекта позволит экспериментально изучить процессы развития закрытых экономических сообществ и оборота альтернативных расчетных средств.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Shcherbakova I., Ilina, M. "The experience of project training on classes for foreign language by students of nonlinguistic specialties", Journal of Applied Research in Higher Education, Vol. 13 No. 1, pp. 287–299. 2021. <https://doi.org/10.1108/JARHE-02-2020-0033>
2. S.S. Vaulin / Application of Educational Environments when Learning at Accelerated Programs. In: CEUR Workshop Proceedings. 2020; Vol. 2562. pp. 234–241.
3. Popkov V.V., Berg D.B., Ulyanova E.A., Selezneva N.A. Modeling as a tool for the formation of a commodity and financial network in the regional economy // Regional Finance, 2015. doi: 10.17059 / 2015–2–19.
4. D.B. Berg, E.V. Adiyak, and A.A. Panachev, "Development of a technique for identifying the economic agent belonging to the local community by experimental data in the B2B segment", AIP Conference Proceedings 2313, 070019 (2020) <https://doi.org/10.1063/5.0032300>
5. Григорьева Е.М. Сущность и системообразующее значение платежных систем // Российское предпринимательство. — 2015. — Том 16. — № 17. — с. 2845–2858
6. Генкин А.С. Замещение наличных: глобальная тенденция и ее проявление в отечественной практике // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. 2013. № 3 (17). С. 109–116.

7. Мусалаева С.А. Электронные деньги и платежные системы // ПСЭ. 2010. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-dengi-i-platezhnye-sistemy> (дата обращения: 27.02.2022).
8. Вахрушев. Д.С. Железов О.В. Криптовалюта как феномен современной информационной экономики: проблемы теоретического осмысления. Интернет-журнал «Науковедение». Выпуск № 5(24). Сентябрь — октябрь 2014.
9. Блокчейн. Как это работает и что ждет нас завтра [Текст] / А. Генкин, А. Михеев. — Москва: Альпина Паблишер, 2018. — 587 с.: ил. — Загл. обл.: Blockchain.
10. Берг Д.Б., Ульянова Е.А., Многообразие денежных систем: классификация и систематизация // Вестник УрФУ, 2011. — № 1 — С. 115–122.
11. Чепуров Е.Г., Демина М.И., Исачик К.Ф., Ранюк С.В. Концепция реализации локальной платежной системы на примере студенческого сообщества // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1–2.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19776> (дата обращения: 27.02.2022)
12. Faust, Katherine. Comparing Social Networks: Size, Density, And Local Structure. Metodološki Zvezki. 2006, Vol. Vol. 3, No 2.pp. 185–216.

© Берг Дмитрий Борисович, Адияк Екатерина Валентиновна ( eadiyak@gmail.com ),

Папуловская Наталья Владимировна, Глушков Ярослав Станиславович, Глушкова Мария Алексеевна ( manyusha\_zernova@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



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

DOI 10.37882/2223–2966.2022.04.05

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

### METHODOLOGICAL METHODS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PROJECT

*P. Bobyshev*

*Summary.* Determining the effectiveness of innovative projects. Calculation through a mathematical model of the net present value of an innovative project. Types of possible distribution methods and identification of the most effective. Description of the process of assessing the effectiveness of innovative projects.

*Keywords:* innovative project, net present value, distribution types, efficiency assessment, risk variables.

**Бобышев Петр Петрович**

Аспирант, ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева»  
«Москва»

141963141963@mail.ru

*Аннотация.* Определение эффективности инновационных проектов. Расчет через математическую модель чистой современной стоимости инновационного проекта. Виды возможных методов распределения и выявление самого эффективного. Описание процесса выполнения оценки эффективности инновационных проектов.

*Ключевые слова:* инновационный проект, чистая современная стоимость, виды распределения, оценка эффективности, риск-переменные.

**В**ажным этапом в разработке новых программ для автоматизации систем управления является управление инновационными идеями.

Цель управления инновациями — монетизация и использование научных идей в создание условий для успешного продвижения новых технологий.

Современная инноваторская обстановка в России характеризуется наличием веского числа основательных открытий и технологических разработок, которые отнюдь не всегда оказываются нужными рынком. Большой степень неопределенности при создании и продвижении нововведений на рынок становится причиной отказа от финансирования проектов и замедлению темпов становления наукоемких производств. С другой стороны, недооценка рисков инновационных проектов приводит к серьезным последствиям, которые связаны с потерями времени, денежных средств и репутации.

Однако, оценка результативности разрабатываемых программ автоматизации систем управления остается неудовлетворительной перелопаченной сферой концепции оценки планов так как большинство порекомендованных способов не содержат утилитарных и методичных рекомендаций, позволяющих плодотворно приспособлять символический инструмент на практи-

ке и определена потребностью улучшения инвентаря оценки производительности инноваторских проектов.

В данной статье будут коротко описаны факторы и средства оценки производительности инноваторских планов промышленных систем.

Прогрессивные методы оценки цены нового разрабатываемого проекта основаны на концепции изменения стоимости денежных средств и предполагают применение действий дисконтирования этих средств.

Денежный поток нового разрабатываемого проекта — это прямая зависимость от временного периода поступления денежных средств и платежей при разработке проектов.

В качестве используемых показателей оценки цены разработки инновационных проектов, рекомендуются следующие:

- ◆ чистая современная стоимость;
- ◆ внутренняя норма доходности;
- ◆ индексы доходности инвестиций.

Чистая сегодняшняя цена (Net Present Value) демонстрирует величину сверхнормативного дохода, получаемого предприятием в итоге исполнения проекта, и обусловливается последующим образом:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{D_t}{(1+E_H)^t} - \sum_{t=0}^l \frac{K_t}{(1+E_H)^t} + \frac{L}{(1+E_H)^t}$$

где  $NPV$  — чистая современная стоимость;  $D_t$  — приток дохода предприятия в  $t$ -м году расчетного периода в результате нововведения;  $K_t$  — капитальные вложения в год  $t$ ;  $L$  — ликвидационная стоимость;  $E_H$  — норма дисконта, принятая для оценки данного инвестиционного проекта;  $T$  — длительность расчетного периода.

Индексы прибыльности характеризуют (относительную) «отдачу проекта» на вложенные в него средства. Они могут быть рассчитаны как для дисконтированных, так и для не дисконтированных потоков денежных средств.

При оценке результативности разработки чаще всего используют:

- ◆ индекс доходности инвестиций;
- ◆ индекс доходности дисконтированных инвестиций.

На торговых площадках, при изменении стоимости на расходные материалы, спроса на продукцию, процентных ставок, денежные валюты и акции, течение капитала в процессе реализации разработки проекта могут меняться в большую или меньшую сторону от запланированных, другими словами, могут возникнуть определенные риски.

В данной статье для целей изучения под инвестиционным риском разрабатываемого проекта подразумевается возможность происхождения негативных последствий при определенных критериях выполнения разработки нового проекта, и уровень отрицательного воздействия на желаемый исход.

Разрабатываемый инновационный проект автоматизированной системы представляют из себя набор действий, включающие в себя обоснование, цену и описание практического применения технического решения с указанием получаемой прибыли и/или иного положительного эффекта в условиях недостатка денежных средств, времени и технических ресурсов.

Для оценки производительности разрабатываемых систем можно использовать математическую модель, в которой используются денежные средства по финансовой, технической и инвестиционной деятельности, в дискретном виде, и подходящая по своим особенностям для проектов автоматизированных технических систем.

Из этого следует, что средства оценки производительности разрабатываемых новых проектов автоматизированных систем можно разделить на две группы: простые и динамические. Простые средства больше используются в информативном смысле, так как на сегодняшний день всюду используются динамические.

К простым относятся расчет и сравнение получаемой прибыли, расчет и сравнение расходов, расчет и сравнение общей стоимости разрабатываемого проекта. Все эти средства зависимы друг от друга и по отдельности не могут дать полной информации о проекте.

В динамических средствах в основном используются сложные формулы для вычисления процентов и дисконтирования анализа по получаемой прибыли от реализуемого проекта.

Самым используемым показателем является чистая современная стоимость проекта. Другими словами, это объем текущей прибыли за определенный период времени.

Как итог, в качестве результирующего критерия оценки математической модели разрабатываемого проекта используется показатель — чистая современная стоимость проекта, который помогает понять стоит ли вкладывать денежные средства в разрабатываемый проект:

$$NPV = \sum_{i=1}^K \frac{\sum_{j=1}^N [Q_{ji} \cdot (P_{ji} - V_{ji}) - F_{ji} - A_{ji}] \cdot (1 - T_{ji}) + A_{ji}}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^K I_{i'}$$

где  $I_i$  — инвестиции в  $i$ -й квартал,  $r$  — норма дисконта,  $Q_{ji}$  — объем продаж  $j$ -го товара (услуги) в  $i$ -квартал,  $P_{ji}$  — цена за единицу  $j$ -го товара (услуги) в  $i$ -квартал,  $V_{ji}$  — переменные затраты  $j$ -го товара (услуги) в  $i$ -й квартал,  $F_{ji}$  — постоянные затраты  $j$ -го товара (услуги) в  $i$ -й квартал,  $A_{ji}$  — амортизация  $j$ -го товара (услуги) в  $i$ -й квартал,  $T_{ji}$  — налог на прибыль,  $N$  — количество товаров (услуг) проекта,  $K$  — количество кварталов в инновационном проекте.

Если чистая современная стоимость проекта больше 0, то проект — доходный, и его можно продолжать рассматривать для принятия решения по инвестированию.



Имитационный метод моделирования имеет проблему, которой является сложный выбор входных данных (риск-переменных) модели, так как существует большое множество «макетов» бизнес-планов разрабатываемых проектов.

Важно отметить, что выбор входных данных несет огромную роль в анализе проектов. Если в используемой имитационной модели отсутствуют какие-либо составляющие потоки денежных средств, которые сильно влияют на результат, что может привести к неправильной оценке рискованности проекта.

Чаще всего используется нормальное распределение (распределение Гаусса). Данный вид распределения зависит от двух критериев — математического ожидания и среднеквадратического отклонения. Также стоит упомянуть что недостатком данного распределения является невозможность задать точных данных по поведению проекта в будущем.

Реже всего используют: равномерное распределения, логнормальное распределения и распределение Бернулли.

Равномерное распределение случайной величины задается двумя интервалами минимальным и максимальным что позволяет равномерно распределить ее по заданному интервалу. Логнормальное распределение риск-переменных задается также через два параметра: математическое ожидание и дисперсия.

Только основным минусом обоих распределений является отсутствие точных данных поведения риск-переменных в будущем времени.

В этом случае больше подходит распределение Симпсона, оно задается тремя точными параметрами. Данное распределение случайных величин часто используется для характеристики систем управления базами данных в динамике.

Из вышеописанного следует, что очередной существенной проблемой имитационной модели является выбор закона распределения случайной величины. Поскольку разрабатываемый проект включает в себя финансовые средства, используемые в будущем, что влечет за собой недостаток статистической, экспертной информации по риск-переменным, то нет корректных данных для правильного статистического анализа и выбора верного распределения.

Анализ эффективности инновационного проекта по результатам имитационных экспертиз выполняет-

ся в два этапа: целесообразность вложения денежных средств в проект, и определение рисков, которые могут негативно сказаться на проекте с документальным оформлением их критериев.

Оценка качества инновационного проекта состоит из трех шагов:

1. уточнение входных риск-переменных математической модели и первоначальной обработки информации для выполнения имитационных экспериментов;
2. формирование всевозможных сценариев развития проекта по каждому квартальному периоду;
3. оценка эффективности проекта в целом.

Вначале выполняется уточнение входных данных и указание исходных параметров для оценки качества проекта в рамках выполнения имитационного моделирования.

Далее генерируются всевозможные сценарии развития инновационного проекта по входным данным в рамках выбранной математической модели. Для каждого получившегося сценария эксперимента рассчитывается выходной параметр модели — текущая чистая стоимость проекта.

Последним шагом является общая оценка эффективности проекта, которая выполняется с помощью разработанных критериев оценки эффективности — индекса ожидаемых потерь и вероятности реализации неэффективного проекта.

Итогом будет являться принятия решение об инвестировании денежных средств в данный проект. Также определяются риски, которые могут критично сказаться на реализации проекта и определяются возможные сценарии выхода из риска.

Результатами написания статьи по методологическим способам проведения оценки эффективности разработки инновационного проекта являются:

- ◆ Дано более точное понятие инновационного проекта, описаны варианты распределения для использования в математических моделях.
- ◆ Выполнен анализ способов оценки стоимости и рисков проекта.
- ◆ Уточнено рациональное использование систем анализа эффективности инновационных проектов.
- ◆ Выделена методика оценки эффективности инновационного проекта технических систем, применение которой позволяет обосновать решение об инвестировании проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берсенеv, Н. Программные продукты для оценки эффективности инвестиционных проектов [Электронный ресурс] / Н. Берсенеv // Финансовый директор. — 2002. № 4. — Режим доступа: <http://www.fd.ru/article/1323.html>
2. Project Risk Management Guidance for WSDOT Projects [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://www.wsdot.wa.gov/publications/fulltext/cevp/ProjectRiskManagement.pdf>
3. Risk management in the procurement of innovation — Concepts and empirical evidence in the European Union / European Commission. — Luxembourg: Publications Office of the European Union. — 2010. — 124 p.
4. Siemens Science Award — научный конкурс инновационных проектов [Электронный ресурс]. — 2012. — Режим доступа: <http://www.science-award.siemens.ru/>
5. Sipos, G.L. Evaluation method of the innovation project global efficiency [Электронный ресурс] / G.L. Sipos, J.B. Ciurea, Ph.D. Stud. — 2007. — Режим доступа: [http://mpr.ub.uni-muenchen.de/13081/1/Paper\\_Sipos\\_Ciurea.pdf](http://mpr.ub.uni-muenchen.de/13081/1/Paper_Sipos_Ciurea.pdf)
6. Scholtes, S. Risk-enhanced NPV analysis: A Call for Computer Aided Investment Appraisal [Электронный ресурс] / S. Scholtes. — 2009. — Режим доступа: [http://www.eng.cam.ac.uk/~ss248/real\\_options/Papers/CADM.doc](http://www.eng.cam.ac.uk/~ss248/real_options/Papers/CADM.doc)

© Бобышев Петр Петрович ( 141963141963@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

# ПАССИВНЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛУ ПЭМИ

## PASSIVE METHODS AND WAYS TO PROTECT CONFIDENTIAL INFORMATION FROM LEAKAGE THROUGH THE PEM CHANNEL

**A. Vasilyev  
S. Ryzhikov  
I. Agureev**

*Summary.* In addition to active means, passive methods can also be successfully used to protect against information leakage through the spurious radiation channel. This article discusses approaches based on matching the monitor screen resolution mode and the length of the interface cable, choosing a color palette and special fonts, which, in combination, significantly reduce the quality of the restored original text image to the point of impossibility of character recognition.

*Keywords:* TEMPEST fonts, SDR.

**Васильев Андрей Савельевич**

Старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
VasilyevAS@mpei.ru

**Рыжиков Сергей Сергеевич**

Доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ» RyzhikovSS@mpei.ru

**Агуреев Иван Александрович**

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
universe@mpei.ac.ru

*Аннотация.* Для защиты от утечки информации по каналу побочных излучений кроме активных средств могут успешно применяться и пассивные методы. В данной статье рассмотрены подходы, основанные на согласовании режима разрешения экрана монитора и длины интерфейсного кабеля, выборе цветовой палитры и специальных шрифтов, позволяющие в комплексе значительно снизить вплоть до невозможности распознавания символов качество восстанавливаемого исходного текстового изображения.

*Ключевые слова:* ПЭМИ, TEMPEST шрифты, SDR.

**В** современных условиях использование технических каналов утечки информации из средств вычислительной техники представляет собой значительную угрозу защищаемой информации. Наиболее информативными являются устройства отображения, поскольку они предоставляют пользователям разную визуальную информацию [1, 2].

К настоящему времени сформировался общий подход к защите информации от утечки конфиденциальной информации по каналу ПЭМИ, который заключается в том, что организация эффективной защиты возможна только на основе системного применения комплекса взаимодополняющих методов и средств защиты информации. Организационные методы реализуются посредством проведения комплекса мероприятий по установлению и поддержанию временных, территориальных и пространственных ограничений на условия функционирования и режим работы объекта, где обрабатывается конфиденциальная информация. Технические методы направлены на то, чтобы за пределами контролируемой зоны объекта, напряженности электромагнитного поля не превышали бы нормируемые значения, а также на затруднение злоумышленником процесса выделения и восстановления полезной информации из полученной в результате перехвата ПЭМИ.

При организации и проведении мероприятий по защите информации от утечки по каналу ПЭМИ одной из наиболее важных задач является определение величины зоны 2 (R2), которая характеризует минимальное расстояние от ПЭВМ, за пределами которого соотношение «сигнал/шум»  $\Delta = P_c/P_{ш}$  не превышает нормированного значения, что делает процесс перехвата для злоумышленника невозможным.

С этой целью видеосистема компьютера переводится в тестовый режим. При использовании интерфейса VGA на экране монитора отображаются черные и светлые вертикальные линии шириной в 1 пиксель, что обеспечивает максимальный уровень побочных излучений интерфейсным кабелем. Для интерфейсов DVI, HDMI и DisplayPort тестовые режимы иные. В тестовом режиме уровень ПЭМИ заведомо многократно превышает уровень побочных излучений при отображении на мониторе текстовой информации. Далее осуществляется поиск частот ПЭМИ, определяемых режимом разрешения экрана монитора.

Если величина зоны 2 (R2) превышает размеры контролируемой зоны — пространства (территории, здания, части здания), в котором исключено неконтролируемое пребывание лиц, а также транспортных, технических

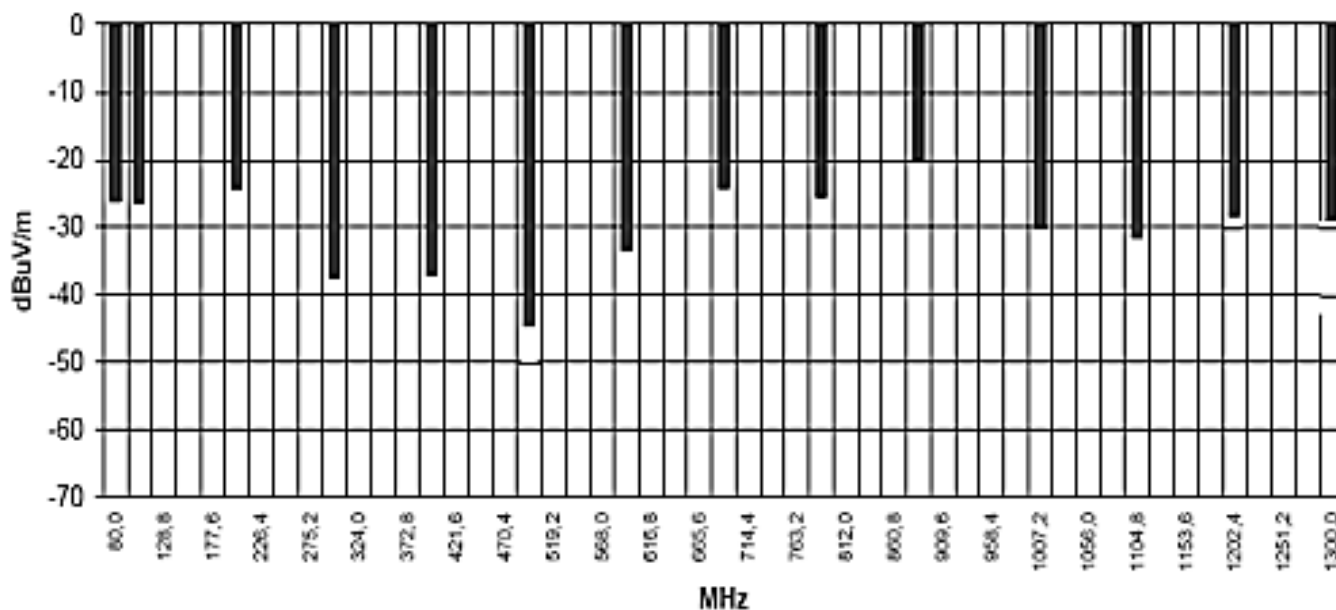


Рис. 1. Гистограмма спектральной чувствительности антенны для частот от 80 МГц до 1,3 ГГц

№ п/п	Частота излучения, МГц	Уровень ПЭМИ, дБмкВ/м
1	80,218734	71,72
2	160,437469	58,7
3	240,656203	66,91
4	320,874938	62,04
5	401,093672	59,54
6	481,312407	67,43
7	561,531141	62,56
8	641,749876	57,74
9	721,96861	52,51
10	802,187345	49,15

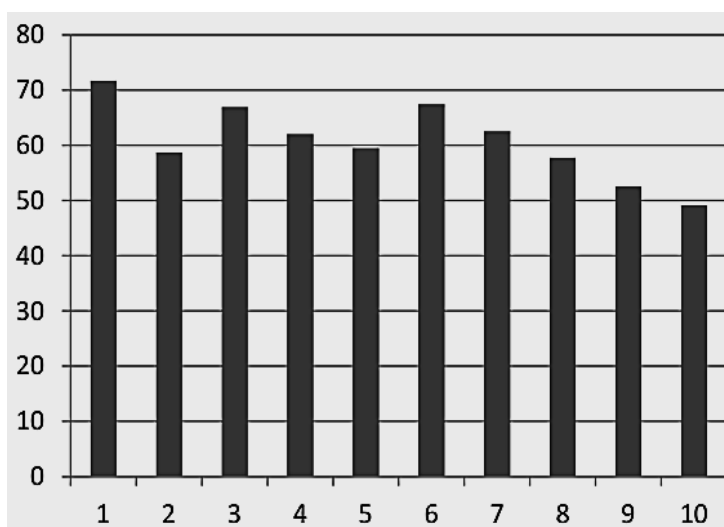


Рис. 2. Гистограмма уровня ПЭМИ для одного из режимов разрешения экрана монитора.

или иных средств [3], то необходимо принимать дополнительные меры по снижению уровня ПЭМИ и защиты конфиденциальной информации.

В [4] продемонстрирована взаимосвязь чувствительности приемной биконической измерительной антенны НБА-02 при приеме ПЭМИ в значительном диапазоне частот, что определяется соотношением между геометрическими размерами вибраторов антенны и длиной волны принимаемого излучения. Гистограммы спектральной чувствительности представлены на рис. 1.

Из представленных гистограмм видно, что максимальная чувствительность антенны зависит от кратности размеров ее вибраторов величине  $\lambda/4$ , где  $\lambda$  — длина волны принимаемого излучения. При кратности  $\lambda/2$  — наблюдается снижение чувствительности.

При трансляции видеосигнала от видеокарты из системного блока на монитор интерфейсный кабель выступает в качестве передающей антенны, для которой характерна та же зависимость уровня побочного излучения от соотношения длины кабеля (совместно с длиной

Таблица 1. Значения амплитуды напряжения в зависимости от выбранного цвета

Цвет	Уровень амплитуды сигнала
Белый	~ 700.0 mV
Серый (насыщенность черным 12,5%)	~ 612.5 mV
Серый (насыщенность черным 25,0%)	~ 525.0 mV
Серый (насыщенность черным 37,5%)	~ 437.5 mV
Серый (насыщенность черным 50,0%)	~ 350.0 mV
Серый (насыщенность черным 62,5%)	~ 262.5 mV
Серый (насыщенность черным 75,0%)	~ 175.0 mV
Серый (насыщенность черным 87,5%)	~ 87.5 mV
Черный	~ 0.0 mV

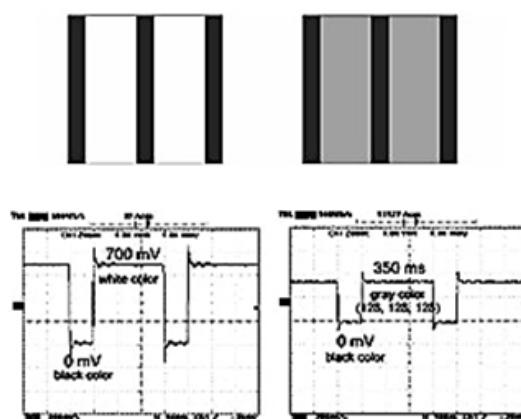


Рис. 3. Снижение амплитуды сигнала в интерфейсном кабеле

соответствующих печатных проводников видеокарты и платы монитора) и частоты (дины волны) ПЭМИ (рис. 2).

Так как частота ПЭМИ зависит от разрешения экрана монитора, то для кабеля определенной длины может быть подобран соответствующий режим развертки изображения (количество пикселей по горизонтали и по вертикали, частота обновления кадров в секунду), при котором уровень побочных излучений будет минимальным. Вторым возможным вариантом — подбор длины интерфейсного кабеля или изготовление его на заказ.

Другой подход к проблеме — это уменьшение интенсивности цветов, отображаемых на мониторе, что влияет на уменьшение разностей между пиковыми и минимальными значениями напряжения импульсов, отвечающих за отображение соответствующего графического знака.

Стандартная комбинация цветов, обычно используемая при работе с текстовыми документами, черный символы на белом фоне, отличается значительными разбросами амплитуды напряжения сигнала VGA в интерфейсном кабеле в зависимости от выбранного цвета (табл. 1).

В исследованиях [5, 6] рассматривается подход, который способствует защите текстовых данных от их перехвата по каналу ПЭМИ с последующим восстановлением символов за счет устранения значительных различий в значениях амплитуды видеосигнала стандарта VGA.

Изменение интенсивности фона позволяет значительно снизить максимальную амплитуду сигнала в интерфейсном кабеле (рис. 3), что сказывается на уменьшении уровня ПЭМИ.

Изменяя цветовую палитру фона и текста на значения меньшей разности для VGA интерфейса, можно существенно снизить уровни ПЭМИ (рис. 4) [5].

В DVI стандарте, где пиксель с примененным цветом кодируется через комбинацию 0 и 1, параметры напряжения электрического сигнала остаются без изменений и уровни ПЭМИ не зависят от изменения цветовой палитры фона и текста. В [8] приведены результаты исследований по определению факторов, влияющих на разборчивость текста на экране в зависимости от используемой цветовой палитры (рис. 5).

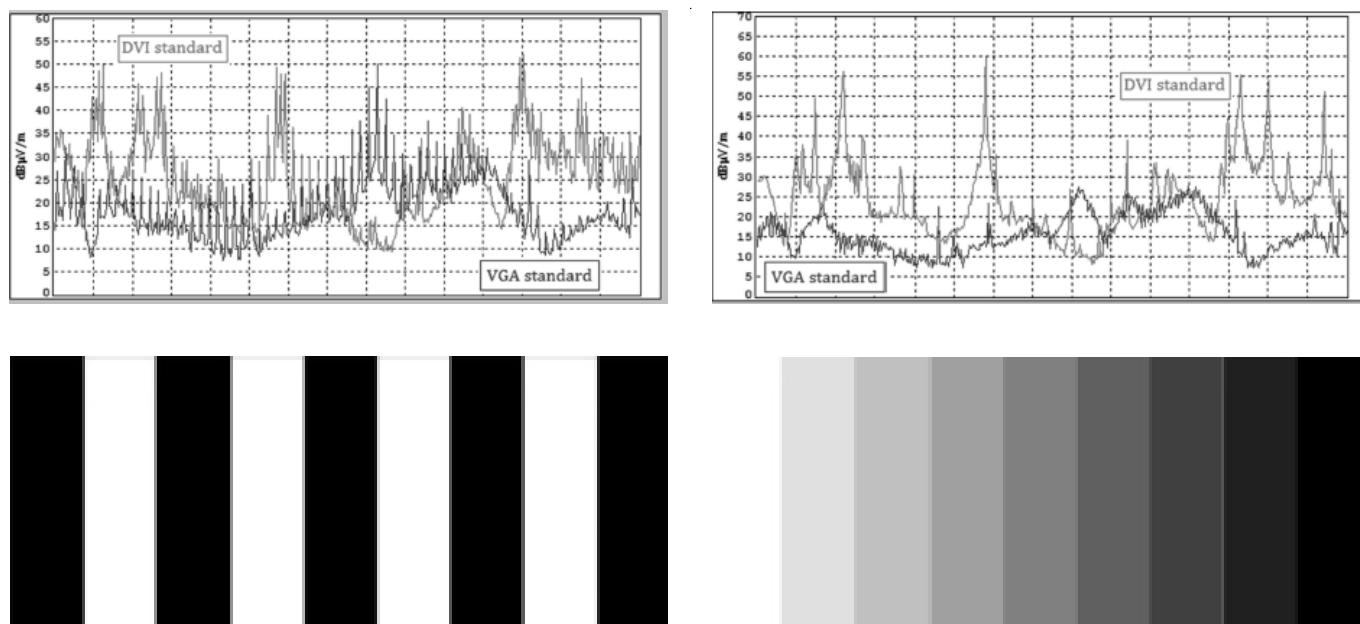


Рис. 4. Уровни электромагнитных излучений для черно-белого изображения и изображения с градациями серого

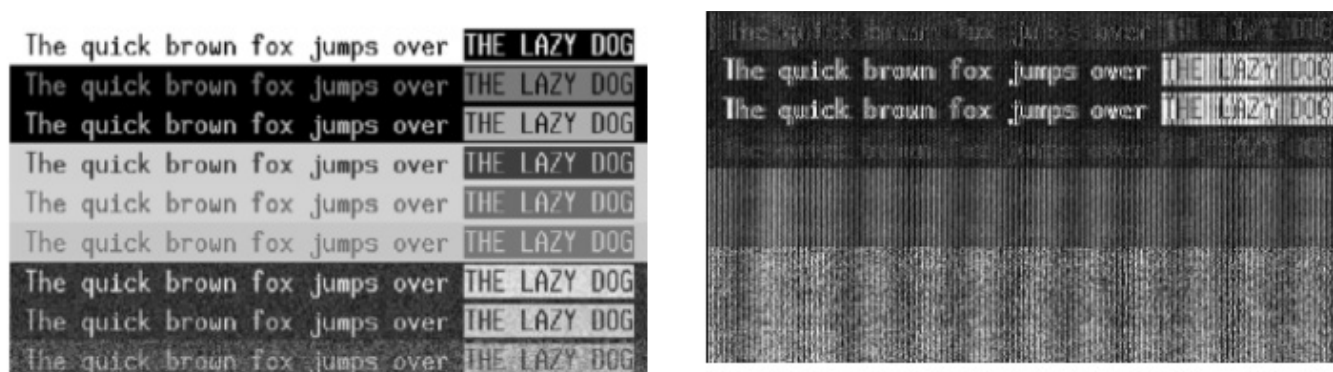


Рис. 5. Исходное (слева) и восстановленное из ПЭМИ (справа) сообщение

Следует отметить, что при работе с текстом необходимо, чтобы он сохранял свою разборчивость. Это означает, что все типографские параметры: размер и тип символа, цветовая палитра (цвет шрифта и цвет фона) должны быть выбраны таким образом, чтобы можно было воспринимать текст быстро и без проблем. Самые дружественные комбинации цветовой палитры (кроме крайних: белый фон и черный текст) имеют оттенки серого, с разницей, превышающей 50%.

В [6] приведены результаты теста на читаемость для разноцветных фонов и символов (Таблица 1), для которых комбинации, отличные от бело-черного и бело-темно-синего, снижают читаемость примерно на 20% и более и становятся очень утомительными.

Таким образом, можно утверждать, что оптимизация цветовой палитры (выбор цвета для фона и текста) способствует снижению уровня ПЭМИ, тем самым затрудняя для злоумышленника энергетическую доступность к отображаемой на мониторе информации. В случае использования стандарта VGA правильный выбор цвета может значительно уменьшить уровень электромагнитных излучений за счет снижения амплитуды напряжения электрического сигнала. Применительно к стандарту DVI из-за иного способа цветового кодирования оптимизация цветовой палитры не влияет на уровень побочных электромагнитных излучений.

Традиционные шрифты Arial и Times New Roman являются наиболее популярными при обработке текстовой инфор-

Таблица 2. Разборчивость символов для различных сочетаний цветов

Цвет текста	Цвет фона	Разборчивость символов (%)
Черный	Белый	100
Черный	Желтый	81
Желтый	Темно-синий	70
Желтый	Темно-зеленый	67
Белый	Черный	64
Желтый	Темно-красный	60
Черный	Красный	56
Желтый	Черный	56
Черный	Светло-синий	55
Черный	Светло-зеленый	53

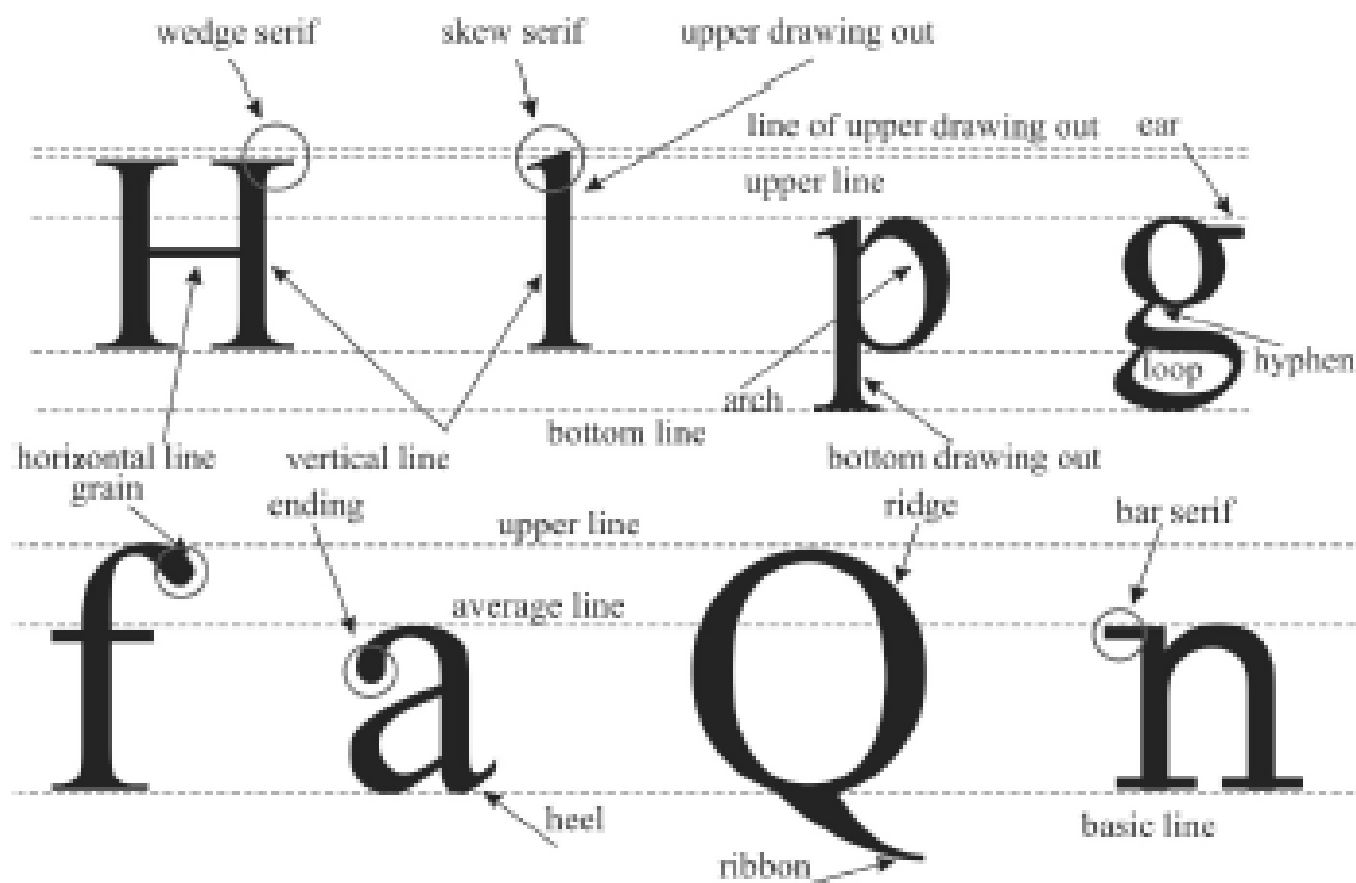


Рис. 6. Декоративные элементы шрифтов.

мации. Символы этих шрифтов имеют декоративные элементы (рис. 6), что значительно улучшает процесс распознавания перехваченных злоумышленником символов [9].

В [10] предложено универсальное решение для защиты обрабатываемой информации при ее утечке по каналу ПЭМИ на основе созданных безопасных шрифтов.

Следует отметить, что эти шрифты могут применяться при использовании как VGA, так и DVI видеоинтерфейсов.

Предлагается три набора таких шрифтов: шрифт Symmetrical Safe, шрифт Asymmetrical Safe и шрифт Simply Safe (рис. 7).

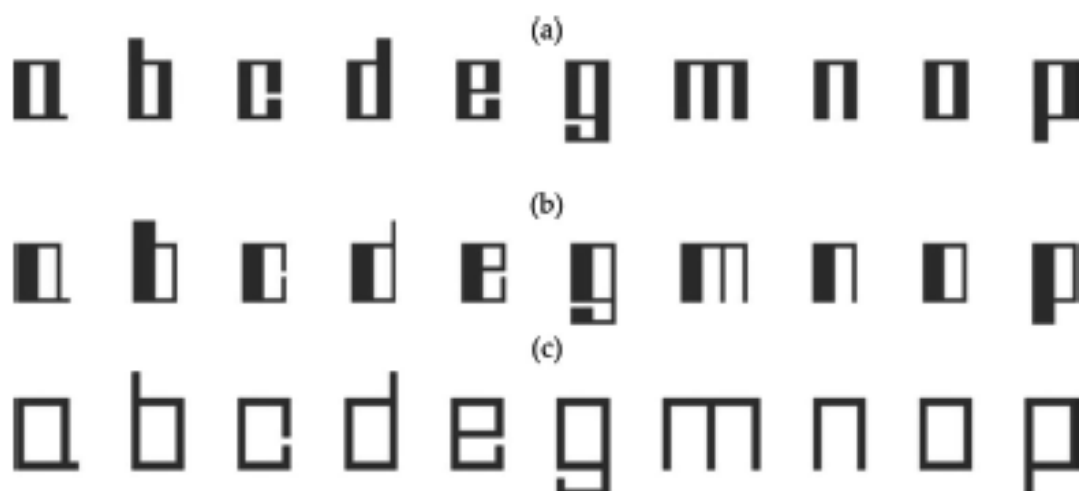


Рис. 7. Примеры символов безопасных шрифтов: (a) симметричный безопасный шрифт, (b) асимметричный безопасный шрифт и (c) просто безопасный шрифт.



Рис. 8. Отличительные особенности символа «а» Times New Roman.



Рис. 9. Конструкция символов симметричного безопасного шрифта.

Эти наборы шрифтов отличаются свойствами построения шрифтовых символов:

- ◆ Линии построения символов пересекаются под прямым углом (каждый символ строится только из вертикальных и горизонтальных линий).
- ◆ Символы шрифта лишены декоративных и диагональных элементов.
- ◆ Общий контур символов безопасного шрифта имеет форму прямоугольника.

Традиционные шрифты не соответствуют указанным требованиям. Далее несоответствие будет показано на примере печатного символа, соответствующего букве «а» (рис. 8).

Символы симметричного безопасного (Symmetrical Safe) шрифта (рис. 7a) лишены декоративных и диагональных элементов. Линии, образующие символы, пересекаются под прямым углом. Каж-



Таблица 3. Значения коэффициента ошибок применительно к отдельным выбранным символам традиционных и безопасных шрифтов.

Символ	Шрифт Arial	Шрифт Times New Roman	Шрифт Symmetrical Safe	Шрифт Asymmetrical Safe	Шрифт Simply Safe
<b>VGA стандарт</b>					
d	0	0	0	371	1
e	1	6	122	354	48
i	43	17	1	128	115
o	3	9	399	212	174
u	1	2	369	45	107
<b>DVI стандарт</b>					
d	4	4	25	95	72
e	4	4	140	45	65
i	46	14	42	15	153
o	36	7	60	236	351
u	7	3	104	542	6



Рис. 10. Построение символов асимметричного безопасного шрифта.

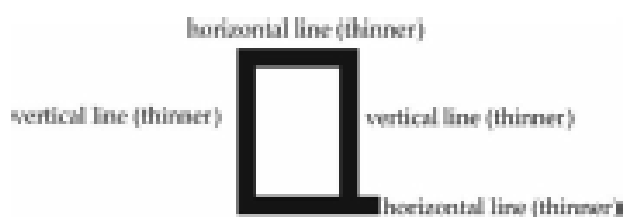


Рис. 11. Конструкция символов просто безопасного шрифта.

дый символ состоит из линий шириной около двух (рис. 9).

Более широкие линии — это вертикальные линии персонажа; более тонкие линии — это горизонтальные линии персонажа. Одновременно сохраняются правильные пропорции ширины линии и зазора каждого символа шрифта.

В символах асимметричного безопасного (Asymmetrical Safe) шрифта (рис. 7b) линии, образующие символы, пересекаются под прямым углом. Каждый символ также состоит из линий шириной около двух (рис. 10).

Однако расположение строк в символах отличается от расположения шрифта Symmetrical Safe. Более ши-

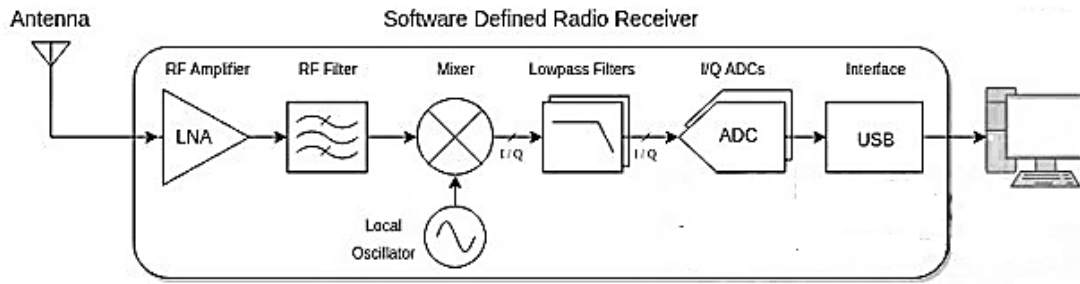


Рис. 12. Состав SDR-платформы

рокие линии — это вертикальные линии, но только как левая часть символа. Более тонкие линии отображаются как горизонтальные линии символа и как правый элемент символа. Это означает, что ширина более широкой вертикальной линии равна сумме расстояния между вертикальными линиями и ширины более тонкой вертикальной линии.

Шрифт Simply Safe — это третий набор безопасных шрифтов. Линии, образующие символы, пересекаются под прямым углом. Каждый символ состоит из линий примерно одной ширины (рис. 11).

Эффективность шрифтов Tempest в процессе защиты информации от утечки по каналу ПЭМИ может быть продемонстрирована через коэффициент ошибок символов (CER) в процессе анализа и оптического распознавания перехваченного и восстановленного изображения с экрана монитора [9]

$$CER = \frac{m+k}{q} = \frac{m+(u-n)}{q},$$

где  $u$  — количество символов, которые искали в анализируемом изображении,  $m$  — количество символов, которые были распознаны неправильно,  $n$  — количество символов, которые были правильно распознаны,  $k$  — количество нераспознанных, но найденных символов в анализируемом изображении ( $k = u - n$ ), а  $q$  — количество всех символов, присутствующих в анализируемом изображении, и используется для точной оценки.

Значения параметра CER приведены в таблице 3.

Таким образом, приведенные значения коэффициента ошибок CER показывают целесообразность применения указанных шрифтов для пассивной защиты отображаемой на экране монитора информации в текстовом виде, вне зависимости от типа применяемого стандарта передачи. Их использование не устраняет источник побочного излучения, который коррелирован с обрабатываемой информацией, но особая форма шрифтов напрямую влияет на качество восстанавливаемого

из перехваченного изображения текста за счет ухудшения оптического распознавания символов.

В общем случае, для восстановления информации посредством перехвата ПЭМИ злоумышленнику на своем оборудовании необходимо установить: точное значение частоты, ширину полосы, скорость выборки, период наблюдения и т.д. Однако в последние годы разрабатываются специальные интерфейсы прикладного программирования (API) и наборы инструментов для разработки ПО, что позволяет злоумышленнику использовать SDR технологию, которая подразумевает настройку рабочих радиочастотных параметров приемной части оборудования с помощью программного обеспечения, таких как GNU Radio или MATLAB.

Состав SDR-платформы (рис. 12) может быть разделен на аппаратный уровень и программный уровень.

Аппаратный уровень представляет собой ВЧ-интерфейс, состоящий из ВЧ-усилителя и быстрого аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Обязанностью ВЧ-интерфейса является преобразование аналогового ВЧ-сигнала в оцифрованные образцы в быстрой фазе, которая может быть обработана программным уровнем. Каждая оцифрованная выборка, создаваемая ВЧ-интерфейсом, представляет собой комплексное число в формате данных I/Q, где действительное значение представляет синфазную составляющую сигнала, а мнимое значение представляет квадратурную составляющую электромагнитного сигнала.

Программный уровень обработки сигнала ПЭМИ может быть реализован с помощью библиотеки TempestSDR [10]. TempestSDR — это программная библиотека с открытым исходным кодом, которая облегчает использование SDR-платформ для атак по побочным каналам EM на компьютерные мониторы.

Авторами статьи при экспериментальных исследованиях в качестве SDR-платформы использовался приемник HackRF One производства компании Great Scott



Рис. 13. Исходное (а) и восстановленное (б) изображение на экране монитора

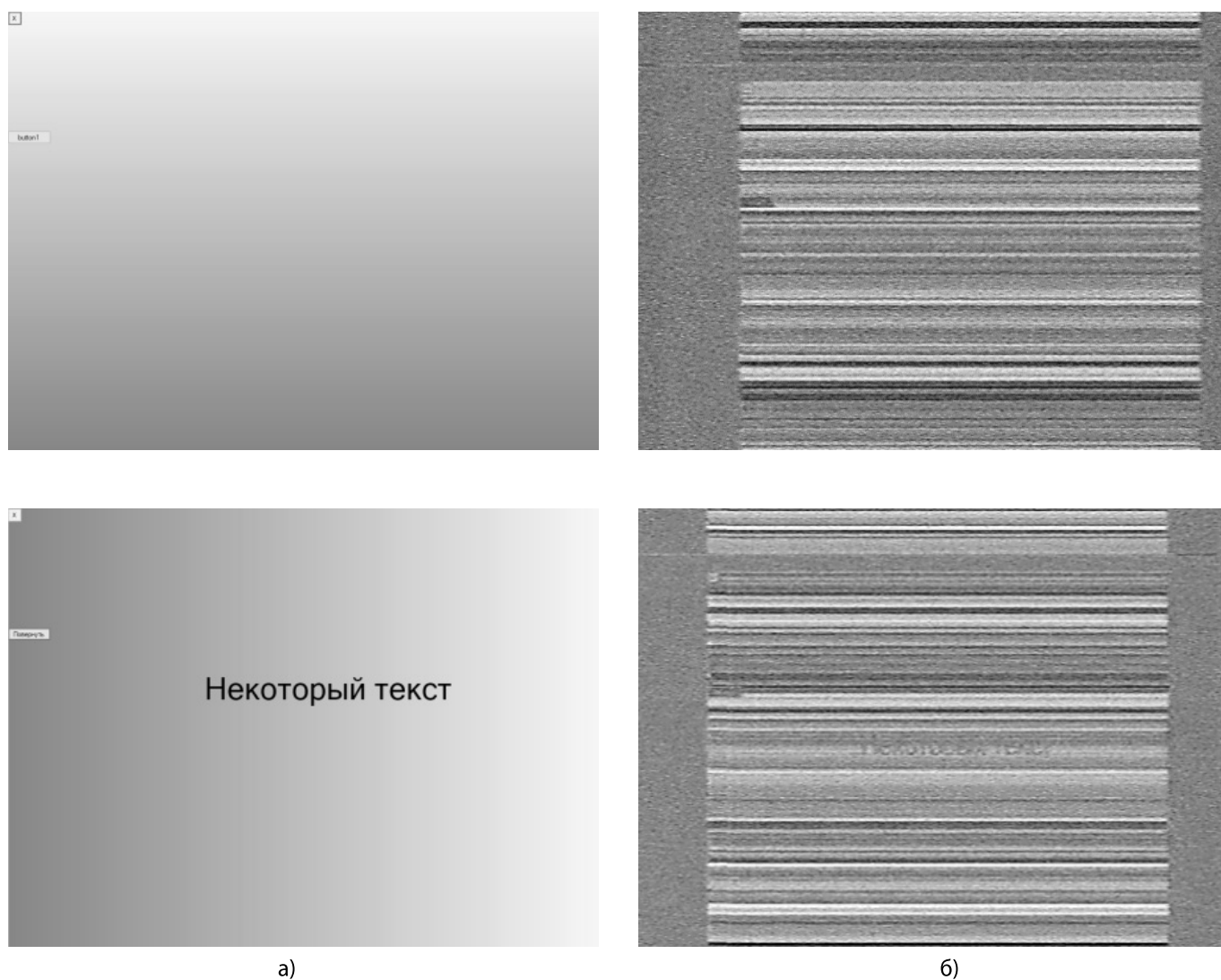


Рис. 14. Оценка влияния фона отображения символов на качество восстанавливаемой информации. Исходное изображение на мониторе (а) и восстановленное (б).

Gadgets. Была создана программа, выводящая на экран монитора текстовую строку и интерактивную кнопку, меняющую свой фон и текст строки при нажатии (рис. 13). Данная кнопка имитирует нажатие клавиши на виртуальной клавиатуре.

Было подтверждено:

- ◆ влияние цветовой палитры фона и текста на снижение уровня ПЭМИ (для VGA интерфейса), существенно сказывается на качестве восстанавливаемого изображения;
- ◆ замена шрифтов Arial и Times New Roman на символы из набора TEMPEST шрифтов делает последние практически нечитаемыми при восстановлении исходного изображения.

Дальнейшие исследования были направлены на оценку влияния фона отображения символов на качество восстанавливаемой информации. Установлено, что применение градиентной заливки фона (рис. 14) создает на восстанавливаемом из ПЭМИ посредством SDR-платформы HackRF One и библиотеки TempestSDR изображении множество дополнительных повторяющихся линий.

Данный факт вероятно обусловлен наличием в SDR-платформе аналого-цифровых преобразователей (рис. 15). Учитывая, что стандартный лист формата A4 при использовании шрифта Times New Roman содержит порядка 30–50 строк в зависимости от размера шрифта (14–12 pt) при полуторном (одинарном) междустрочном интервале, возможно подобрать такую градиентную заливку фона, при которой на все строки восстанавливае-

мого изображения будут наложены горизонтальные линии, не позволяющие восстановить исходные символы.

Совместное применение градиентной заливки с TEMPEST шрифтами способно исключить реконструкцию перехваченного по каналу ПЭМИ изображения даже при объединении (смешивании) нескольких последовательных кадров преследующих цель повышения качества изображения методом корреляции.

Дальнейшие исследования предполагают оценку влияния градиентной заливки фона на реконструкцию перехваченного по каналу ПЭМИ изображения при применении в качестве SDR-платформ других приемников.

При невозможности реализовать гарантированную энергетическую недоступность злоумышленника к ПЭМИ от ПЭВМ, обрабатывающей конфиденциальную информацию, целесообразным является подход, основанный на выборе режима разрешения экрана монитора, который для конкретного интерфейсного кабеля обеспечивает минимальный уровень побочных излучений, а также оптимизация цветовой палитры для фона и отображаемого на мониторе текста. Применение TEMPEST шрифтов, не содержащих декоративных элементов, значительно снижает возможность реконструкции перехваченного изображения текста за счет ухудшения оптического распознавания символов. Применение градиентной заливки фона на основе предположения, злоумышленником перехват ПЭМИ может осуществляться посредством SDR-платформы, создает на восстанавливаемом изображении дополнительные помехи в виде повторяющихся линий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. H.S. Lee, D.A. Choi and J.G. Yook, "Information Recovery Using Electromagnetic Emanations From Display Devices Under Realistic Environment", IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 61, pp. 1098–1106, Aug 2019.
2. D.H. Choi, H.S. Lee and I.G. Yook, "Information leakage and recovery from multiple LCDs", 2018 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility and 2018 IEEE Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp. 1056–1058, May 2018.
3. Методический документ. Меры защиты информации в государственных информационных системах (утвержден ФСТЭК России 11.02.2014).
4. A. Bolshakov, D. Tyulkin. Experimental Estimation of a Potential Eavesdropping Distance for Electromagnetic Emanations of Video System. FRUCT'24: Proceedings of the 24th Conference of Open Innovations Association FRUCT, April 2019, Article No.: 82, Pages 589–593.
5. Kubiak I. Video signal level (colour intensity) and effectiveness of electromagnetic infiltration. Bulletin of the Polish Academy of Sciences — Technical Sciences. 2016; 64:207–2018. DOI: 10.1515/bpasts-2016–0023.
6. A. Boitan, I. Kubiak, S. Halunga, A. Przybysz, A. Stańczak. Method of Colors and Secure Fonts Used for Source Shaping of Valuable Emissions from Projector in Electromagnetic Eavesdropping Process. Symmetry, 2020, № 11, p. 1908, <https://doi.org/10.3390/sym12111908>.
7. R. Franand. "Side Channels, Compromising Emanations and Surveillance: Current and future technologies." (2011).
8. Kubiak I. TEMPEST font counteracting a non-invasive acquisition of text data. Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences. 2018;26(1):582–592. DOI: 10.3906/elk-1704–9.
9. Kubiak I. Electromagnetic Eavesdropping. Recent Trends in Communication Networks, August 9th, 2019, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.86478>.
10. Martin Marinov. TempestSDR Remote Video Eavesdropping using a Software-defined Radio Platform. <https://github.com/martinmarinov/TempestSDR>.

© Васильев Андрей Савельевич (VasilyevAS@mpei.ru),

Рыжиков Сергей Сергеевич (RyzhikovSS@mpei.ru), Агуреев Иван Александрович (universe@mpei.ac.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК НА РЕМОНТ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR CALCULATING THE SEQUENCE OF SERVICING REQUESTS FOR THE REPAIR OF AN INTEGRATED SECURITY SYSTEM

*E. Egorov*

*Summary.* The article presents a software tool based on an algorithm for constructing a sequence of servicing applications for the repair of an integrated security system (ISS) and its subsystems within a specified time period, which is the active recovery time of the ISS, defined in GOST R 53704–2009 «Complex and integrated security systems. General technical requirements».

*Keywords:* algorithm, sequence, software, active recovery time of the ISS.

**Егоров Егор Юрьевич**

Соискатель, Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России  
turov\_34@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлено программное средство основанное на алгоритме построения последовательности обслуживания заявок на ремонт интегрированной системы безопасности (ИСБ) и ее подсистем в установленные временной срок, которым является активное время восстановления работоспособности ИСБ, определенное в ГОСТ Р 53704–2009 «Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования».

*Ключевые слова:* алгоритм, последовательность, программное средство, активное время восстановления работоспособности ИСБ.

## Введение

**Н**а этапе эксплуатации интегрированной системы безопасности (далее — ИСБ) и ее подсистем возникает необходимость проведения технического обслуживания и ремонта. Это обусловлено возникающими разного рода причинами: воздействия внешних факторов (воздействие нарушителей, негативные погодные условия), внутренние факторы (ошибки персонала при монтаже, эксплуатации). Все возникающие отказы при эксплуатации приведены в публикации [1].

Для поддержания постоянной готовности к выполнению возложенных на ИСБ и ее подсистем задач и обеспечением выполнения требований показателя эксплуатационной надежности технических подсистем, которым является комплексный показатель — коэффициент готовности ( $K_g$ ), определенный ГОСТ Р 53704–2009 «Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования» [2] необходимо построение последовательности обслуживания поступающих заявок на ремонт ИСБ и ее подсистем.

Решением задачи построения последовательности, которая удовлетворяла временным требованием, которым является активное время восстановления работоспособности ИСБ после отказов ( $T_B$ ) [2] явилась раз-

работка алгоритма последовательности обслуживания заявок на ремонт ИСБ и ее подсистем [3].

Алгоритм основан на построении последовательности, которая определяется исходя из наименьшего суммарного времени задержек в завершении обслуживания заявок на ремонт ИСБ и ее подсистем за активное время восстановления  $T_B$ .

Целью статьи является разработка программного средства, реализующего расчет построения последовательности обслуживания заявок на ремонт ИСБ и ее подсистем на основе алгоритма последовательности обслуживания заявок на ремонт в установленный временной срок, которым является активное время восстановления  $T_B$ .

## 1. Краткая характеристика исходных данных

Обзор литературы показал, что построение расписаний обслуживания заявок с учетом установленных временных сроков сформулирована в 60–70 годы прошлого века. Минимизация числа заявок, обслуживаемых с запаздыванием, рассматривались в работах [4, 5]. Условия, при которых некая заявка из заданного множества будет обслуживаться первой (или последней), представлены в работе [6].

Таблица 1. Данные о мероприятиях по ремонту

k	Мероприятия по ремонту	$t_{k,r}$ ч	$T_{k,r}$ ч
1	Замена оконечных устройств (извещателей, абонентских громкоговорителей, телефонных аппаратов, видеокамер)	0,4	0,5
2	Закрепление конструкций и гибких соединений	0,5	1
3	Юстировка после замены оконечных устройств	0,5	1
4	Замена легкосъёмных элементов (аккумуляторные батареи, предохранители)	0,6	1,5
5	Замена составных механических частей	0,8	2
6	Замена соединительных линий электропитания и линий связи	1	3
7	Замена электронных компонентов (транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы)	1,5	4

В соответствии в [2] активное время восстановления работоспособности ИСБ рассчитывается по формуле (1):

$$T_B = \frac{T_0(1 - K_r)}{K_r}, \quad (1)$$

где  $K_r$  — коэффициент готовности для ИСБ, расчетное время которого не должно быть менее 0,93;

$T_0$  — контрольное время обеспечения работоспособности составляющей ИСБ, выбирают по конкретным условиям применения и эксплуатации ИСБ на объекте из ряда 24, 48, 72, 120, 340, 720, 2100 ч.

Пусть  $T_0=48$  ч, тогда  $T_B=3,6$  ч, округляя до целого значения [2], получаем  $T_B=4$  ч.

В таблице 1 приведены данные о мероприятиях по ремонту ИСБ и ее подсистем

Значение  $t_k$  — это фактическое время завершения мероприятия по ремонту,  $T_k$  — максимальное предельное время выполнения мероприятия по ремонту.

Построим последовательность обслуживания заявок на ремонт элементов ИСБ по критерию

$$F_{\Sigma}(\pi) = \sum_{k=1}^n \varphi_k(x),$$

где  $\varphi_k(x) = \max(x - T_k, 0), k = \overline{1, n},$

$x$  — момент завершения обслуживания заявки.

На рисунке 1 представлена блок-схема алгоритма.

## 2. Программное средство расчета построения последовательности заявок

На стадии проектирования ИСБ необходимо учитывать все возможные сценарии развития возникающих отказов в процессе эксплуатации ИСБ. Также следует определить силы и средства, которые будут задействованы при техническом обслуживании и ремонте ИСБ и ее подсистем.

Все вышеуказанные мероприятия будут зависеть от показателя  $T_0$  который указан в [2]. При сложно выстроенной системе безопасности охраняемого объекта, при проектировании ИСБ требуется выбрать наиболее большее значение  $T_0$ , для выполнения в установленный срок  $T_B$  всех мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, чтобы не было превышения значения  $K_r$ , определенного в [2].

Учитывая громоздкость проведения расчетов вручную, и построения последовательности обслуживания заявок на ремонт ИСБ и ее подсистем было разработано программное средство, позволяющее проводить автоматизированный расчет и построение последовательности обслуживания заявок на ремонт. Для создания программного средства использовался язык программирования Python 3.10.1, графическая оболочка подготовлена на Qt 5.15.2. Общий вид программного средства представлен на рисунке 2.

Для наглядности все показатели размещены в соответствующих областях основного окна программного средства.

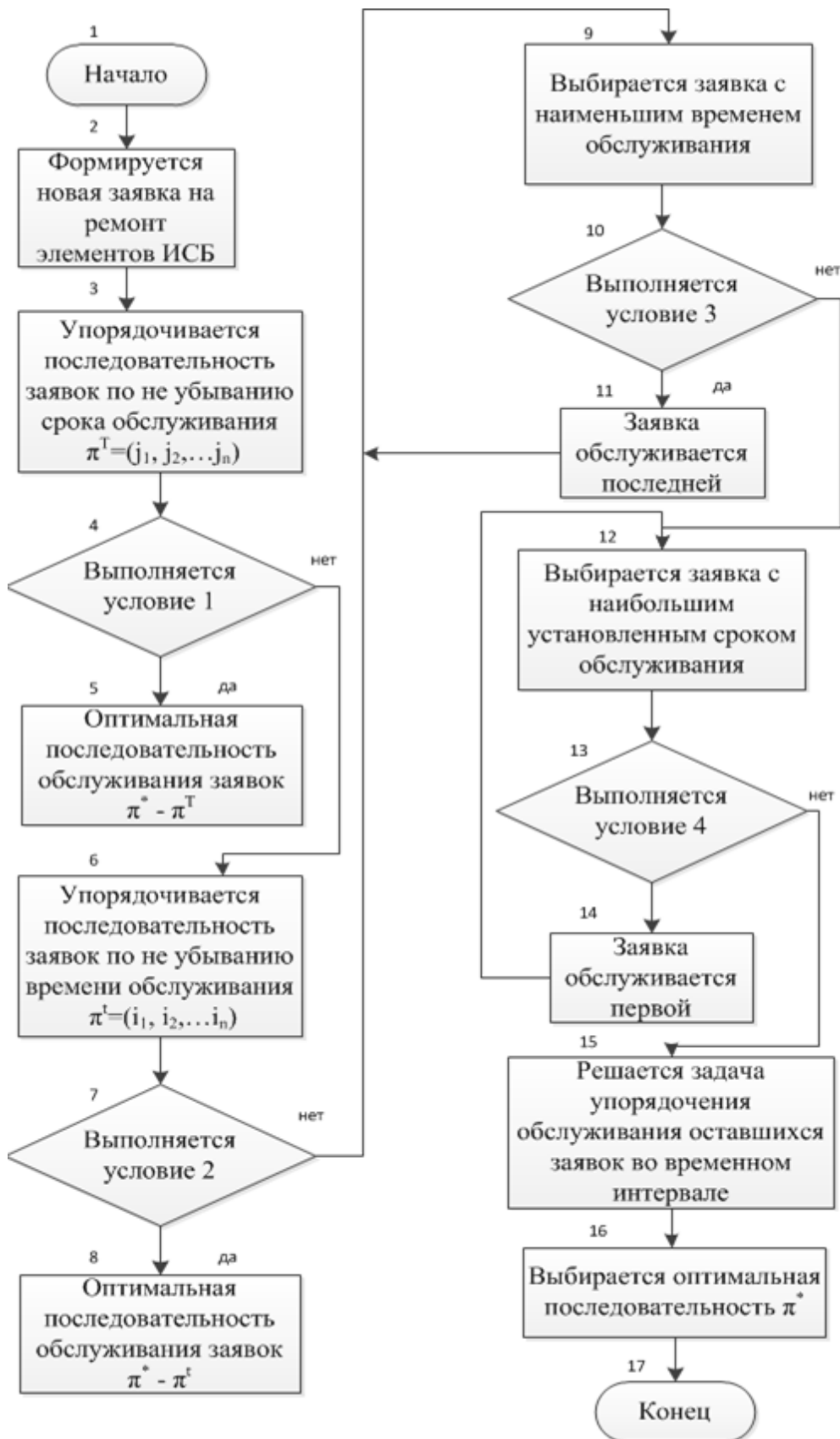


Рис. 1. Алгоритм оптимальной последовательности обслуживания заявок

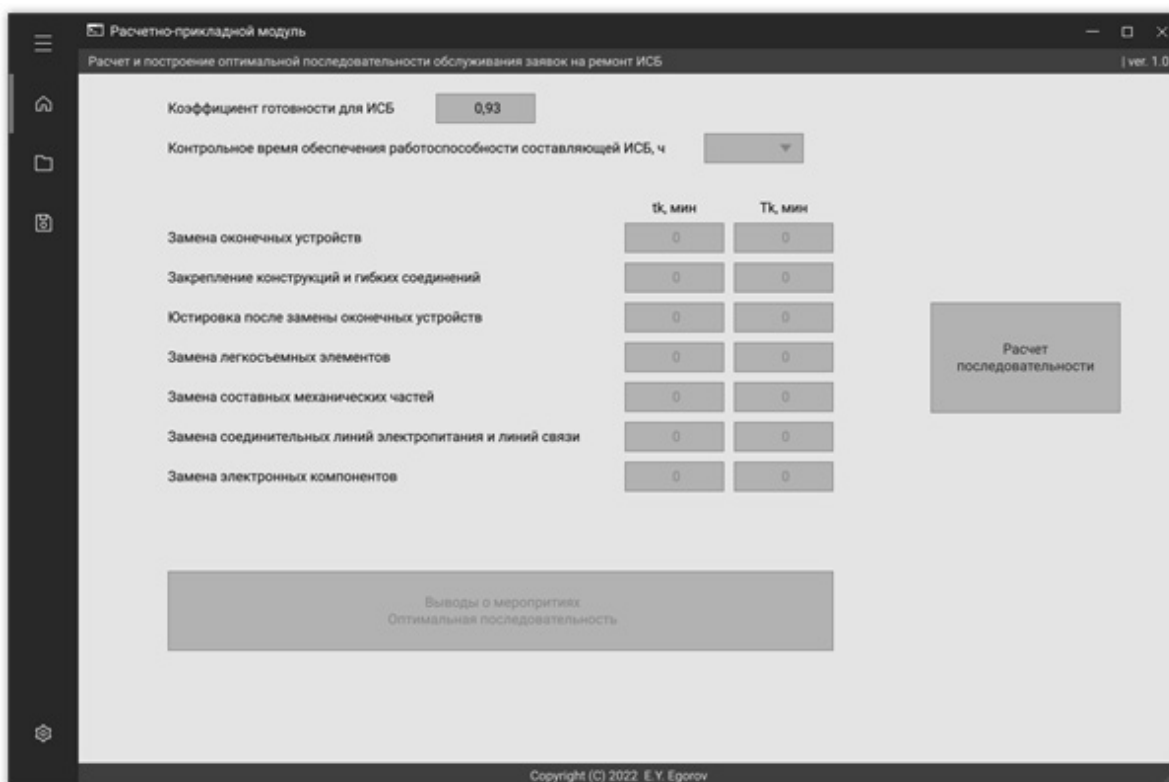


Рис. 2. Общий вид программного средства

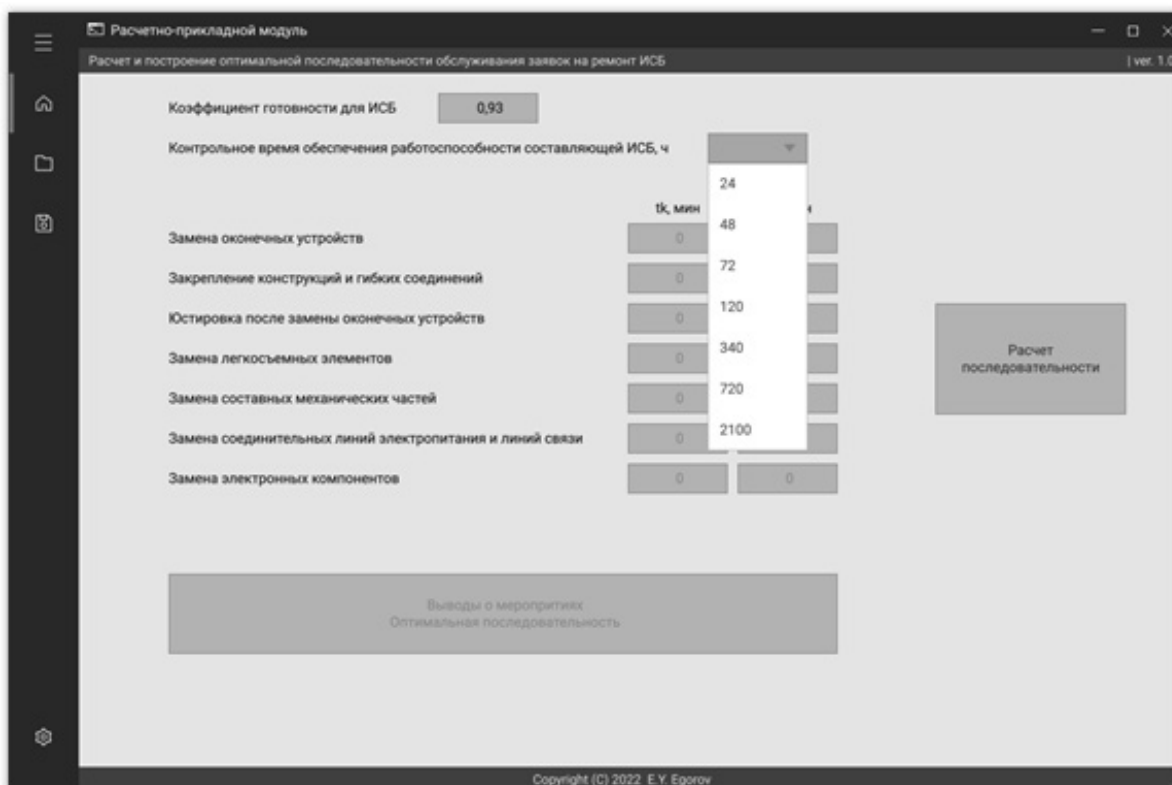


Рис. 3. Выбор показателя  $T_0$



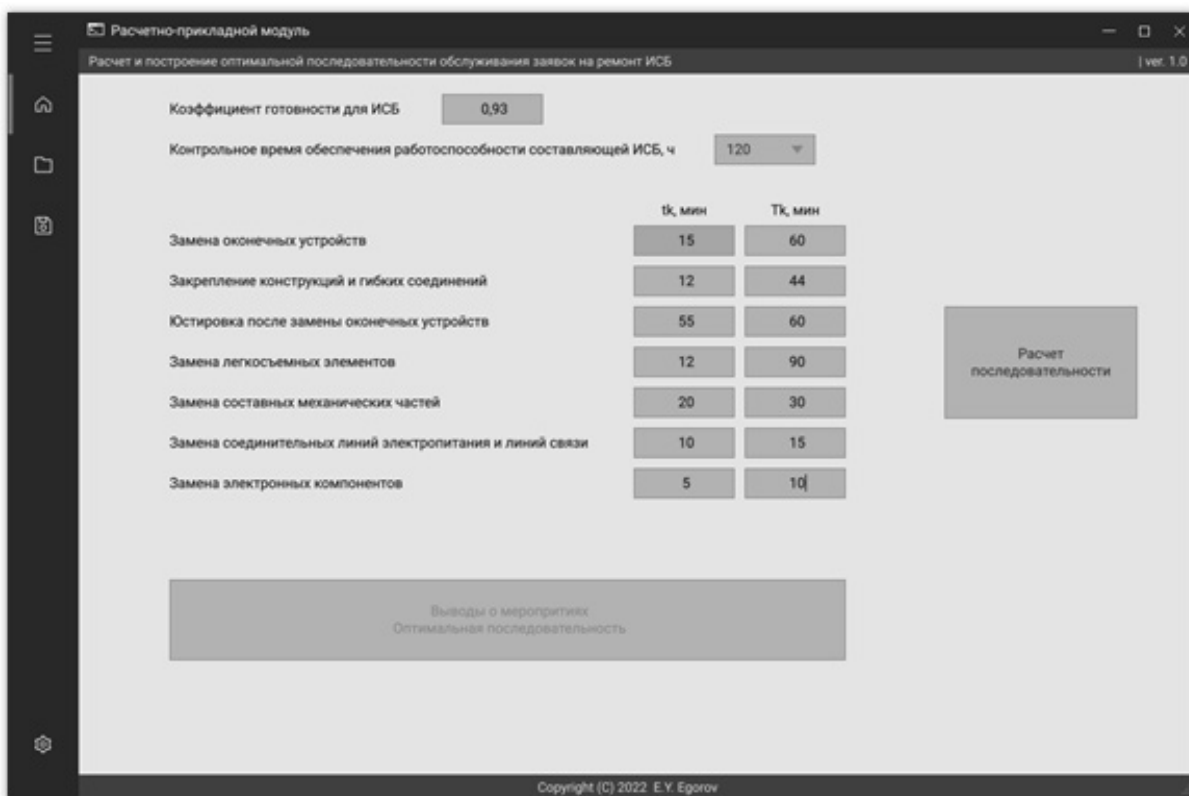


Рис. 4. Задание параметров  $t_k$  и  $T_k$

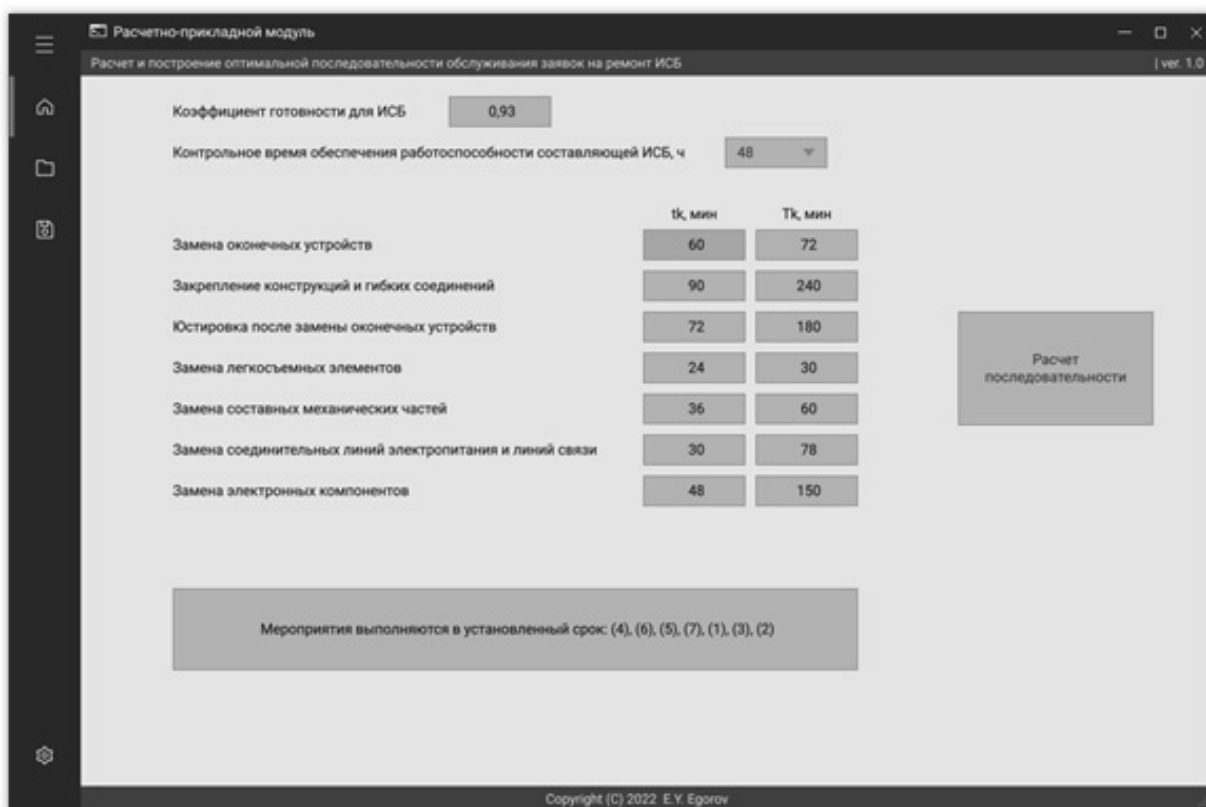


Рис. 5. Вывод результата расчета последовательности

Исходные данные в виде численных значений выбираются из значений, установленных в [2]  $T_0$ , и изображено на рисунке 3.

Чтобы провести расчет последовательности обслуживания заявок на ремонт производится ввод данных параметров  $t_k$  и  $T_k$  по всем мероприятиям по ремонту, как показано на рисунке 4.

После путем нажатия соответствующей кнопки «Расчет последовательности» производится расчет последовательности выполнения мероприятий по ремонту (рисунок 5).

В случае ввода некорректных значений  $t_k$  и  $T_k$  программа выдаст сообщение в поле выдачи последовательности о невозможности выполнения мероприятий в срок.

Таким образом, созданное программное средство позволяет производить автоматизированный расчет последовательности обслуживания заявок на ремонт ИСБ. Программное средство может применяться сотрудниками подразделений инженерно-технического обеспечения учреждений уголовно-исполнительной системы для определения последовательности выполнения мероприятий по ремонту.

---

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Россихина Л.В., Егоров Е.Ю. Постановка задачи повышения эффективности функционирования интегрированной системы безопасности / Л.В. Россихина, Е.Ю. Егоров // Вестник Воронежского института ФСИН России. — 2019. — № 4. — С. 79–83.
2. ГОСТ Р 53704–2009 «Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования».
3. Россихина Л.В., Егоров Е.Ю. Разработка алгоритмов оптимизации обслуживания заявок на ремонт подсистем интегрированной системы безопасности. / Л.В. Россихина, Е.Ю. Егоров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020;8(1). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/xxx\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/xxx_1_20_1.pdf).
4. Moore J.M., An n — job, jne machine sequencing algorithm for minimizing the number of late jobs, Manag. Sci. 1968;15(1): 102–109.
5. Strum L.B. J.M., A simple optimality proof of Moore's sequencing algorithm, Manag. Sci. 1970;17(1): 116–118.
6. Srinivasan V., A hybrid algorithm for the one machine sequencing problem to minimize total tardiness, Nav. Res. Log. Quart. 1971;18(3): 317–327.

---

© Егоров Егор Юрьевич ( [turov\\_34@mail.ru](mailto:turov_34@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОКАМЕР В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

## USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK TO DETECT EMERGENCY VEHICLES USING VIDEO CAMERAS IN HEAVY TRAFFIC

I. Zikratov  
I. Shakhsuvarova

*Summary.* An automated system for detecting emergency vehicles from surveillance camera recordings using a deep convolutional neural network was proposed. The developed method has shown good results in detecting and classifying ambulances, repair and fire trucks. This technology can be used in an automated system that can detect a special vehicle on a high-traffic road and notify the dispatcher or automatically redirect other vehicles to make way.

*Keywords* emergency vehicles, convolutional neural network, automated system, high-traffic road, detecting.

**В** настоящее время с ростом количества автомобилей как в нашей стране, так и во всем мире, возникает множество острых проблем, которые безотлагательно необходимо решать. Возросшая интенсивность дорожного движения, сложность дорожных условий, многополосность, развязки и перекрестки — всё это приводит к росту дорожно-транспортных происшествий и возникновению автомобильных пробок. В этих сложных условиях машины специальных и экстренных служб, такие как скорая помощь, пожарные машины, застревают в пробках, что во многих случаях угрожает человеческой жизни. В таких ситуациях очень важно предоставить приоритет и помочь освободить путь проезду таких автомобилей. Но автоинспекции трудно, а иногда и невозможно справиться с этой задачей. По этой причине возникает острая необходимость в наличии автоматизированной системы, способной обнаружить автомобиль скорой помощи на дороге с интенсивным движением, сообщить об этом диспетчеру или автоматически перенаправить другие автомобили, чтобы освободить путь. Поэтому особую актуальность приобретает автоматизированная система обнаружения автомобилей скорой помощи по записям камер видеонаблюдения с использованием глубокой сверточной нейронной сети.

В свое время для обнаружения транспортных средств экстренных служб, таких как машины скорой помощи, полицейские машины, пожарные машины и т.д. было создано несколько систем. Неллоре и другие [1] рассчитали расстояние до автомобиля скорой помощи с использованием видеокamеры с последующей передачей данных в центр управления движением. Они использовали метод визуального зондирования. Была использована камера для записи видео 1920\*1080 пикселей с частотой 30 кадров в секунду. Сначала изображения преобразуются из графического формата RGB в градации серого, а затем производится их обработка. К каждому изображению были применены некоторые морфологические операции, после чего измерялось расстояние между камерой и автомобилем с помощью различных методов. Затем данные о расстоянии, скорости и количестве перемещенных передавались в центр управления дорожным

**Зикратов Игорь Алексеевич**

Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
zikratov.ia@spbgut.ru

**Шахсуварова Илона Витальевна**

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
shakhsuvarova.ilona@mail.ru

*Аннотация.* Предложена автоматизированная система для обнаружения автомобилей экстренных служб по записям камер видеонаблюдения с использованием глубокой сверточной нейронной сети. Разработанный метод показал хорошие результаты в обнаружении и классификации автомобилей скорой помощи, ремонтных и пожарных машин. Эта технология может быть использована в автоматизированной системе, которая сможет обнаружить специальный автомобиль на дороге с интенсивным движением, сообщить об этом диспетчеру или автоматически перенаправить другие автомобили, чтобы освободить путь.

*Ключевые слова:* автомобили экстренных служб, сверточная нейронная сеть, автоматизированная система, дорога с интенсивным движением, обнаружение.

движением, чтобы более эффективно управлять автомобилем скорой помощи. С другой стороны, в работе [2] разработали усовершенствованную систему управления дорожным движением, которая минимизирует уровень заторов для автомобилей экстренных служб. Архитектура контроллера управления трафиком была разработана с помощью контроллера нечеткой логики. Этот метод позволил управлять изменением сигнала светофора, изменением ограничения скорости, освобождением полосы движения и т.д. Нечеткая логика определяет наиболее точную оценку низкого, среднего и высокого уровня загруженности дорог. Другая идея была высказана в работе [3] о создании интеллектуальной системы управления дорожным движением, которая реализует некоторые встроенные системы для предоставления большего приоритета автомобилю экстренной службы в системе управления дорожным движением. Измерялась плотность потока транспортных средств с помощью инфракрасного детектора, но у авторов не получилось работать эффективно в сценариях реального времени. Для создания прототипа модели трафика был использован игрушечный автомобиль. Сначала изображения были обрезаны в интересующей области, на изображениях были выделены только красный и синий цвета и измерено расстояние между каждым красным и синим цветом. Если расстояние очень мало, то высока вероятность того, что это светодиодный фонарь на крыше автомобиля скорой помощи. Изображения были сделаны только в верхней части, при этом еще измерялась плотность потока транспортных средств. Изображения были преобразованы в полутоновые и к ним применены некоторые морфологические операции. Шум изображений был удален с помощью гауссовского фильтра и подсчитан набор связанных пикселей.

Автомобили скорой помощи играют важную роль в любой опасной для жизни ситуации. В соответствии со статистическими данными дорожные пробки уносят более 20% жизней пациентов в машине скорой помощи, причем, если состояние пациентов очень тяжелое, процент смертельного исхода увеличивается [4]. Это экстраординарные ситуации, когда экстренному пациенту необходимо немедленно отправиться в больницу, а машина скорой помощи застряла в пробке. Такой сценарий особо опасен в случае с кардиобольными, которых необходимо своевременно доставить в больницу. В пробках многие водители, и в особенности, автолюбители, не удосуживаются пропустить машину скорой помощи, а сотрудники автоинспекции не видят, какую полосу они должны освободить для проезда этого автомобиля. Поэтому многие пациенты погибают, не доехав до больницы [4].

Ситуация с пробками на дорогах также представляет собой серьезную проблему для пожарных команд.

По статистическим данным Международной ассоциации пожарно-спасательных служб в России в одной трети случаев вызова пожарная команда опаздывала из-за дорожных осложнений в виде пробок и отсутствия объездных путей, в частности, загроможденных дворовых проездов [5]. В США, по крайней мере, в 90% случаев, когда требуется пожарная команда, люди ожидают, что пожарные приедут в течение четырех минут [6]. В 2013 году в США пожарные команды получали вызовы более миллиона раз. Хотя пожарные реагировали на них очень быстро, за год погибло более трех тысяч гражданских лиц, свыше пятнадцати тысяч получили ранения, а материальный ущерб составил более одиннадцати миллиардов долларов [7]. Приведенные данные показывают, что для своевременного прибытия пожарной команды очень ценна каждая секунда. Таким образом, из-за задержки прибытия экстренных служб к месту чрезвычайной ситуации погибают люди и велики материальные потери.

Одним из возможных решений этих проблем может быть внедрение в практику интеллектуальной автоматизированной системы, интегрированной с системой управления дорожным движением, которая будет обнаруживать машины экстренных служб и предоставлять им приоритет. Необходимо создать систему для обнаружения автомобилей и классификации их как экстренных или обычных. Архитектуры глубокого обучения, такие как глубокие сверточные нейронные сети, применяются в компьютерном зрении и дают хорошие результаты, не только сравнимые с возможностями человека, но и превосходящие человеческий опыт. Человеческий мозг может легко обнаружить любое транспортное средство и визуально обработать его за малую долю времени. Но человеческий мозг имеет некоторые ограничения, он может отслеживать или удерживать внимание не более получаса. Для решения задачи возможно получение записей с камер видеонаблюдения на дороге и обнаружение специального автомобиля экстренной службы. С помощью камеры видеонаблюдения изображения делаются каждую секунду и на каждом изображении обнаруживается транспортное средство. После обнаружения каждого автомобиля, система классифицирует их на автомобиль экстренной службы и обычный автомобиль. Если обнаружен специальный автомобиль, компьютер может уведомить автоинспекцию или автоматизированную систему, чтобы освободить ему движение по трассе.

Для обнаружения объектов с помощью видеокамеры и классификации изображения как автомобиля скорой помощи можно использовать алгоритм обнаружения цели YOLO-V3 [8, 9]. You Only Look Once (YOLO) — это современная система обнаружения объектов в реальном времени. На компьютере с моделью графического ускорителя от NVIDIA Pascal Titan X с процессором ви-

деокарты на архитектуре Pascal YOLO-V3 обрабатывает изображения со скоростью 30 кадров в секунду и имеет mAP 57,9% на тест-разработчике COCO. YOLO-V3 очень быстрый и точный алгоритм, находится на одном уровне с Focal Loss, но примерно в 4 раза быстрее [9]. Кроме того, можно легко найти баланс между скоростью и точностью, просто изменив размер модели, не применяя переобучения. Архитектура YOLO-V3 очень быстрая и может обрабатывать 45 изображений в секунду на компьютере с хорошим процессором. YOLO-V3 преобразует изображение и делит его на фиксированные сетки. Затем он прогнозирует множество ограничивающих рамок и определяет вероятность появления объекта в этих рамках. Таким образом, он не требует сложной конвейеризации и напрямую оптимизирует производительность обнаружения.

Что касается сверточных нейронных сетей на основе регионов (region-based), то в последнее время для обнаружения транспортных средств часто используются такие методы, как Regions with CNN features (R-CNN), Spatial Pyramid Pooling Network (SSP-Net), Fast R-CNN и Faster R-CNN. Эти подходы, хотя и достигают самой современной точности, слишком требовательны к вычислительным ресурсам и слишком медленны в режиме реального или близкого к реальному времени.

Сверточная нейронная сеть R-CNN [10], ее конвейер работает медленнее, чем YOLO и YOLO допускает меньше фоновых ошибок. Метод YOLO обладает высокой обобщающей способностью для обнаружения объектов.

Первый шаг на пути к обнаружению автомобиля экстренной службы — это обнаружение объекта. Для нашей цели задача детектора объектов заключается в построении и обучении такого детектора автомобилей, который будет выдавать изображения только автомобилей. С помощью YOLO-V3 по этим изображениям мы будем классифицировать и производить отбор, является ли автомобиль экстренным, автомобилем скорой помощи или обычным автомобилем. Хотя YOLO-V3 это не самый совершенный алгоритм обнаружения объектов, но зато это самая быстрая модель. Поскольку мы должны прогнать много изображений для модели, которая будет создана на основе записей камер видеонаблюдения, алгоритм обнаружения должен быть очень быстрым.

ImageNet — это база данных изображений, организованная в соответствии с иерархией WordNet, в которой каждый узел иерархии представлен сотнями и тысячами изображений. Этот проект сыграл важную роль в продвижении исследований в области компьютерного зрения и глубокого обучения. Данные его доступны бесплатно исследователям для некоммерческого использования.

В YOLO-V3 использована глубокая сверточная нейронная сеть с архитектурой Darknet-53. Это 53-слойная нейронная сеть, обученная на ImageNet для классификации в сочетании со слоями обнаружения, что делает общую глубину сети 106 слоев. Она обеспечивает обнаружение в трех различных масштабах. Сначала изображение делится на клетки-боксы с помощью сетки выбранного шага. Каждый бокс представляет собой один объект, обнаруженный в заданном центре. Каждый бокс содержит координаты объекта, оценки объективности и оценки вероятности класса. Координаты бокса состоят из центра, высоты и ширины. Оценка объективности — это оценка вероятности того, что сетка обнаружит объект. Вероятность класса — это вероятность каждого класса, на котором обучена модель. В данном случае модель обучена на наборе данных Common Object in Context (COCO) [11], который содержит 80 классов объектов и, таким образом, оценка класса дает вероятность 80 объектов. COCO — это набор данных, который представляет собой крупномасштабное обнаружение объектов, создание подписей и сегментацию. Этот набор данных сегментирует и обнаруживает объекты, встречающиеся в повседневной жизни в нашей естественной среде. В наборе данных COCO имеются следующие классы: «грузовик», «автобус» и «автомобиль». Все изображения, отнесенные к этим классам, проходят через классификатор для отбора экстренных и обычных автомобилей.

Для классификации автомобилей экстренных служб используется два класса: автомобиль экстренной службы и обычный автомобиль. Для класса обычных автомобилей пригоден набор данных Stanford Universitys cars dataset [12]. В нем 8144 изображений обычных автомобилей, спортивных автомобилей, фургонов, внедорожников, грузовиков и т.д. Из этого набора данных можно выбрать 1500 изображений различных типов автомобилей для обучения и тестирования глубокой нейронной сети. Для класса автомобилей экстренных служб собирают изображения скорой помощи и пожарных или иных грузовиков из поиска Google. В Википедии есть много изображений машины скорой помощи или грузовика, которые используются для их описания. Все эти изображения представляют набор экспериментальных данных. Для машин скорой помощи отобрано около 800 изображений и 700 изображений для пожарных машин. Эти 1500 изображений автомобилей также разделены случайным образом на 90% для обучения и 10% для тестирования.

Затем для лучшего обучения модели проводится расширение объема данных. Это процесс создания дополнительных данных из имеющихся путем поворота, масштабирования, перевода, обрезки и других преобразований. Встроенный загрузчик данных выполняет эту работу во время обучения. В процессе загрузки данных

Таблица 1. Точность для различных размеров входных данных

Размер входного изображения	Точность определения
(64 x 64)	97,48%
(48 x 48)	96,93%
(224 x 224)	96,93%
(360 x 360)	96,93%
(128 x 128)	96,45%

Таблица 2. Сравнение точности обнаружения с различными предварительно обученными моделями

Модель с предварительным обучением	Точность
2-слойная сверточная нейронная сеть	96,93%
VGG-16 [17]	98,67%
Inception-v3 [18]	96,85%
Xception [19]	97,78%

он применяет трансформацию и каждый раз генерирует немного другое изображение. Поскольку изображения в нашем наборе данных собраны хорошо, достаточно применить лишь небольшое количество расширений. Выбраны следующие типы и количество расширяющих трансформаций: вращение от  $-20^\circ$  до  $20^\circ$  градусов; горизонтальный переворот; и масштабирующий множитель 1,1.

Для обучения модели вместо обычного стохастического градиентного спуска был использован алгоритм оптимизации Адама [13]. Этот метод использует не фиксированную, а адаптируемую скорость обучения и два параметра  $\beta_1$  и  $\beta_2$  для управления скоростью обучения, это, так называемые, импульсные параметры. Параметры оптимизации использованы следующие: скорость обучения 0,001,  $\beta_1=0,9$  и  $\beta_2=0,999$ .

Далее, прежде чем приступить к экспериментам с основной моделью, полезно построить базовую простую двухслойную сверточную нейронную сеть для получения базовой точности и провести несколько экспериментов с некоторыми гиперпараметрами и методами регуляризации. Точности различных экспериментов для различных размеров входных данных приведены в таблице 1.

Как видно из приведенной выше Таблицы 1, простая базовая модель дала наилучший результат при размерности 64 x 64. Хотя большие изображения содержат больше информации для обработки и обычно дают лучший результат, простая неглубокая сверточная нейронная сеть не может воспользоваться этим преимуществом, так как у нее недостаточно параметров и сложной структуры, чтобы уловить тонкие паттерны на большом изображении.

Глубокая сверточная нейронная сеть [14] является самой передовой технологией для классификации и обнаружения объектов на изображении. В настоящее время возможности обнаружения и классификации объектов значительно улучшились. Сверточная нейронная сеть использует концепцию нейронных ядер для обработки изображения. Параметры этих ядер изучаются в процессе обучения. Глубокая сверточная нейронная сеть строится из множества таких сверточных слоев. Но у нее есть два недостатка: такую сеть трудно обучить, и для ее обучения требуется большое количество данных. Для решения такого рода проблем можно использовать трансфертное обучение [15, 16]. Идея заключается в возможности использовать данные, полученные сетью в одном приложении, в другом приложении, в разных приложениях. Поэтому можно провести эксперименты с несколькими различными предварительно обученными моделями, включая VGG-16 [17], Inception-v3 [18] и Xception [19]. Для таких экспериментов можно выбрать не самый маленький размер изображения, например 224 x 224; использовался набор данных KDEF. После проверки работоспособности нейронных сетей и сборки всех шагов алгоритма, были получены окончательные программы для разных исследованных вариантов. Предварительные работы, исследование отдельных блоков программ производилось на обычном персональном компьютере со следующими характеристиками: ОС Windows 10, видеокарта Nvidia Geforce 840m 2020 Мбайт, процессор Intel core i3-4010U CPU1,7 ГГц, оперативная память 4 Гбайт. Для окончательных работ привлекались услуги аутсорсинга с профессиональным компьютером на базе платформы визуальных вычислений TITAN RTX: ОС Windows 10, видеокарта Nvidia Titan RTX 24 Гб, процессор Intel Core i9-10900X, два модуля памяти 16gb Kingston FURY Renegade 3000 МГц. В итоге проделанных

исследований можно получить и сравнить в Таблице 2 результаты для всех использованных моделей:

В проведенных исследованиях предложена модель, которая может обнаружить автомобили скорой помощи на дороге с интенсивным движением. В густонаселенных агломератах на дорогах с интенсивным движением слишком много транспорта и из-за этого машины экстренных служб, такие как скорая помощь, ремонтная служба и пожарные машины испытывают проблемы

в пути посреди дороги. Предложенная модель достаточно эффективно решает эту проблему, проявляет хорошие результаты в обнаружении и идентификации автомобилей экстренных служб всех видов. Она может быть встроена в систему видеонаблюдения для отслеживания специальных автомобилей и предоставления приоритета на дороге для проезда машин экстренных служб. Благодаря этому автоматизированному процессу не потребуется усилий со стороны человека для ручного управления в сложных дорожных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. K. Nellore and G.P. Hancke, Traffic management for emergency vehicle priority based on visual sensing, *Sensors*, vol. 16, no. 11, p.1892, 2016.
2. S. Djahel, N. Smith, S. Wang, and J. Murphy, "Reducing emergency services response time in smart cities: An advanced adaptive and fuzzy approach," in *Smart Cities Conference (ISC2)*, 2015 IEEE First International. IEEE, 2015, pp. 1–8.
3. V. Parthasarathi, M. Surya, B. Akshay, K.M. Siva, and S.K. Vasudevan, Smart control of traffic signal system using image processing, *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 16, 2015.
4. Исследование показало рост числа смертей в машинах скорой помощи в России [Электронный ресурс] URL: <https://russian.rt.com/russia/news/646919-issledovanie-smert-skoraya-pomosch> (дата обращения 27.02.2022).
5. CTIF — Международная ассоциация пожарно-спасательных служб [Электронный ресурс] URL: <https://www.ctif.org/ctif-international-association-fire-rescue-services> (дата обращения 27.02.2022).
6. L.C. Smeby Jr. et al., *Fire and emergency services administration: Management and leadership practices*. Jones & Bartlett Publishers, 2013.
7. M.J. Karter, *Fire loss in the United States during 2010*. National Fire Protection Association Quincy, MA, 2011.
8. J. Redmon and A. Farhadi, Yolov3: An incremental improvement, arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018. [Электронный ресурс] URL: <https://pjreddie.com/media/files/papers/YOLOv3.pdf> (дата обращения 27.02.2022).
9. YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс] URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (дата обращения 27.02.2022).
10. R. Girshick, Fast R-CNN, in *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, 2015, pp. 1440–1448. [Электронный ресурс] URL: [https://www.cv-foundation.org/openaccess/content\\_iccv\\_2015/papers/Girshick\\_Fast\\_R-CNN\\_ICCV\\_2015\\_paper.pdf](https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_iccv_2015/papers/Girshick_Fast_R-CNN_ICCV_2015_paper.pdf) (дата обращения 27.02.2022).
11. T.-Y. Lin, M. Maire, S. Belongie, J. Hays, P. Perona, D. Ramanan, P. Dollár, and C.L. Zitnick, Microsoft coco: Common objects in context, in *European conference on computer vision*. Springer, 2014, pp. 740–755.
12. C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich, Going deeper with convolutions, in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2015, pp. 1–9.
13. D.P. Kingma and J. Ba, Adam: A method for stochastic optimization, arXiv preprint arXiv:1412.6980, 2014.
14. Y. LeCun, Y. Bengio et al., Convolutional networks for images, speech, and time series, *The handbook of brain theory and neural networks*, vol. 3361, no. 10, p. 1995, 1995.
15. G. Bradski, "The OpenCV Library," *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000.
16. J. Yosinski, J. Clune, Y. Bengio, and H. Lipson, How transferable are features in deep neural networks? in *Advances in neural information processing systems*, 2014, pp. 3320–3328.
17. K. Simonyan and A. Zisserman, Very deep convolutional networks for large-scale image recognition, arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.
18. C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich, Going deeper with convolutions, in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2015, pp. 1–9.
19. F. Chollet, "Xception: Deep learning with depthwise separable convolutions," arXiv preprint, pp. 1610–02 357, 2017.

# МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ СЕТЕВЫХ ПАКЕТОВ<sup>1</sup>

## A METHOD FOR DETECTING NETWORK STEGANOGRAPHY BASED ON THE STATISTICAL DISTRIBUTION OF NETWORK PACKET FIELDS

**A. Krasov**

*Summary.* Classification of steganographic methods of information transformation is described in the basic model of threats to the security of personal data during their processing in personal data information systems, approved by the FSTEC of the Russian Federation in 2008. An analysis of existing programs for creating steganographic channels shows that most of the methods presented in it have not been in demand in practice, at the same time, new methods have appeared that are not included in this model. The article presents the results of work on the Grant-IB5/2020 project, proposals for improving the basic model.

*Keywords:* network packet, steganography, FSTEC, stegulation, steganalysis.

**Красов Андрей Владимирович**

*К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*  
krasov@inbox.ru

*Аннотация.* Классификация стеганографических методов преобразования информации описано в базовой модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утверждённой ФСТЭК РФ в 2008 году. Анализ существующих программ для создания стеганографических каналов показывает, что большинство из представленных в нем методов так и остались не востребованы на практике, в то же время появились новые методы, не вошедшие в данную модель. В статье приводятся результаты работы по проекту Грант-ИБ 5/2020, предложения по совершенствованию базовой модели.

*Ключевые слова:* сетевой пакет, стеганография, ФСТЭК, стеговложение, стегоанализ.

Очевидно, что внедряемый цифровой водяной знак должен обладать некоторой степенью устойчивости, то есть противостоять удалению или модификации. Считается, что заранее можно предугадать, содержится ли водяной знак или нет. В настоящее время существуют методы, позволяющие защитить подобным образом от нелегального копирования различные цифровые объекты, такие как файлы мультимедиа и программ. В частности, ряд публикаций, например, посвящен методам внедрения скрытой информации в программы. В данной статье речь пойдет о методе, размещающем секретное сообщение в неиспользуемых местах секции исполняемых файлов формата Portable Executable (PE).

Portable Executable — формат исполняемых файлов, объектного кода и динамических библиотек, используемый в 32- и 64-битных версиях операционной системы Microsoft Windows. Формат PE представляет собой структуру данных, содержащую всю информацию, необходимую PE загрузчику для проецирования (отображе-

ния) файла в память. Исполняемый код включает в себя ссылки для связывания динамически загружаемых библиотек, таблицы экспорта и импорта API функций, данные для управления ресурсами и данные локальной памяти потока (TLS). В операционных системах семейства Windows NT формат PE используется для EXE, DLL, SYS (драйверов устройств), и других типов исполняемых файлов.

Файлы PE не содержат позиционно-независимого кода. Вместо этого они скомпилированы для предпочтительного базового адреса, и все адреса, генерируемые компилятором/компоновщиком, заранее фиксированы. Если PE файл не может быть загружен по своему предпочтительному адресу (потому что он уже занят чем-то ещё), операционная система будет перебазировать его. Это включает в себя перевычисление каждого абсолютного адреса и изменение кода для того, чтобы использовать новые значения. Загрузчик делает это, сравнивая предпочтительный и фактический адреса загрузки, и вычисляя значение разности. Тогда для получения нового

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ) в рамках научного проекта № 5/2020.





Рис. 1. Взаимосвязь между устойчивостью стеганосистемы и объемом скрываемого сообщения при неизменном размере файла-контейнера

адреса ячейки памяти эта разность складывается с предпочтительным адресом. Базовые адреса перемещений хранятся в списке и при необходимости добавляются к существующей ячейке памяти. Полученный код является теперь отдельным по отношению к процессу и не является больше разделяемым, так что при таком способе теряются многие из преимуществ экономии памяти динамически загружаемых библиотек. Такой способ также значительно замедляет загрузку модуля. По этой причине следует избегать перебазирувания везде, где это возможно; например, библиотеки, поставляемые Microsoft, имеют предварительно вычисленные неперекрывающиеся базовые адреса. В случае отсутствия необходимости перебазирувании PE файлы имеют преимущество очень эффективного кода, но при наличии перебазирувания издержки в использовании памяти могут быть значительными.

В стеганодетекторе определяется наличие в контейнере (возможно уже измененном) скрытых данных. Это изменение может быть обусловлено влиянием ошибок в канале связи, операций обработки сигнала, намеренных атак нарушителей. Различают стеганодетекторы, предназначенные только для обнаружения факта наличия встроенного сообщения, и устройства, предназначенные для выделения этого сообщения из контейнера — стеганодекодеры.

Итак, анализ типичной структуры стеганосистемы показал, что в такой системе происходит объединение двух типов информации таким образом, чтобы они по-разному воспринимались разными детекторами. В качестве одного из детекторов может выступать система выделения скрытого сообщения или человек.

Алгоритм встраивания сообщения в простейшем случае состоит из двух основных этапов:

1. встраивание в стеганокодере секретного сообщения в контейнер-оригинал.
2. обнаружение в стеганодетекторе скрытого зашифрованного сообщения из контейнера-результата.

Исходя из этого, процесс стеганографического преобразования описывается зависимостями:  $E: C \times M \rightarrow S$ ;  $D: S \rightarrow M$ , где  $S = \{(c_1, m_1), (c_2, m_2), \dots, (c_n, m_n), \dots, (c_q, m_q)\} = \{s_1, s_2, \dots, s_q\}$  — множество контейнеров-результатов (стеганограмм).

Первая зависимость описывает процесс скрытия информации, вторая — извлечение скрытой информации. Необходимым условием при этом является отсутствие «пересечения». Кроме того, необходимо, чтобы мощность множества  $[C] \geq [M]$ . При этом оба адресата (отправитель и получатель) должны знать алгоритм прямого (E) и обратного (D) стеганографического преобразования.

Итак, в общем случае стеганосистема — это совокупность  $\Sigma = (C, M, S, E, D)$  контейнеров (оригиналов и результатов), сообщений и преобразований, которые их связывают.

Для большинства современных методов, которые используются для скрытия сообщений в файлах цифрового формата, имеет место зависимость надежности системы от объема встраиваемых данных, представленная на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что увеличение объема встраиваемых данных значительно снижает надежность системы.

Таким образом, существует перспектива принятия оптимального решения при выборе между количеством

скрывааемых данных и степенью устойчивости (скрытости) к возможной модификации (анализу) сигнала-контейнера. Путем ограничения степени ухудшения качества контейнера, которые способен воспринимать человек, при стеганографической обработке контейнера можно достичь или высокого уровня (объема) встраиваемых данных, или высокой устойчивости к модификации (анализу), но никоим образом не обоих этих показателей одновременно, поскольку рост одного из них неизбежно приводит к уменьшению другого. Несмотря на то, что данное утверждение математически может быть продемонстрировано только для некоторых методов стеганографии (например, для скрытия путем расширения спектра), очевидно, что оно является справедливым и для других методов скрытия данных.

### Реализация метода

Рассмотрим перечисленные некоторые перспективные варианты.

Класс очень простой, поэтому будет легко увидеть связь между исходным кодом и сгенерированным байт-кодом. Первым делом мы видим, что в байт-код-версии класса компилятор вызывает конструктор по умолчанию (как и написано в спецификациях JVM). Далее, изучая байт-кодовые инструкции (у нас это `aload_0` и `aload_1`), мы видим, что некоторые из них имеют префиксы типа `aload_0` и `istore_2`. Это относится к типу данных, с которыми оперирует инструкция. Префикс «a» обозначает, что опкод управляет ссылкой на объект. «i», соответственно, управляет `integer`. Интересный момент здесь заключается в том, что некоторые из инструкций оперируют странными операндами типа #1 и #2, что на самом деле относится к пулу констант класса.

Размер массива локальных переменных определяется во время компиляции в зависимости от количества и размера локальных переменных и параметров метода. Стек операндов — LIFO-стек для записи и удаления значений в стеке; размер также определяется во время компиляции. Некоторые опкоды добавляют значения в стек, другие берут из стека операнды, изменяют их состояние и возвращают в стек. Стек операндов также используется для получения значений, возвращаемых методом (`return values`).

Применение данных методик вложения в байт-код относятся к недокументированным возможностям Java машины, которые могут варьироваться в зависимости от версии и нуждаются в экспериментальной проверке.

Для выявления стеганографических каналов в сети использовался статистический метод. К сожалению, данный метод сложно реализуем в реальном времени,

поэтому сравнение производилось постфактум, однако данное выявление стеганографических каналов позволяет обнаружить инсайдера. В [6] уже разбирались поля пригодные для построения стеганографических каналов, будем считать, что инсайдер использует поля изменение которых не влияет на прохождение пакета по сети кардинальным образом. Такими полями являются:

- ◆ DSCP (Differentiated Services Code Point) — используется для разделения трафика на классы обслуживания, отвечает за приоритет обработки пакетов. Ранее являлось частью поля ToS, в настоящее время определено в RFC2474 как «Differentiated Services». Размер данного поля 6 бит.
- ◆ ECN (Explicit Congestion Notification) — используется для предупреждения о перегрузке сети без потерь пакетов. Является необязательной функцией, используется только в том случае, если оба хоста её поддерживают. Ранее являлось частью поля To S. Размер данного поля составляет 2 бита.
- ◆ Identification — имеет размер 16 бит и используется в основном для идентификации фрагментов пакета. Изначальное значение генерируется псевдослучайным образом, а у фрагментированных пакетов значение в этом поле должно быть одинаковым.
- ◆ Source Address — используется для записи в него IP адреса источника. Длина поля 32 бита. Поле Source Address может быть заменено если используется преобразование сетевых адресов (NAT, PAT). Данное поле может быть использовано для сокрытия информации, однако только в том случае если на пути нет NAT, PAT и нам не требуется отсылать обратно какие-либо данные.

Выявление стеганографических каналов было решено проводить на основе вероятности появления определенных значений в полях DSCP, ECN, Identification, Source Address. При постоянном или частом вложении данных в поля заголовков меняется вероятность появления определенного значения поля заголовка пакета, проще говоря изменяется закон распределения значения. Стоит отметить, что при передаче текстовой информации было замечено, что закон распределения изменяется и начинает походить на равномерное распределение, поэтому было решено использовать формулу меры информационной энтропии по Шенону (формула 1). Следовательно, информационная энтропия какой-либо системы — это сумма с противоположным знаком всех относительных частот появления состояния (в нашем случае значение поля заголовков пакетов) с номером  $i$  умноженного на их двоичные логарифмы.

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

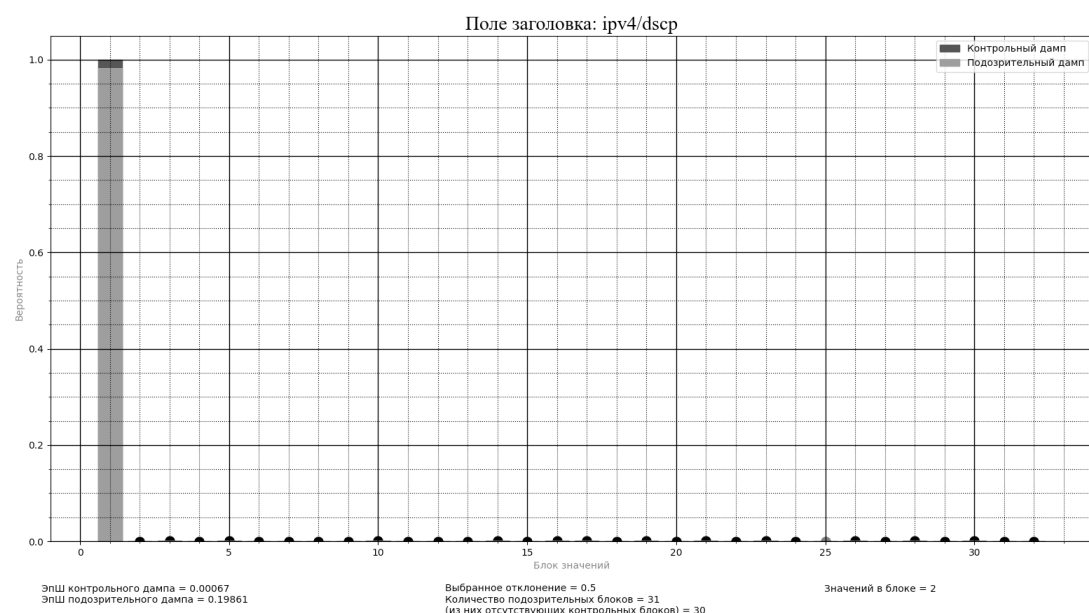


Рис. 2. Сравнение полей Differentiated Services Code Point в дампах контрольного и подозрительного трафика

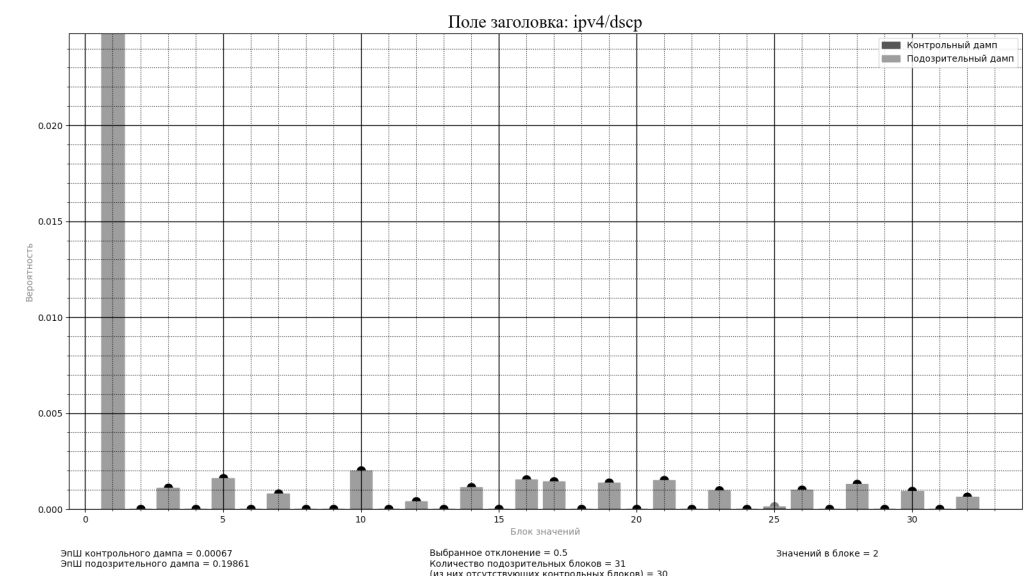


Рис. 3. Сравнение полей Differentiated Services Code Point в дампах контрольного и подозрительного трафика

Где  $H(x)$  — мера информационной энтропии по Шеннону,  $n$  — количество значений поля,  $p_i$  — вероятность появления  $i$ -го значения.

Суть метода заключается в том, что изначально в компании записывается один или несколько контрольных дампов, вычисляется мера информационной

энтропии всех значений определенного поля заголовка протокола IPv4, после этого происходит снятие дампа в сети, вычисление его меры информационной энтропии по Шеннону. В конце происходит сравнение двух значений. Как правило, при передаче текстовой информации мера информационной энтропии по Шеннону уменьшается.

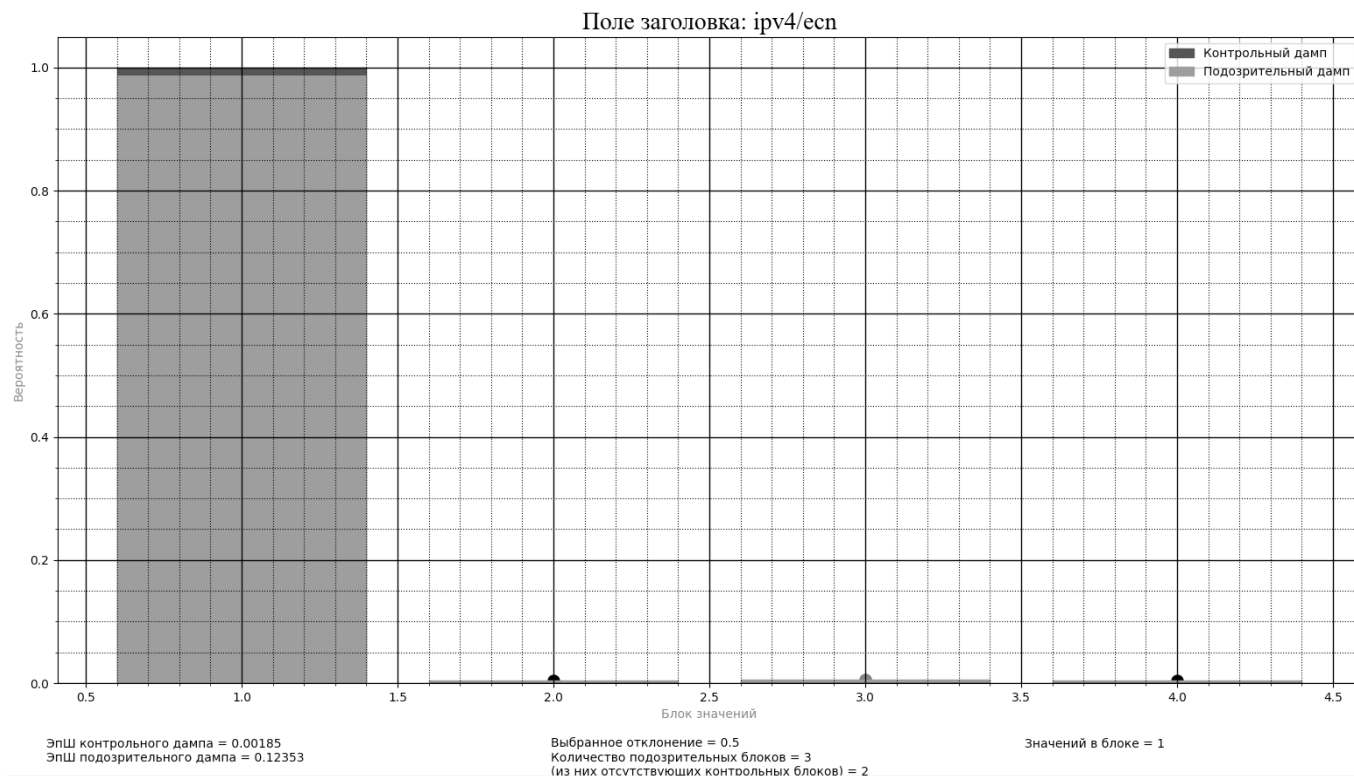


Рис. 4. Сравнение полей Explicit Congestion Notification в дампах контрольного и подозрительного трафика

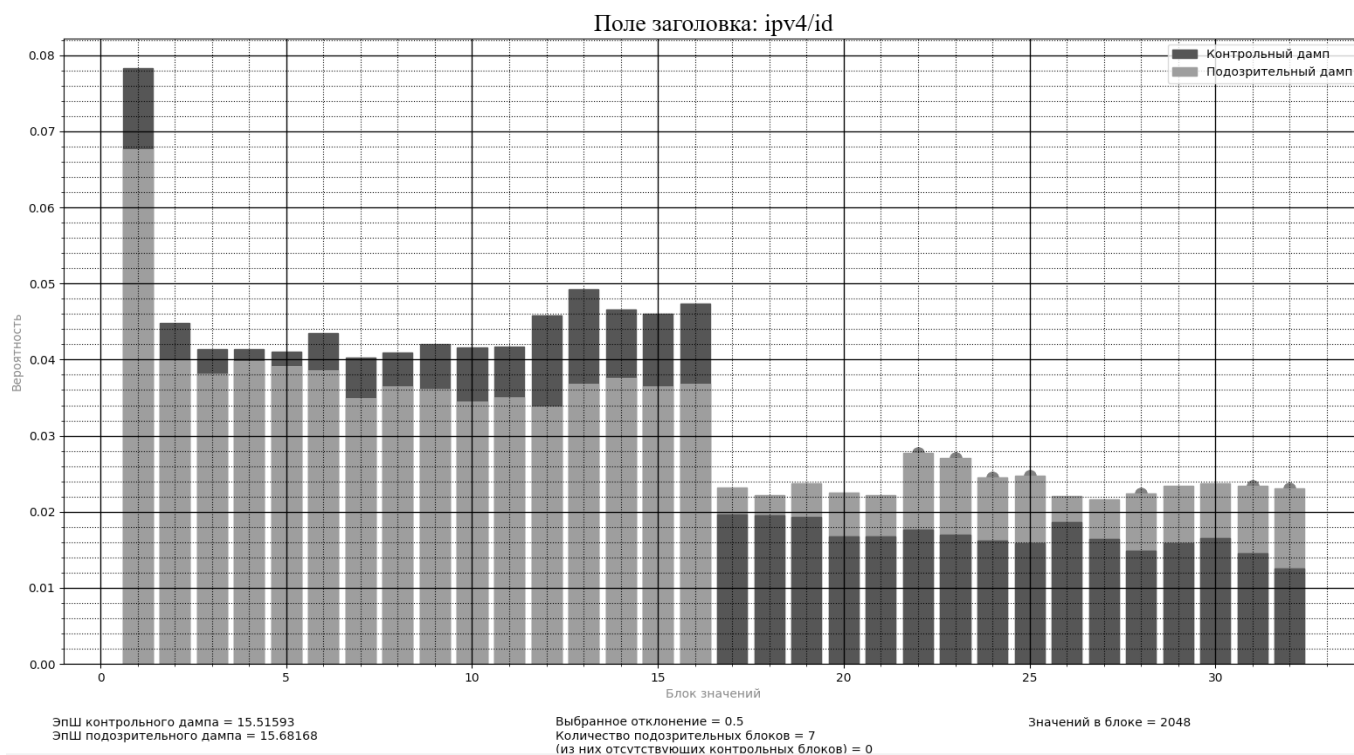


Рис. 5. Сравнение полей Identification в дампах контрольного и подозрительного трафика

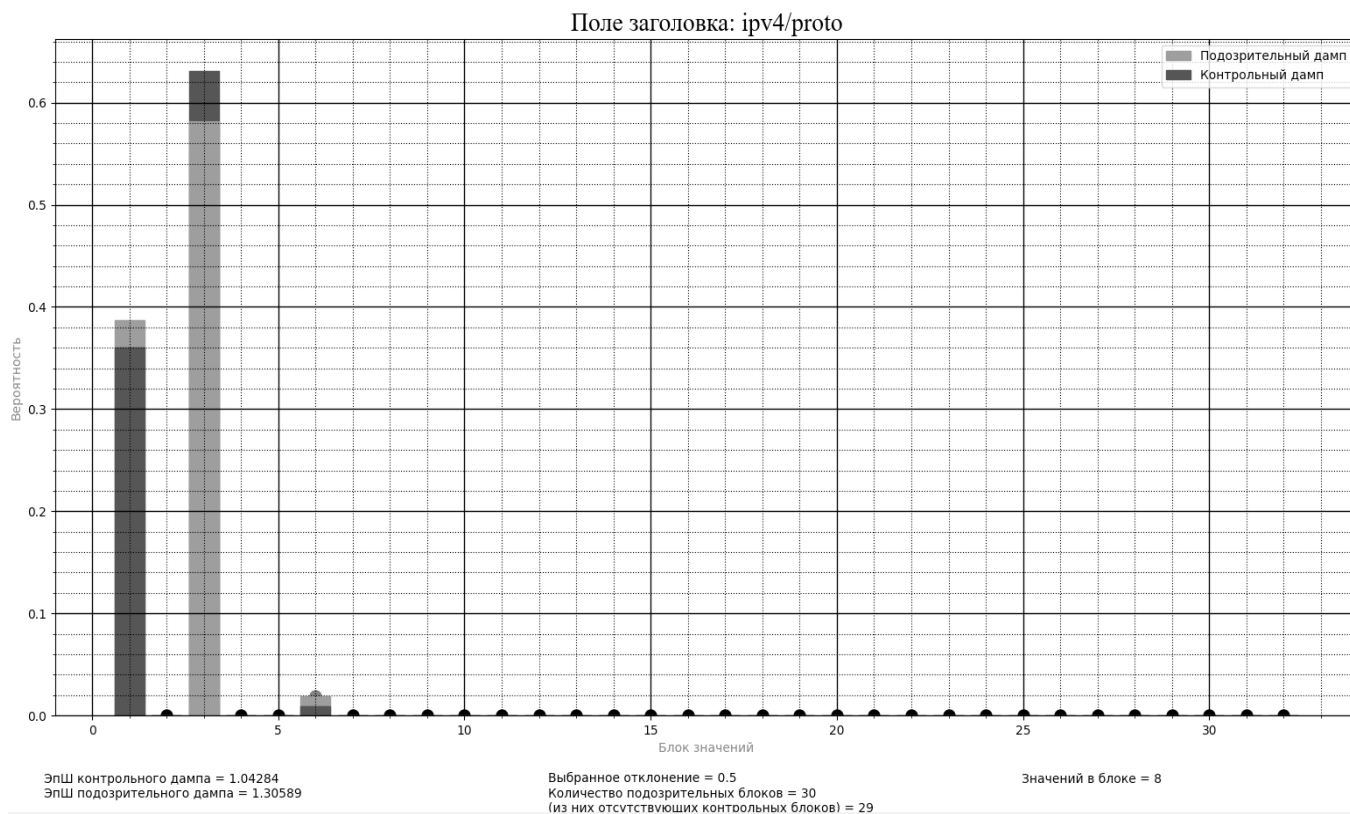


Рис. 6. Сравнение полей Protocol в дампах контрольного и подозрительного трафика

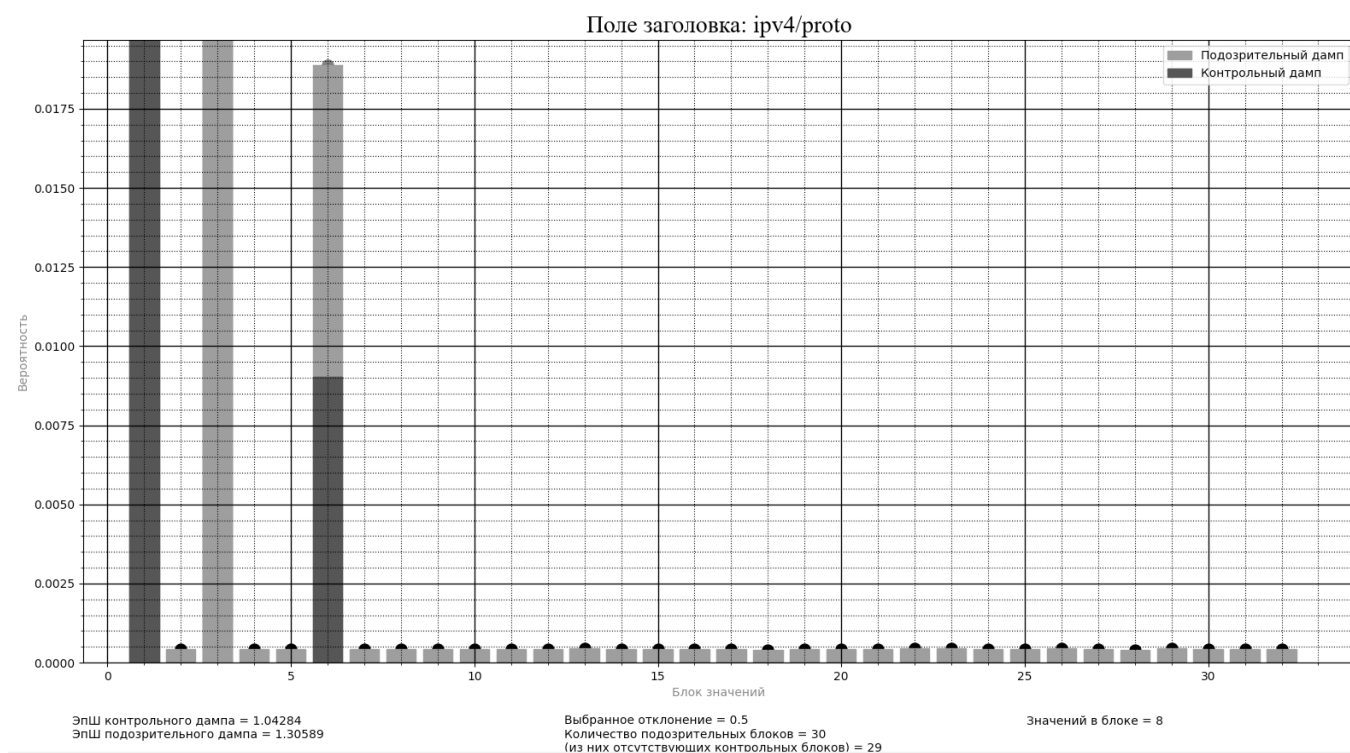


Рис. 7. Сравнение полей Protocol в дампах контрольного и подозрительного трафика

Метод информационной энтропии не всегда помогает явно определить присутствует ли в сети стеганографический канал, поэтому его стоит использовать в совокупности с другими методами. Таким методом может являться вычисление отклонений вероятности. За основу был взят критерий Колмогорова-Смирнова, который предназначен для проверки простых гипотез о принадлежности анализируемой выборки некоторому известному закону распределения.

Пусть  $X_n$  — выборка независимых одинаково распределенных случайных величин,  $F_n(x)$  — эмпирическая функция распределения,  $F(x)$  — некоторая «истинная» функция распределения с известными параметрами. Статистика критерия определяется выражением (формула 2):

$$D_n = \sup |F_n(x) - F(x)| \tag{2}$$

Пакеты в сети чаще всего используют одни и те же значения полей в определенной сети. Отсюда формируется определенная модель поведения сети. Сравнение отклонения вероятностей с заранее выбранным порогом поможет определить наличие стеганографического канала связи. Сравнение отклонений происходит по формуле 3.

$$Z \geq \frac{|p_{i_c} - p_{i_p}|}{p_{i_p}} \tag{3}$$

Где  $Z$  — заданный порог отношения,  $p_{i_c}$  — вероятность появления  $i$  значения поля контрольного дампа, а  $p_{i_p}$  — вероятность появления  $i$  значения поля подозрительного дампа

Для выявления стеганографических каналов в сети на языке Python 3.9.4 была написана программа. Основной задачей программы является сравнение двух дампов трафика и преобразование большого количества значений в человекочитаемый вид и вывод данных на экран в виде графиков, а также сохранение графиков и данных в числовом виде в файл для дальнейшего анализа. Под дампом сетевого трафика понимаются записанные заголовки пакетов.

Стоит отметить, что стеганографический канал работал не на полную мощность (это значит, что при отправке пакетов делались небольшие перерывы, а также максимальная пропускная способность канала и не была загружена более чем на 50%), чтобы усложнить его выявление стандартными средствами на основе общей статистики трафика.

Изначально на графике поля Differentiated Services Code Point не видно каких-либо подозрительных отклонений (рисунок 2), информационная энтропия по Шенно-

ну больше, чем у контрольного дампа, что свидетельствует об увеличении разнообразности значений в данном поле или о том, что распределение носит более случайный характер. После приближения графика (рисунок 3) отчетливо наблюдаем, что встречаются значения, которые не использовались ранее, а также то, что они распределены относительно равномерно. Что свидетельствует о появлении стеганографического канала связи.

Также стоит обратить внимание, что крайне сильно возрос двадцать пятый блок, у контрольного вероятность появления значений из данного блока составляла 0,0000420912557131085, а у подозрительного составляет 0,000129236768998063. На основании вышеперечисленных данных можно сделать вывод, что в данном поле присутствует стеганографический канал.

Аналогичную ситуацию мы наблюдаем и для поля Explicit Congestion Notification. Как и в поле Differentiated Services Code Point появляются ранее не встречающиеся значения (рисунок 4), а вероятность появления третьего блока подозрительного дампа гораздо выше, чем контрольного и составляет 0,00521372142962748, в отличие от 0,000129079850853533 контрольного. Следовательно, мы можем утверждать о присутствии стеганографического канала в данном дампе.

Рассмотрим поле Identification, на графике (рисунок 5) сразу наблюдаем равномерный рост вероятности блоков подозрительного дампа в отличие от контрольного, разница вероятностей у семи блоков превышает заданный порог, что свидетельствует о наличии стеганографического канала в данном трафике.

Поле Protocol изначально было оценено как непригодное ввиду генерации таких протоколов, которые не могут использоваться в сети. Например, протокол OSPF (Open Shortest Path First) имеет значение 89, а IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) — значение 88. Крайне подозрительным является появление данных протоколов в локальной сети. На графике (рисунок 6) большая вероятность у тех значений, которые постоянно встречаются в сети, например ICMP, UDP, TCP и другие. Однако при приближении (рисунок 7) мы видим, что используются и другие протоколы. Их распределение похоже на равномерное, стоит учесть тот факт, что в стеганографическом канале объем данных был небольшим поскольку передавалась текстовая информация, поэтому вероятность в некоторых блоках небольшая, но не нулевая, как в контрольном дампе, что было видно из сохраненных данных.

### Заключение

Данный метод позволяет достаточно эффективно выявлять вложения в заголовки протокола IPv4, одна-

ко, одним из основных минусов рассмотренного метода является выявление канала после его построения и передачи части данных. Еще одним минусом является необходимость в работе оператора для своевременного выявления стеганографического канала. Но стоит отметить, что даже такой метод может помочь своевременно отследить и прервать передачу данных поскольку пропускная способность полей заголовка протокола IPv4 относительно мала.

Заметить скрытое вложение, которое было внедрено в файл, будет сложно из-за того, что изменения внутри файла не затронут ни размера, ни функциональности исполнимого кода. Предлагаемый метод прост в реализации и малозатратный. Скрытое вложение, реализуемое способами эквивалентных замен операторов, позволяет реализовать защиту авторских прав на техническом уровне при использовании цифровой подписи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка). ФСТЭК России, 2008 год
2. ГОСТ Р 53113.1–2008 «Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов».
3. Штеренберг, С.И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 1. исследование / С.И. Штеренберг, А.В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. — 2021. — № 2. — С. 14–20. — DOI 10.46418/2079–8199\_2021\_2\_2.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020617876 Российская Федерация. Модель угроз и нарушителя: № 2020616749: заявл. 29.06.2020: опубл. 15.07.2020 / А.В. Красов, А.А. Миняев, А.И. Пешков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ).
5. Израилов К.Е., Татарникова И.М., Подход к анализу безопасности программного кода с позиции его формы и содержания // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). Сборник научных статей VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции: в 4 т. 2019. С. 462–467.
6. Коржик В.И., Небаева К.А., Герлинг Е.Ю., Догиль П.С., Федянин И.А. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки. Часть 1. Цифровая стеганография. СПб., СПбГУТ, 2016, 226 с.
7. Израилов К.Е., Методика оценки эффективности средств алгоритмизации, используемых для поиска уязвимостей // Информатизация и связь. 2014. № 3. С. 44–47.
8. I. Kotenko, K. Izrailov, A. Krasov, I. Ushakov, An approach for stego-insider detection based on a hybrid nosql database // Journal of Sensor and Actuator Networks. — 2021. — Vol. 10. — No 2. — DOI 10.3390/jsan10020025.
9. P.I. Sharikov, A.V. Krasov, A.M. Gelfand, N.A. Kosov, Research of the Possibility of Hidden Embedding of a Digital Watermark Using Practical Methods of Channel Steganography // Intelligent Distributed Computing XIII, St.-Petersburg, 07–09 октября 2019 года. — St.-Petersburg: Springer Verlag, 2019. — P. 203–209. — DOI 10.1007/978–3–030–32258–8\_24.
10. Ушаков И.А., Обнаружение инсайдеров в корпоративной компьютерной сети на основе технологий анализа Больших данных // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2019. № 4. С. 38–43.
11. Г.А. Орлов, А.В. Красов, А.М. Гельфанд, Применение Big Data при анализе больших данных в компьютерных сетях // Научные исследования в космических исследованиях Земли. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 76–84. — DOI 10.36724/2409–5419–2020–12–4–76–84.
12. А.С. Салита, А.В. Красов, Создание стеганографического канала при помощи полей // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. — 2021. — № 2. — С. 36–40. — DOI 10.46418/2079–8199\_2021\_2\_6.
13. Simmons, G.J.: The prisoners' problem and the subliminal channel. In Chaum, D., ed.: *Crypto '83. Advances in Cryptography*, Plenum Press (1983) 51–67

© Красов Андрей Владимирович ( krasov@inbox.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЙ СТРУКТУРЫ

## DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF A RECONFIGURABLE SUPERCOMPUTER STRUCTURE

**D. Krakhmalev  
L. Demidov  
V. Loseva**

*Summary.* The article deals with the issues of building a system of integration of majority-reserved complexes in supercomputer structures based on redundant interfaces, including the development of the structure and architecture of a reconfigurable supercomputer structure — SCS, the use of a majority-reserved complex with triple redundancy as the main cell for the construction of SCS. The purpose of the research is to increase the survivability of supercomputer systems at the required level of performance. To achieve this goal, the problem of synthesis of structural and architectural variants of the construction of functional elements of such systems has been solved.

*Keywords:* supercomputer structures, majority elements, aggregation, redundancy, interfaces.

**Крахмалев Дмитрий Владимирович**

*К.т.н., доцент, Финансовый университет при  
правительстве РФ  
DKrakhmalev@fa.ru*

**Демидов Лев Николаевич**

*К.т.н., доцент, Финансовый университет при  
правительстве РФ  
LDemidov@fa.ru*

**Лосева Вероника Валентиновна**

*Доцент, Финансовый университет при  
правительстве РФ  
VVloseva@fa.ru*

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы построения системы комплексирования мажоритарно-резервированных комплексов в суперкомпьютерных структурах на основе резервированных интерфейсов, в том числе — разработки структуры и архитектуры реконфигурируемой суперкомпьютерной структуры — СКС, использование в качестве основной ячейки построения СКС — мажоритарно-резервированного комплекса с тройным резервированием. Целью проводимого исследования является повышение живучести суперкомпьютерных систем при требуемом уровне быстродействия. Для достижения поставленной цели решена задача синтеза структурных и архитектурных вариантов построения функциональных элементов таких систем.

*Ключевые слова:* суперкомпьютерные структуры, мажоритарные элементы, комплексирование, резервирование, интерфейсы.

### Введение

**А**нализ существующих структур, применяемых при разработке суперкомпьютерных систем (СКС), с использованием интенсивных и экстенсивных методов построения показал, что эти методы не обеспечивают требуемый уровень живучести [1].

Накопленный авторами опыт разработки специальных вычислительных комплексов с большой наработкой на отказ (порядка 100000 часов) позволил предложить решение задачи, в основе которой лежит новый метод выбора структуры и архитектуры СКС.

С целью повышения живучести при требуемом быстродействии СКС, в работе рассмотрены вопросы:

- ◆ разработки структуры и архитектуры реконфигурируемой СКС;
- ◆ использования в качестве основной ячейки построения СКС — мажоритарно-резервированного комплекса;
- ◆ упрощения схемы модулей комплексирования функциональных частей СКС;
- ◆ использования в качестве основного коммутационного оборудования мажоритарных элементов комплектов;
- ◆ применения в модулях комплексирования ячеек СКС интерфейсов, как широких, так и узких, в основном с разделенными магистралями источников и приемников информации;
- ◆ расположения стоек СКС внутри ячеек, а также самих ячеек в СКС.



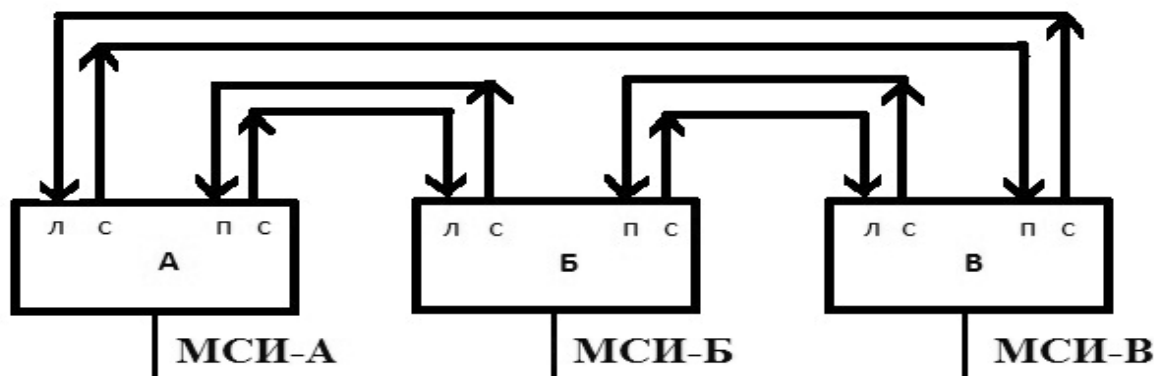


Рис. 2. Схема системы комплексирования комплектов одной ячейки

### Разработка системы комплексирования

Требования к надежности, живучести и наращиваемости вычислительных систем, в дальнейшем-ВС, наиболее точно были сформулированы А.В. Каляевым в монографии «Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой» [5]. При этом особо подчеркивалось о необходимости обеспечения эффективной системы переключения различных функциональных частей ВС, что невозможно сделать без гибкой мощной коммутации и без возможности программирования архитектуры ВС.

Повысить надежность ВС можно в результате использования при ее конструировании минимального числа различных типов функциональных частей, в дальнейшем-ФЧ, регулярность соединений последних и само-восстанавливаемость каналов связи.

Этим условиям удовлетворяет многопроцессорная система, состоящая из однотипных ФЧ, имеющая возможность перестраивать и автоматически восстанавливать архитектуру ВС.

Надежность может быть также повышена за счет использования методов мажорирования. В многопроцессорных системах, обладающих программируемой коммутацией, эти методы позволяют повышать надежность программным путем за счет резервирования работы наиболее ответственных ФЧ.

В ходе исследования авторами в качестве основного элемента системы предложена схема тройного мажоритарного резервирования комплектов [2]. При этом рассмотрена работа резервированных комплектов в режимах резервирования 1001,1002,1003,2002,2003. Решены вопросы синхронизации работы мажоритарно-резервированных комплектов, в том числе с учетом времени

перекося сигналов между комплектами [3]. Показана возможность наращивания архитектуры системы за счет однородности ее построения.

Перестройка архитектуры системы производится за счет перепрограммирования схемы управления мажоритарными элементами в каждом из резервированных комплектов в соответствии с программно-задаваемыми признаками резервирования.

В общем виде структурная схема сегмента ВС представлена на Рис. 1. ВС представляет собой ячейку сотовую структуру, основным элементом каждой ячейки которой являются три программно-управляемых комплекта, связанных между собой межкомплектными связями, обеспечивающими доступ к мажоритарным элементам одноименных сигналов соседних комплектов.

На Рис. 2 изображена схема системы комплексирования комплектов одной ячейки, где А, Б, В, это резервированные комплекты ячейки; МСИ-А, МСИ-Б, МСИ-В это магистрали системных интерфейсов комплектов А, Б, В соответственно. В качестве исходных данных для схем резервирования введены следующие обозначения:

1. С- сигнал своего комплекта;
2. Л- сигнал левого комплекта;
3. П- сигнал правого комплекта.

При этом для комплектов А, Б, В в качестве своего, левого и правого будут комплекты:

1. для комплекта А: свой — А, левый — В, правый — Б;
2. для комплекта Б: свой — Б, левый — А, правый — В;
3. для комплекта В: свой — В, левый — Б, правый — А.

Очевидно, что, если комплекты одной ячейки расположить относительно друг друга как показано на Рис. 2, возникает проблема синхронизации в работе комплектов из-за разницы в длине межкомплектных связей меж-

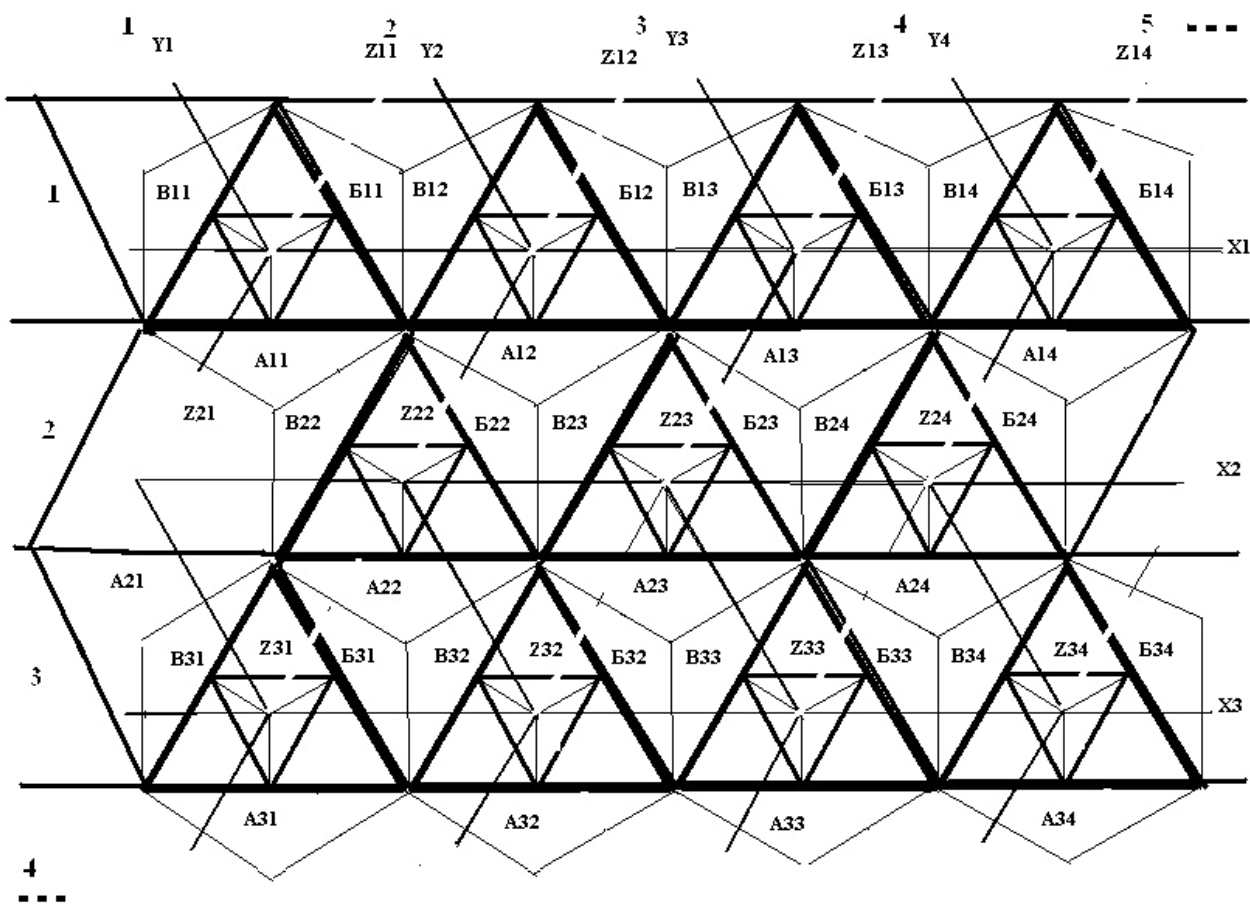


Рис. 1. Структурная схема сегмента вычислительной системы

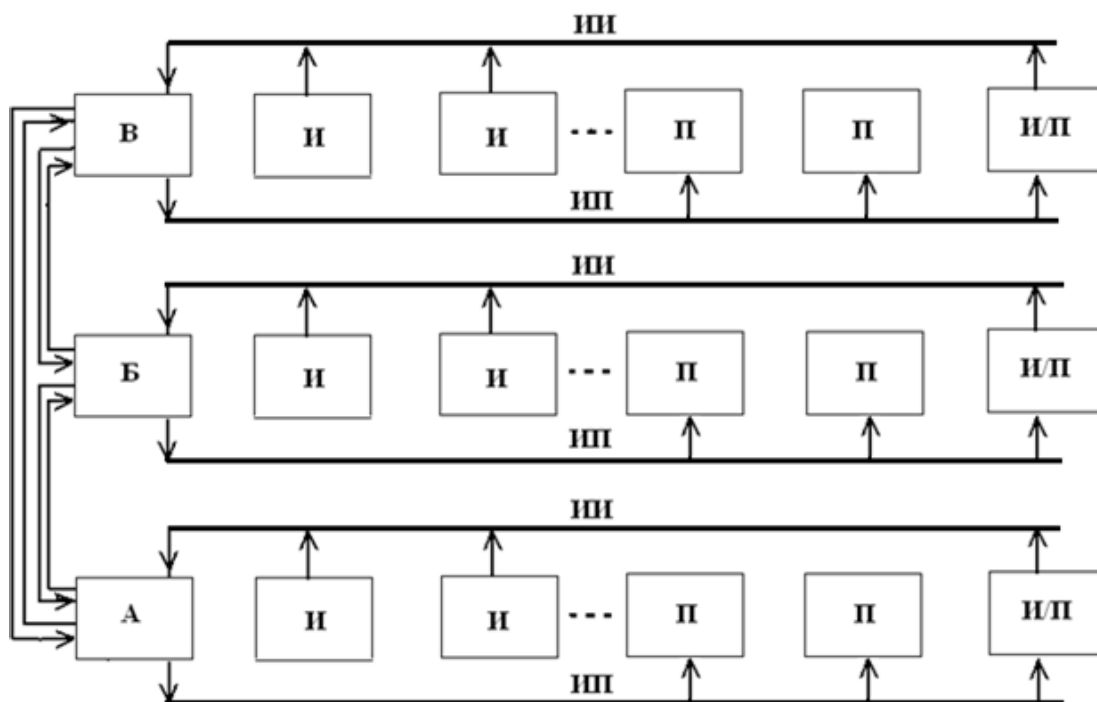


Рис. 3. Структурная схема одной ячейки комплекса

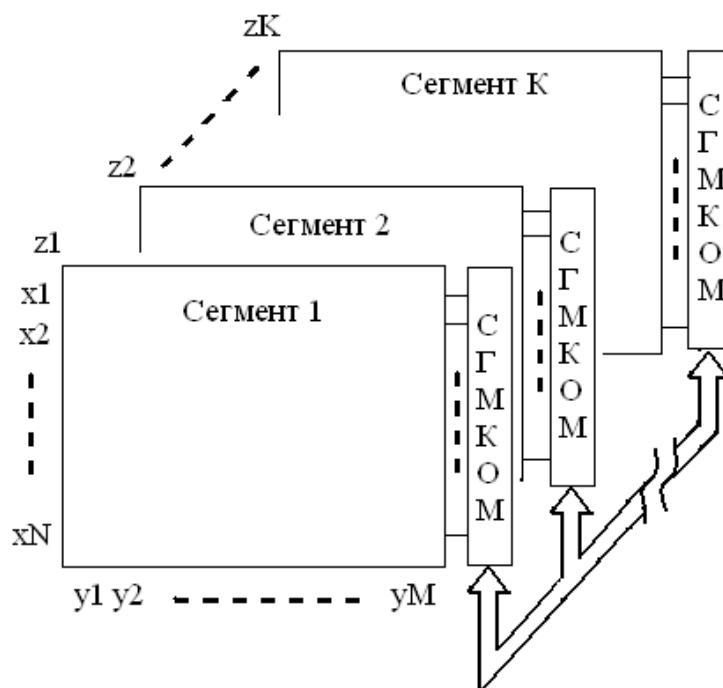


Рис. 4. Структурная схема комплексирования сегментов ВС

ду ближними и дальними комплектами, а значит и в разнице времен распространения сигналов между ними. На Рис. 1 эта проблема устранена за счет расположения резервированных комплектов по сторонам равностороннего треугольника, например А11, Б11, В11, межкомплектные связи в этом случае имеют одинаковую длину между соседними комплектами.

Проблемы синхронизации работы в микропроцессорных структурах подробно рассмотрены в работе [6], в том числе применительно к системам с тройным мажоритарным резервированием — в работах [3,4].

В работе [2] рассмотрена работа мажоритарно-резервированного дублированного — 1002, 2002, повторительном — 1001,1002.1003. В частности, обеспечение работы в этих режимах мажоритарных элементов, стало возможным из-за введения признаков резервирования в схемы формирования сигналов управления мажоритарными элементами. Введение признаков резервирования также позволяет комплектам любой ячейки работать независимо друг от друга, что в свою очередь позволяет создать гибкий механизм реконfigurирования ВС в процессе работы. При этом упрощается схема комплексирования функциональными частями ВС. Мажоритарные элементы периферийного оборудования могут выполнять функции коммутаторов ВС.

На Рис. 3 представлена структурная схема одной ячейки комплекса, где А, Б и В являются задатчиками

магистралей источников и приемников информации соответствующих комплектов. Авторы предлагают с целью повышения быстродействия в схемах процессоров вводить отдельно интерфейсы источников информации (ИИ) и интерфейсы приемников (ИП) информации.

Задачи разработки имитационной модели функционирования элементов СКС при ее реконfigurировании в различных режимах резервирования, а также анализ эффективности функционирования телекоммуникационной сети, соответствующей ВС, представленной на Рис. 1, упрощается из-за соблюдения условий мультифрактального характера трафика.

В ходе разработки ВС авторы придерживались соблюдения условий самоподобия, характерных для топологии фрактальных структур.

На Рис. 4. представлена структурная схема комплексирования ВС, где СГМКОМ — сегментаторы-коммутаторы ВС.

Связь между отдельными ячейками сегментов комплекса и между сегментами ВС осуществляется по координатам X, Y, Z. В качестве проводящей среды каналов связи предлагается использовать оптические или любые другие проводные линии связи. Предпочтение авторы отдают каналам связи цифровых групповых трактов приема-передачи. Сегментаторы обеспечивают полно-

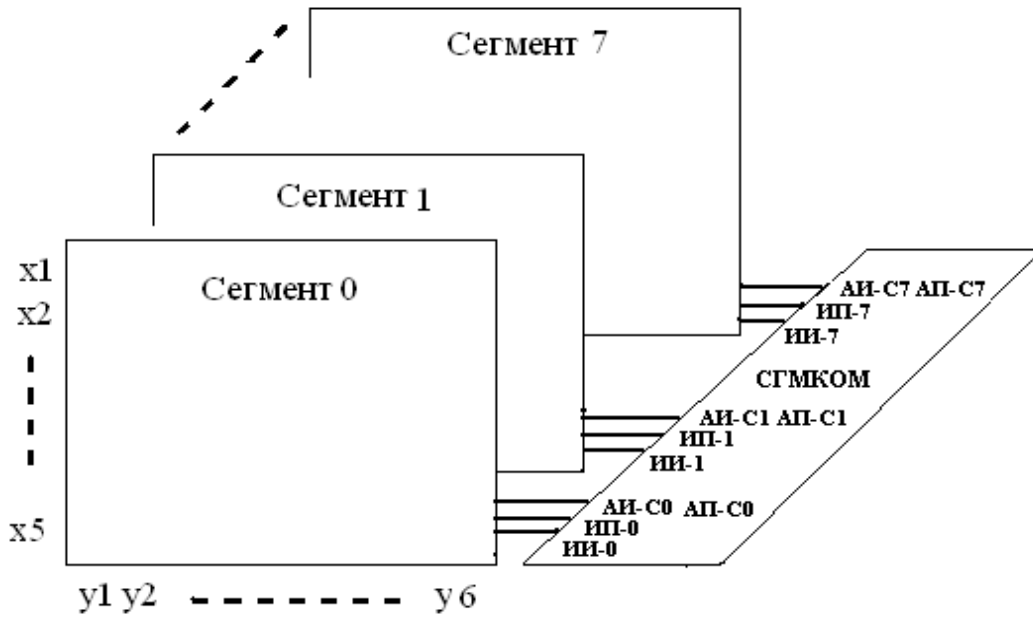


Рис. 5. Структура одного сегмента при организации матрицы 6\*5

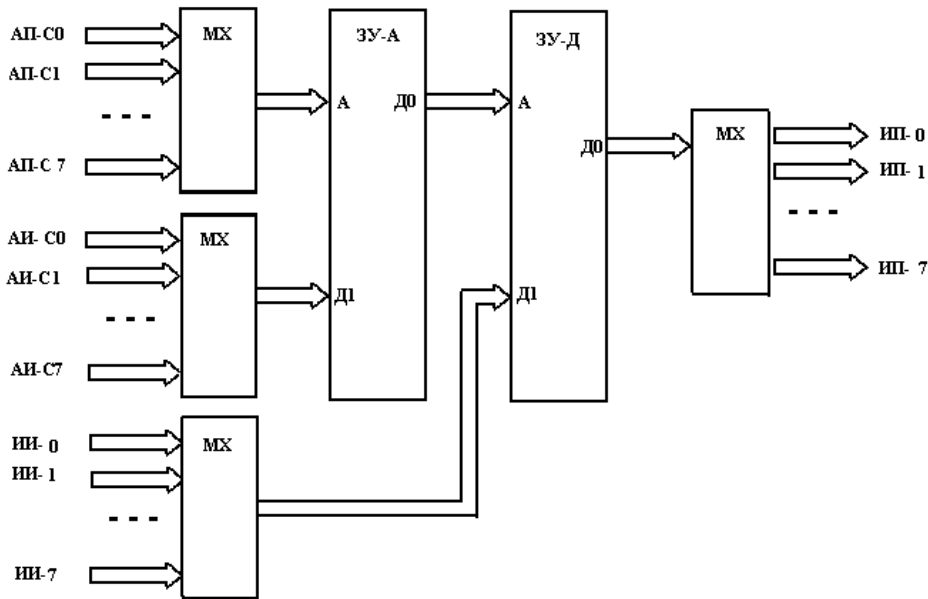


Рис. 6. Структурная схема организации потоков СГМКОМ рассматриваемой ВС

доступную схему связи между всеми функциональными частями ВС. Рассмотрим пример такого применения.

В качестве ячейки ВС будем использовать мажоритарно-резервированный комплекс, рассмотренный выше. На Рис. 5 приведена структура одного сегмента при организации матрицы 6\*5. Связи между ячейками показаны сплошной линией.

Каждому комплексу ячейки сегмента соответствует каналный интервал потока. Для организации передачи данных между ячейками используем три взаимосвязанных потока: данные интерфейса источников информации, данные интерфейса приемников информации, адреса источников/приемников информации. Для передачи адресов источников и приемников информации предлагается использовать один поток. При этом, номера

канальных интервалов потоков соответствуют номерам ячеек одного сегмента ВС. Содержимое канальных интервалов адресного потока представляет собой двоичный код адреса приемника информации, который состоит из адреса потока информации сегмента (три старших разряда) и адреса соответствующего ему канального интервала приемника информации (пять младших разрядов). Поток адресов источников/приемников информации необходим для формирования содержимого адресного запоминающего устройства СГМКОМ. Адрес приемника информации, в том числе номер сегмента и номер его канального интервала, формирует сам источник информации, записывая его в канальный интервал, номер которого соответствует номеру канального интервала источника соответствующего сегмента. Номер сегмента источника СГМКОМ определяет по номеру адресного потока. На Рис. 6 приведена структурная схема организации потоков рассматриваемой ВС, где АР-С<sub>і</sub> — адреса приемников информации потока і-го сегмента; АИ-С<sub>і</sub> — адреса источников потока і-го сегмента; ИИ-і — данные интерфейса источника потока і-го сегмента; ИП-і — данные интерфейса приемника потока і-го сегмента; МХ — мультиплексоры; ЗУ-А — запоминающее устройство адресов сегментов и канальных интервалов источников информации; ЗУ-Д — запоминающее устройство данных сегментов и канальных интервалов источников информации; Д1/Д0 — вход/выход запоминающих устройств; А — адреса ячеек ЗУ-А, ЗУ-Д. На Рис. 6 не показаны цепи управления и синхронизации работы СГМКОМ.

В ЗУ-А адрес ячейки соответствует адресу приемника информации, в том числе адрес сегмента и номер канального интервала адресного потока, а в ЗУ-Д со-

ответственно источника информации. В ЗУ-А данные ячейки соответствуют адресам источника информации для соответствующего адреса приемника. В ЗУ-Д данные ячейки соответствуют данным канальных интервалов интерфейса источника. Использование концепции времени импульсного уплотнения позволит производить обмен информацией между абонентами ВС по полноступной схеме. В потоках ИИ и ИП может передаваться информация любого вида, в том числе например:

1. запросы на осуществление доступа источника в том или ином приемнике;
2. выбор протокола обмена между источником и приемником;
3. перераспределение канальных интервалов между абонентами ВС;
4. адреса источников и приемников данных;
5. коды функций, команды или состояния;
6. суб-адреса;
7. указатели параметров обмена, в том числе длины передаваемого пакета данных;
8. собственно данные;
9. рамки кадра или защитная информация;
10. и т.п.

## Заключение

С целью повышения живучести при требуемом быстродействии СКС, в работе рассмотрены вопросы разработки структуры и архитектуры реконфигурируемой суперкомпьютерной структуры. Приведена постановка задачи разработки имитационной модели функционирования элементов СКС при ее реконфигурировании в различных режимах резервирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.К. Мельников, Исследование путей модернизации реконфигурируемых вычислительных систем // Известия ЮФУ. Технические науки, 2014, 12. — С. 83–89.
2. Ксенофонтов А.С., Сыцевич Н.Ф., Кулиев Р.С., Сыцевич С.Н. Повышение живучести мажоритарно-резервированных систем управления // Известия КБНЦ РАН № 6(68) Том II, Нальчик, 2015. — С. 100–104.
3. Сыцевич Н.Ф., Кулиев Р.С., Москаленко Л.А., Молов М.З. Синхронизация работы мажоритарных элементов резервированных комплектов систем управления // Современные наукоемкие технологии № 8(2), 2016. — С. 261–264.
4. Сыцевич Н.Ф., Кулиев Р.С., Крахмалев Д.В., Жабоев Ж.Ж. Мажоритирование сигналов с допустимым уровнем рассогласования в мажоритарно-резервированных системах // Современные наукоемкие технологии № 5, 2017. — С. 73–77.
5. Каляев А.В. Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой. — М.: Радио и связь, 1984. — 240 с.
6. С.М. Сухман, А.В. Бернов, Б.В. Шевкопляс. Синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений. — М.: Эко-Трендз, 2003. — 272 с.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАФИКА СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

### DEVELOPMENT OF A METHOD FOR FORECASTING AND TRAFFIC DISTRIBUTION OF AN INFORMATION COLLECTION AND ANALYSIS SYSTEM

*K. Larionov*

*Summary.* The article discusses forecasting methods and develops a new method of traffic forecasting and distribution for the load balancing subsystem in an existing information collection and analysis system. According to statistics, information security threats are most often directed at web applications, therefore, it is necessary to identify abnormal traffic flows as quickly as possible and redistribute them between existing servers in a timely manner. The method of traffic forecasting and distribution is based on the method of traffic control and distribution in a distributed information collection and analysis system.

*Keywords:* software, traffic, traffic distribution, distribution method, server, forecasting, traffic balancing.

**Ларионов Константин Олегович**

Аспирант, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург  
kostya12277@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются методы прогнозирования и разрабатывается новый метод прогнозирования и распределения трафика для подсистемы балансировки нагрузки в уже существующей системе сбора и анализа информации. По статистике чаще всего угрозы информационной безопасности направлены на веб-приложения, следовательно, необходимо как можно быстрее определять аномальные потоки трафика и своевременно перераспределять их между существующими серверами. Метод прогнозирования и распределения трафика основан на методе контроля и распределения трафика в распределенной системе сбора и анализа информации.

*Ключевые слова:* программное обеспечение, трафик, распределение трафика, метод распределения, сервер, прогнозирование, балансировка трафика.

**П**о данным отчета компании Check Point Research каждая 61-я организация в мире становится жертвой киберпреступников, но, например, в России, в сравнении с 2020 годом, в 2021 году количество атак уменьшилось на 16% и всего 2,2% компаний пострадали от киберпреступлений. Среднее число кибератак в неделю на организацию в мире с января 2020 года по сентябрь 2021 года представлено на рисунке 1.

Для определения концепции исследования необходимо провести аналитический обзор современных публикаций на тему разработки метода прогнозирования и распределения трафика системы сбора и анализа информации.

Целью работы является эффективное распределение потока трафика на обрабатывающие сервера производства с использованием методов прогнозирования и статистического анализа данных.

Для достижения поставленной цели работы необходимо выполнить следующие задачи:

1. провести анализ литературы в направлениях прогнозирования и контроля сетевого трафика;

2. разработать математическую модель метода прогнозирования и распределения трафика на базе методов прогнозирования;

К публикациям, отражающим современный уровень исследуемой области относятся работы, описывающие методы равномерного распределения сетевой нагрузки. В частности, к данной теме можно отнести работы:

- ◆ Веретенникова П.В. [2];
- ◆ Кравченко С.М., Бойко Д.А. [4];
- ◆ Пальчевский Е.В., Халиков А.Р. [7–8];
- ◆ Мухизи С., Парамонов А.И. [5].

Аналогичными разрабатываемой контроля и распределения трафика системы сбора и анализа информации являются следующие научные разработки:

- ◆ научные работы [3,6];
- ◆ в диссертационных исследованиях [1,12];
- ◆ патентные разработки [9–11].

Аналитический обзор существующих научных достижений позволил определить особенности разрабатываемого метода, предполагаемую научную новизну, однако, в ряде задач необходимо полное исследование

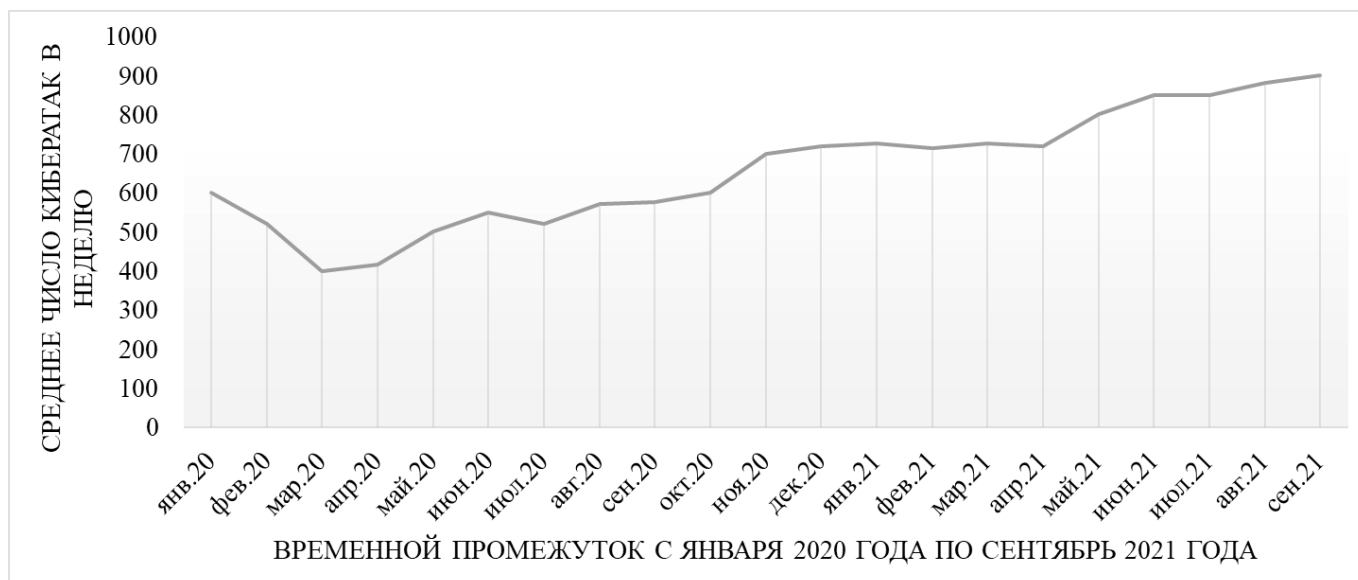


Рис. 1. Среднее число киберпреступных нападений в неделю на организацию в мире с января 2020 года по сентябрь 2021 года

предметной области и разработка метода прогнозирования распределения трафика.

Основываясь на методе контроля и распределения трафика системы сбора и анализа информации прогнозировать конкретный период хранения информации в системе контроля и распределения трафика, не затрагивая весь временной ряд, а используя только собранную информацию по конкретно одной базовой величине микропериода  $d$ . Таким образом, для реализации прогноза есть агрегированные данные в которых отражена история  $X$  по конкретному  $d$  со всех микропериодов  $t$  основного выбранного периода  $p$ .

Необходимо отметить что выбирать и разделять периоды необходимо только опираясь на проблемы и характеристики производства и его сезонности трафика.

Прогнозирование осуществляется 2 способами. Первый основной способ это с использованием формулы Фурье-анализа, где прогнозные величины повторяют начальное положение временного ряда, что подчеркивает период и его правильность.

Математическое описание модели полигармонического полинома представлено формулой 1.

$$X(t) = a_0 + \sum_{i=1}^n [a_i \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot K_i \cdot t / N) + b_i \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot K_i \cdot t / N)] + \varepsilon(t) + d_0 + d_1 \cdot t, \quad (1)$$

где:

- $N$  — число элементов исходного ряда;
- $n$  — число гармоник полигармонического полинома;
- $K_i$  — коэффициенты, определяющие номер гармоники;
- $\varepsilon(t)$  — прогнозная оценка случайной компоненты;
- $d_0, d_1$  — коэффициенты уравнения тренда;
- $t$  — порядковый номер элементов исходного ряда,  $t = 1, 2, \dots$

Второй способ прогнозирования основан на определении типа временного ряда.

Определение типа временного ряда для прогнозирования выполняется на основе критерия аппроксимации  $R$ . Чем ближе к 1 тем точнее подобран график прогноза а значит и точнее подобран вид прогноза.

Получив линию прогноза агрегированного временного ряда с учетом всех периодов можно решить основную проблему принятия решения о распределении трафика с учетом нагрузки серверов обработки информации.

На рисунке 2 представлена структурная схема системы контроля и распределения трафика системы сбора и анализа информации.

Принятие решения о переадресации трафика на конкретный сервер исходит из прогнозирования временного ряда напрямую. Необходимо отметить, что принятие

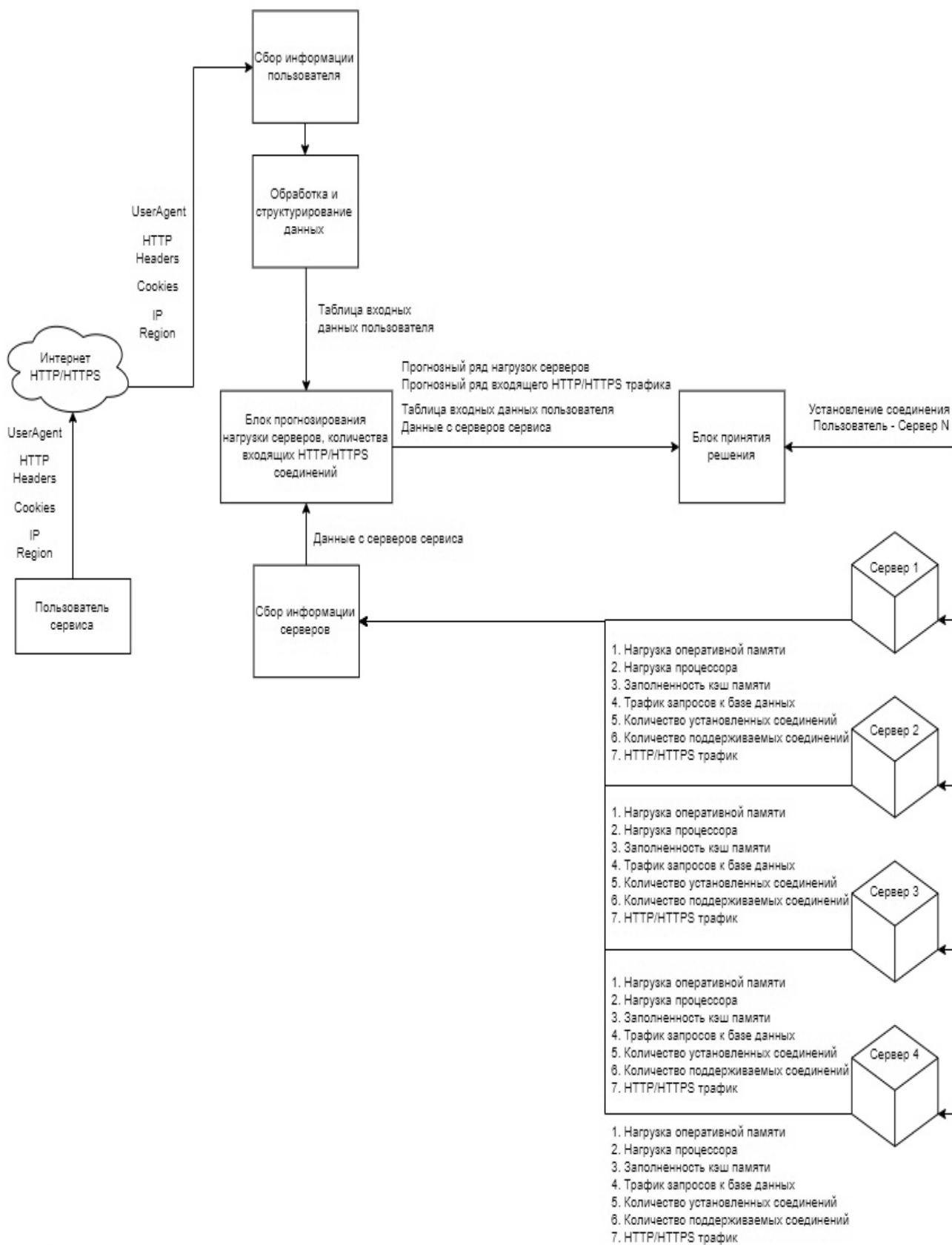


Рис. 2. Структурная схема распределенной информационной системы с использованием системы контроля и распределения трафика



решения и прогнозирование агрегированного ряда связаны конкретным периодом, а именно базовой величиной  $d$  микропериода  $t$ . Таким образом мы можем принимать решения только находясь в таком же по счету  $d$  что и выбранный ряд для прогнозирования.

Математическое описание процесса принятия решения о введении в эксплуатацию дополнительных серверов основывается на решении неравенства по формуле 2.

$$\begin{aligned} \gamma &= a_i * \cos\left(2 * \pi * K_i * \frac{t}{N}\right) + \\ &+ b_i * \sin\left(2 * \pi * K_i * \frac{t}{N}\right), \\ z &= \varepsilon(t) + d_0 + d_1 + t, \\ a_0 + \sum_{i=1}^n \gamma + z &\geq \frac{C_{max}}{T_{max}} - \frac{C_i}{T_i} \end{aligned} \quad (2)$$

где:

$\gamma$  — гармоническая компонента из уравнения полигармонического полинома формула 1

$z$  — трендовая компонента из уравнения полигармонического полинома формула 1

$C_{max}$  — максимальная ширина пропускного окна сервера

$C_i$  — ширина пропускного окна текущего, выбранного сервера для проверки

$T_{max}$  — максимальная задержка при передаче пакета в секундах

$T_i$  — задержка при передаче пакета в секундах выбранного текущего сервера для проверки

$i$  — номер выбранного включенного сервера в момент времени

Критерий Дарбина — Уотсона (или DW-критерий) — статистический критерий, используемый для тестирования автокорреляции первого порядка элементов исследуемой последовательности. Наиболее часто применяется при анализе временных рядов и остатков регрессионных моделей.

Окончательно качество модели проверяется на величине статистики Дарбина-Уотсона  $d$  (Формула 3).

$$d = \frac{\sum_{t=2}^N (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^N e_t^2}, \quad (3)$$

где:

$N$  — число элементов исходного ряда;

$e$  — значение автокорреляции полученное из разницы значений точек основного ряда от значений точек анализируемого исходного ряда;

$t$  — порядковый номер элементов исходного ряда,  $t = 1, 2, \dots$

Значение статистики Дарбина-Уотсона изменяется в диапазоне от 0 до 4. При этом  $dd = 2$  указывает на отсутствие автокорреляции элементов временного ряда. Если  $dd$  меньше двух, то имеет место положительная автокорреляция, а больше двух — отрицательная.

В заключении необходимо отметить, что разработанный метод будет хорошо обрабатывать только те наборы временных рядов, в которых присутствует сезонность. Потому что в работе используется критерий остановки анализа прогнозного ряда, и метод Фурье как основной метод для прогнозирования базовых данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бузинов, А.А., Модель и метод прогнозирования угроз информационной безопасности объектов на основе циклической динамики природной среды / Бузинов А.А.; Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, — Санкт-Петербург, — 2004;
- Веретенников, П.В., Определение вида распределения нагрузки, изменяющейся по дням недели / Веретенников П.В.; — Санкт-Петербург: Издательство: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова — 2007, — С. 50–52;
- Гадасин, Д.В., Применение модели бэкмена для распределения потоков в сетях с сегментной маршрутизацией / Гадасин Д.В., Пак Е.В.; — Москва: Издательство: Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова — 2020, — С. 18–23;
- Кравченко, С.М., Алгоритм оптимального распределения трафика / Кравченко С.М., Бойко Д.А.; — Красноярск: Издательство: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский Государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» (Красноярск) — 2020, — С. 408–409;
- Мухизи, С., Метод классификации и приоритизации трафика в программно-конфигурируемых сетях / Мухизи С., Парамонов А.И.; — Санкт-Петербург: Издательство: Санкт-Петербургский Государственный Университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, — 2019, — С. 64–70;
- Немер, С., Процесс динамической маршрутизации разноприоритетного MPLS-трафика / Немер С.; — Москва: Издательство: ООО «Издательский дом медиа публишер» — 2013, — С. 109–111;
- Пальчевский, Е.В., Равномерное распределение сетевой нагрузки при атаке несанкционированным трафиком / Пальчевский Е.В., Халиков А.Р.; — Уфа: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью Дендра (Уфа) — 2017, — С. 21–27;
- Пальчевский, Е.В., Распределение сетевой нагрузки при DDOS-атаках / Пальчевский Е.В., Халиков А.Р.; — Уфа: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью Дендра (Уфа) — 2017, — С. 34–38;

9. Патент 2018666578 Российская Федерация. «Моделирование функционирования распределенных систем обработки информации на базе трехуровневой клиент-серверной архитектуры» (МРСОИ) / Айеш А.Н., Михайлов В.К., Скоба А.Н.; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» заявл. 03.12.2018, опублик. 18.12.2018;
10. Патент 2019661408 Российская Федерация. Моделирование обслуживания трафика маршрутизаторами технологии интернета вещей (IoT) / Кутузов Д.В., Осовский А.В., Стукач О.В., Старов Д.В., Моторина Е.А.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет» заявл. 19.08.2019, опублик. 28.08.2019;
11. Патент 2703339 Российская Федерация. Способ моделирования процесса обоснования требований к системе мониторинга распределенных систем связи / Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гречишников Е.В., Кежаев В.А., Белов А.С., Сысуев С.Ю., Люборчук Ф.Н., Дерев М.Н., Молоткова Б.Б., Сауренко Т.Н.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Михайловская военная артиллерийская академия» Министерства Обороны Российской Федерации, заявл. 02.08.2018, опублик. 16.10.2019;
12. Пономарев, Д.Ю., Моделирование и оптимизация распределения трафика в телекоммуникационных сетях. Диссертация на соискание учёной степени доктора наук / Пономарев Д.Ю.; — Новосибирск: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева», 2019. — 327 с.

© Ларионов Константин Олегович (kostya12277@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Оренбург

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОНТРОЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАФИКА СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

### DEVELOPMENT OF A METHOD FOR MONITORING AND DISTRIBUTING TRAFFIC OF AN INFORMATION COLLECTION AND ANALYSIS SYSTEM

*K. Larionov*

*Summary.* The article discusses a method for monitoring and distributing traffic, as well as a load balancing subsystem for an existing system for collecting and analyzing information in a distributed computing system. The method of traffic distribution consists of parts of the client and the server, part of the client is located on the side of a distributed system for collecting and analyzing information, and part of the server is located on a dedicated central server. All traffic passes through a dedicated central server. The traffic distribution system stores traffic data for the main period (20 working days) and for micro-periods (5 days in a working week).

*Keywords:* software, traffic, traffic distribution, control method, server, client-server.

**Ларионов Константин Олегович**

Аспирант, Оренбургский государственный университет  
kostya12277@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается метод контроля и распределения трафика, а также подсистема балансировки нагрузки для уже существующей системы сбора и анализа информации в распределенной вычислительной системе. Метод распределения трафика состоит из частей клиента и сервера, часть клиента находится на стороне распределенной системы сбора и анализа информации, а часть сервера находится на выделенном центральном сервере. Весь трафик проходит через выделенный центральный сервер. В системе распределения трафика, хранятся данные о трафике за основной период (20 рабочих дней) и за микропериоды (5 дней в рабочей неделе).

*Ключевые слова:* программное обеспечение, трафик, распределение трафика, метод контроля, сервер, клиент-сервер.

**М**еждународная компания Cisco ежегодно выпускает отчеты, в которых рассматриваются глобальные изменения в области сетевых технологий. Так, например, на рисунке 1, представлены прогнозные значения на 2021 год, в которых рост пользователей сети Интернет вырастет с 3,3 до 4,6 млрд. человек, а также ожидается, что мировой объем IP-трафика, в сравнении с 2016 годом, увеличится практически в три раза, достигнув 3,3 ЗБ в 2021 году.

Также в отчете отражены прогнозы по Интернет-трафику в России, так, например, ожидается, что Интернет-трафик в период с 2016 года по 2021 год удвоится при среднегодовом показателе роста 17%. Команда Cisco также прогнозирует, что в 2021 году в России будет 841,3 млн. устройств с сетевым подключением.

Для определения концепции исследования необходимо провести аналитический обзор современных публикаций на тему разработки метода контроля и распределения трафика системы сбора и анализа информации.

Целью работы является эффективное распределение потока трафика на обрабатывающие сервера производ-

ства с использованием методов прогнозирования и статистического анализа данных.

Для достижения поставленной цели работы необходимо выполнить следующие задачи:

1. провести анализ литературы в направлениях контроля и распределения сетевого трафика;
2. разработать математическую модель метода контроля и распределения трафика.

Аналитический обзор современных научных работ позволяет разделить публикации по содержанию на следующие группы:

- ◆ публикации, отражающие современный уровень исследуемой области;
- ◆ публикации и патентные разработки, являющиеся аналогами разрабатываемой системе;
- ◆ публикации, посвященные решению частных задач защиты информационного и программного обеспечения.

К первой группе публикаций относятся работы, посвященные системам контроля и распределения трафика. В частности, к данной теме можно отнести работы:

- ◆ Алекперова Р.К., Гусейновой А.А. [2];



Рис. 1. Статистика Интернет-трафика в месяц на одного человека с 2016 по 2021 год

- ♦ Гадасина Д.В., Пака Е.В [8];

Анализ работ, отнесенных к первой группе, позволил определить особенности контроля и распределения трафика.

Ко второй группе публикаций относятся научные исследования и зарегистрированные программные и программно-аппаратные продукты, которые являются аналогичными разрабатываемой контролю и распределению трафика системы сбора и анализа информации. Данная тема исследований отражена:

- ♦ в научных работах [1,4];
- ♦ в диссертационных исследованиях [3, 5];
- ♦ в ряде патентных разработок [10–12].

Анализ публикаций, отнесенных ко второй группе, позволил определить дальнейшее направление исследований и предполагаемую научную новизну разрабатываемой системы.

Таким образом, к третьей группе публикаций отнесены работы, посвященные разработке системы контроля и распределения трафика системы сбора и анализа информации.

Вопросу разработки методов контроля и распределения трафика посвящены работы:

- ♦ Агеевой С.А., Зозуля Е.И., Пантюхиной О.И. [1];
- ♦ Косикова М.И. [9].

Исследование частных моделей систем контроля и распределения трафика представлено в работах:

- ♦ Гойхмана В.Ю., Ермаковой Т.В. [7];
- ♦ Классен Р.К., Хисамиевой Л.Р. [8].

Обзор и анализ существующих разработок показал, что в современных научных исследованиях все большее внимание уделяется контролю и распределению трафика. Также ведутся разработки новых методов и методологий на производстве, однако, при организации распределенной информационной вычислительной системы необходимо учитывать её особенности и специфику предприятия, для которого ведутся разработки.

Пусть  $p$  — основной период хранения информации в системе контроля распределения трафика.

Пусть  $t$  — микропериод хранения информации в системе контроля распределения трафика.

Пусть  $d$  — это базовая величина микропериода.

Тогда основной период состоит из нескольких микропериодов, как представлено в формуле 1.

$$t = \{d_0 \dots d_m\}$$

$$p = \{t_0, t_1, t_2 \dots t_n\}, \quad (1)$$

где:

$n$  — количество микропериодов;

$m$  — количество базовых величин микропериода.

Например,  $p$  — ровный рабочий месяц, а, следовательно, ровный рабочий месяц определяется формулой 2.

$$p = \{t_0, t_1, t_2\} \quad (2)$$

Месяц состоит из 4 недель, следовательно, он описывается формулой 3.

$$t = \{d_0, d_1, d_2, d_3, d_4\}, \quad (3)$$

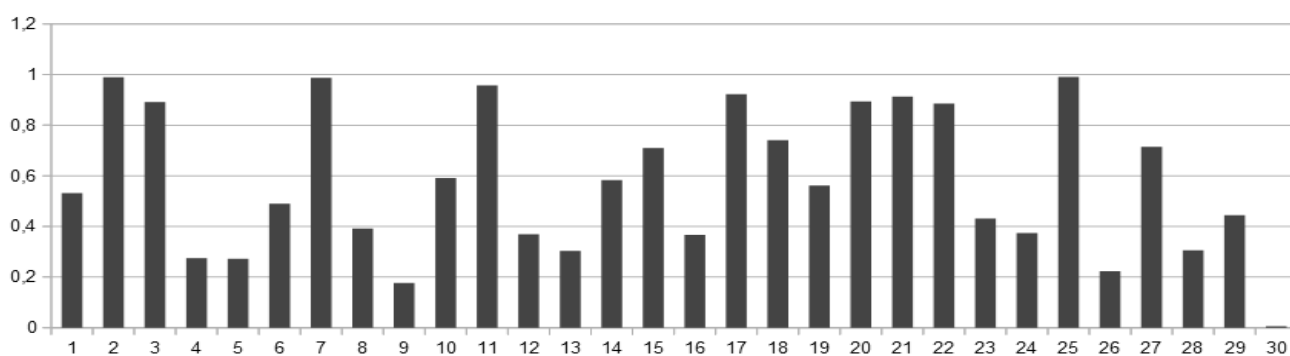


Рис. 2. Последовательность трафика за один микропериод

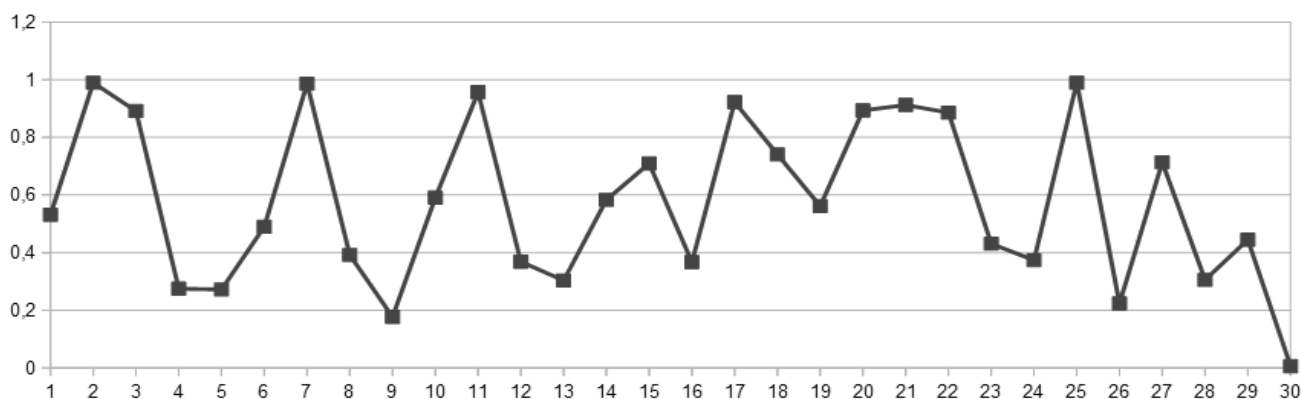


Рис. 3. Исходный временной ряд трафик, представленный линейным графиком

где:

$t$  — одна рабочая неделя из 5 дней.

Пусть  $X$  — это единица данных трафика, собранного за 1 d, следовательно, трафик описывается формулой 4.

$$T(d) = \{X_0, X_1, X_2, \dots, X_n\} \quad (4)$$

Тогда трафик  $T$  собранный за базовую величину  $d$  микропериода  $t$  представляет собой набор единиц данных где  $n$  — количество собранных единиц за 1 день.

На этом этапе видно, что трафик за 1 базовую величину микропериода состоит из набора точек по которым в последствии можно будет построить временной ряд. Временной ряд будет отражать одну из характеристик трафика, собранного за 1 d.

Переменная  $X$  может представлять собой совокупность свойств одной точки трафика. В эту совокупность

может входить все характеристики пакета данных, длина, заголовки, контент и так далее, что описывается формулой 5.

$$X = \{length, headers, content \dots\} \quad (5)$$

Теперь можно вычислить средний трафик за одинаковые  $d$  во временном периоде  $t$ .

Одинаковые  $d$  представляют собой базовые величины в последовательностях  $t$  которые стоят на одних и тех же местах по порядку последовательности  $t$ , что описывается формулой 6.

$$S(T(d)) = \sum_{i=0}^N \frac{X_i(d)}{m}, \quad (6)$$

где:

$m$  — количество базовых величин микропериода;

$n$  — количество собранных единиц за 1 день.

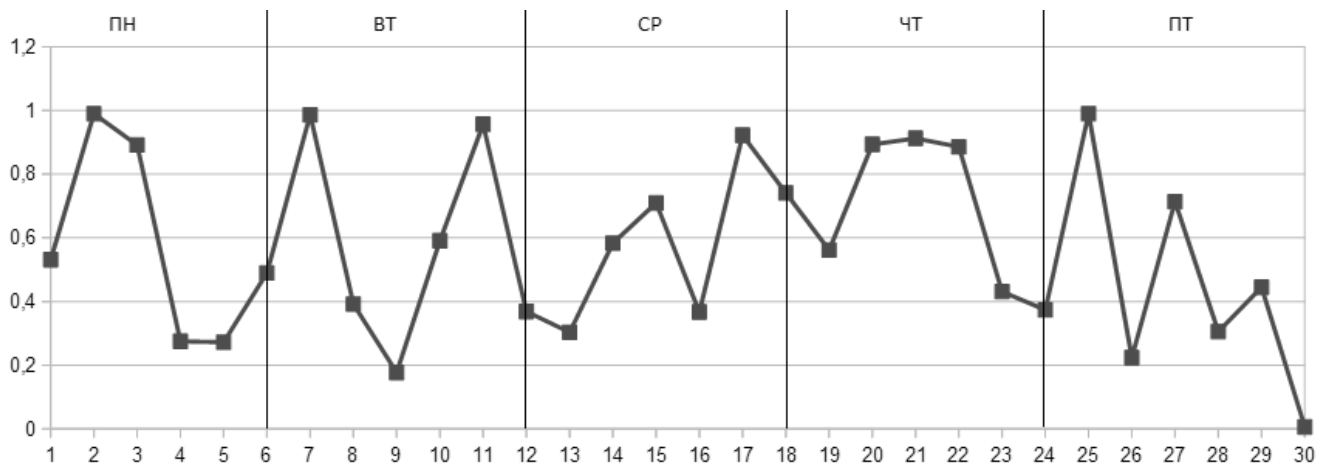


Рис. 4. Результат разделения временного ряда на базовую величину микропериода

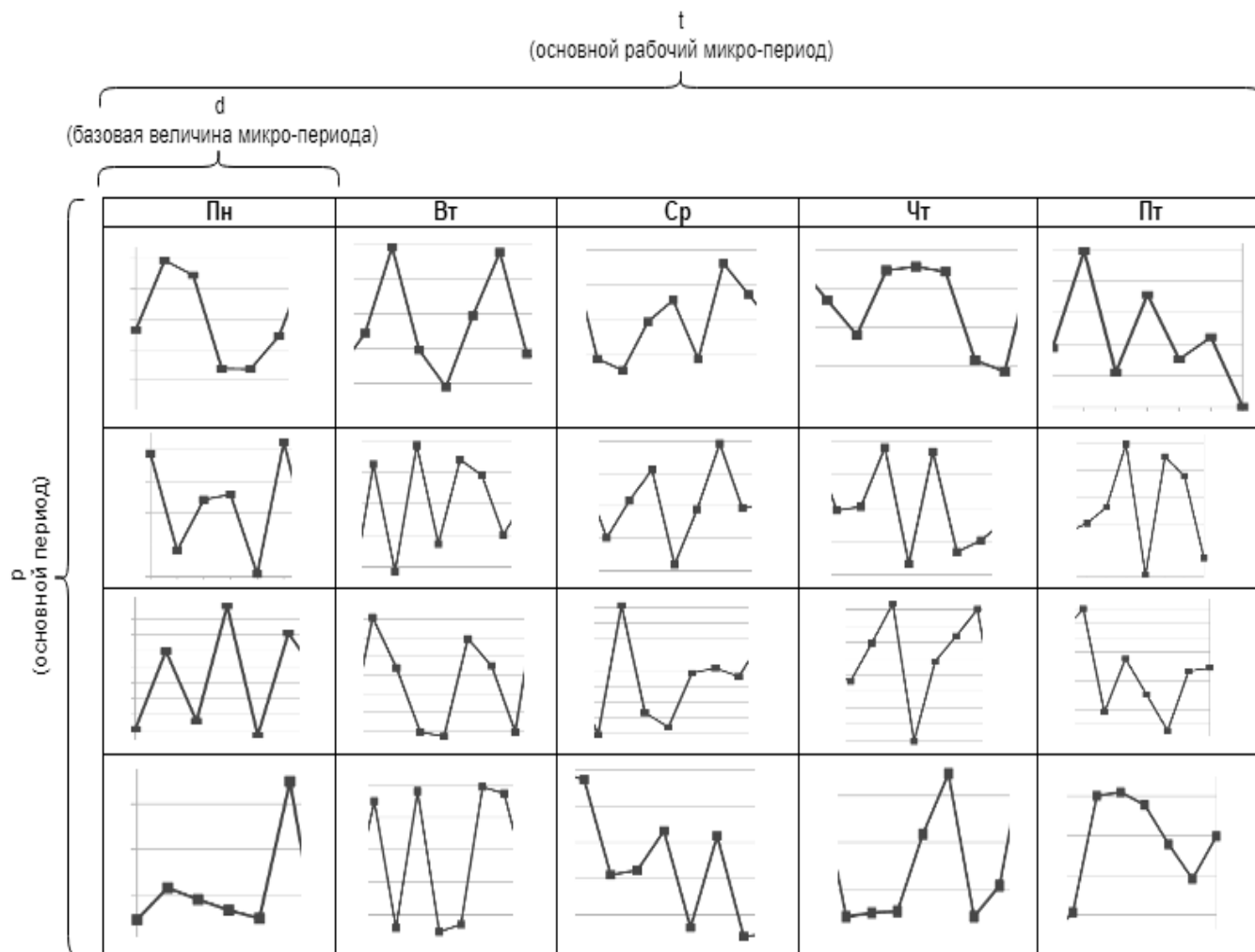


Рис. 5. Результат разделения основного рабочего микропериода на базовую величину микропериода

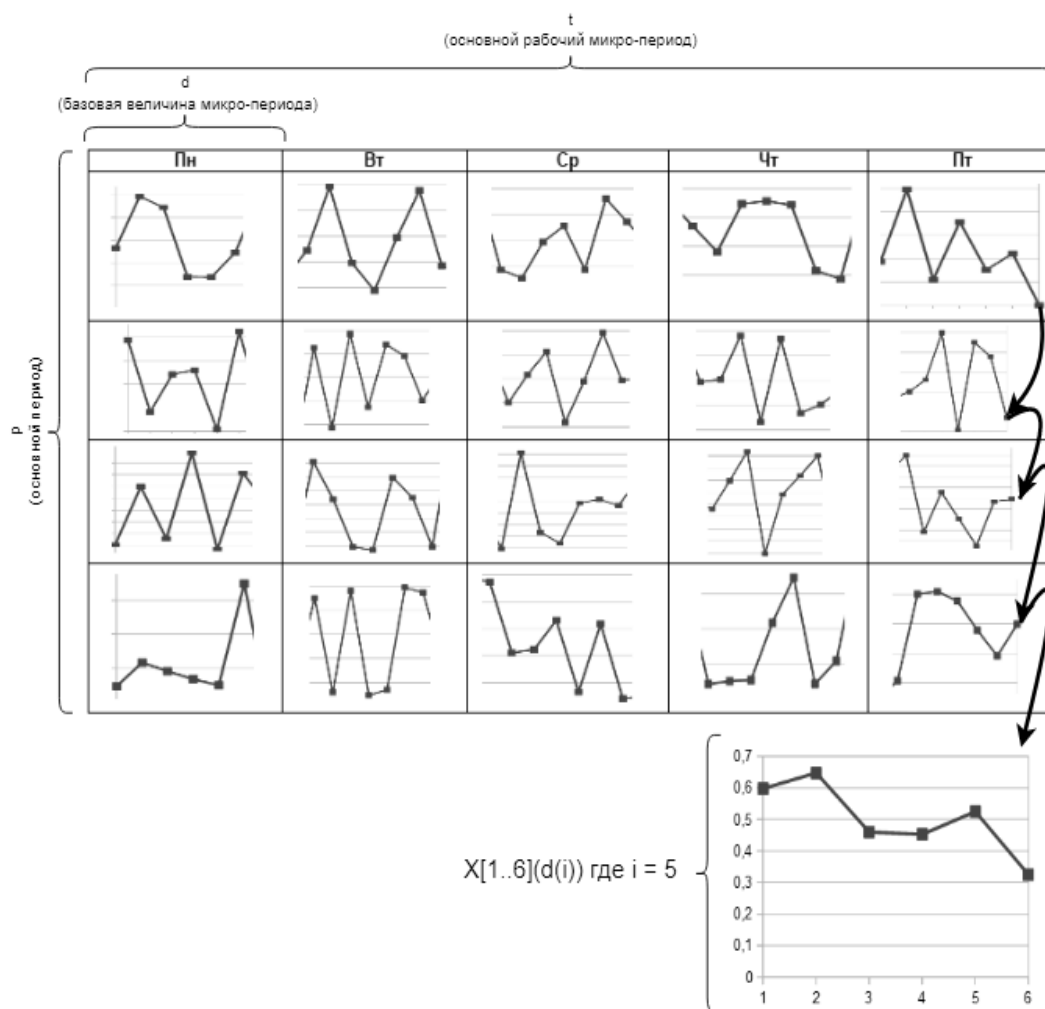


Рис. 6. Схема и средний график по всем значениям всех временных рядов

Получим временной ряд где каждое значение ряда это одна из характеристик трафика равная средней из всех таких же характеристик трафика, которые стоят на одинаковых местах в последовательности  $T(d)$ .

Например, на графике (см. рисунок. 2) показана последовательность трафика  $X$  за один микропериод, где по вертикали значение в Мб, а по горизонтали порядок получения пакетов.

Перейдем из гистограммы в обычный линейный график соединив точки, как представлено на рисунке 3.

Теперь разделим график на наши временные зоны, в качестве основного периода был выбран период одного приведенного рабочего месяца, в качестве микропериода была выбрана одна рабочая неделя, а в качестве базовой величины микропериода был выбран рабочий день.

Соберем всю информацию по всем микропериодам входящих в состав основного периода. Применив выбранное разделение периодов на графике, получим разделение временного ряда на  $d$  базовую величину микропериода. На рисунке 4 представлен пример такого разделения.

Теперь проведя такую же процедуру с остальными  $d$  по выбранным  $t$  получим табличную структуру, представленную на рисунке 5.

Теперь используя формулу 6, построим схему и средний график по всем значениям всех временных рядов. На рисунке 6 отражена схема построения графика.

Таким образом, применяя метод контроля и распределения трафика в системе сбора и анализа информации можно эффективно балансировать нагрузку трафика для уже существующей системы сбора и анализа информации в распределенной вычислительной системе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев, С.А., Алгоритмы оценивания интенсивности сетевого трафика в защищенной мультисервисной сети / Агеев С.А., Зозуля Е.И., Пантюхин О.И.; — Санкт-Петербург: Издательство: Санкт-Петербургский Государственный Университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (Санкт-Петербург) — 2013, — С. 34–39;
2. Алекперов, Р.К., Разработка адаптивной модели для оптимального распределения нагрузки в корпоративных сетях / Алекперов Р.К., Гусейнова А.А.; — Баку: Издательство: ООО «Наука и технологии» — 2012, — С. 17–21;
3. Божалкин, Д.А., Математическое и алгоритмическое обеспечение для анализа характеристик информационных потоков в магистральных интернет-каналах. Диссертация на соискание учёной степени кандидата наук / Божалкин Д.А.; — Екатеринбург: РтФ ФГАУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2020. — 198 с.;
4. Бутурлин, И.А., Модель последовательного выделения радиоресурсов диапазонами фиксированного размера для неоднородного трафика межмашинного взаимодействия в сети LTE / Бутурлин И.А.; — Москва: Издательство: Российский Университет Дружбы Народов (Рудн) (Москва) — 2014, — С. 12–22;
5. Винтенкова, Ю.С., Моделирование и оптимизация распределения трафика в телекоммуникационных сетях. Диссертация на соискание учёной степени доктора наук / Винтенкова Ю.С.; — Казань: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева — КАИ», 2020. — 128 с.;
6. Гадасин, Д.В., Применение модели бэкмена для распределения потоков в сетях с сегментной маршрутизацией / Гадасин Д.В., Пак Е.В.; — Москва: Издательство: Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова — 2020, — С. 18–23;
7. Гойхман, В.Ю., Моделирование и исследование потока сигнального трафика / Гойхман В.Ю., Ермакова Т.В.; — Санкт-Петербург: Издательство: Санкт-Петербургский Государственный Университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (Санкт-Петербург) — 2013, — С. 104–108;
8. Классен, Р.К., Моделирование процессов балансировки нагрузки в глобальных информационных системах / Классен Р.К., Хисамиев Л.Р.; — Казань: Издательство: Издательство Казанского государственного технического университета — 2013, — С. 324–325;
9. Косиков, М.И., Метод динамической балансировки на основе анализа сетевого трафика / Косиков М.И.; — Москва: Издательство: Индивидуальный Предприниматель Зоркин Владимир Анатольевич — 2021, — С. 147–152;
10. Патент 2016612628, Российская Федерация. Traffic Inspector Next Generation / Общество с ограниченной ответственностью «Смарт-Софт»; Заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Смарт-Софт»; Заявл. 23.11.2015; Опубл. 02.03.2016;
11. Патент 2017612422, Российская Федерация. Программа формирования логической структуры программно-конфигурируемой сети, учитывающая разнородность поступающего трафика и использование ресурса операторов связи „sdn flow control“ / Царев М.С., Крюков О.В., Горелик К.С.; Заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «академия федеральной службы охраны российской федерации» (академия ФСО России); Заявл. 26.12.2016; Опубл. 21.02.2017;
12. Патент 2691379, Российская Федерация. Способ прогнозирования нагрузки при распределении трафика между серверами / Ивленьков С.В., Зырянов А.В.; Заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «СДН — Видео»; Заявл. 17.12.2018; Опубл. 13.06.2019.

© Ларионов Константин Олегович (kostya12277@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ И АНАЛИЗА АНОМАЛЬНОГО HTTP-ТРАФИКА С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЕКТОРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ HTTP-ЗАПРОСОВ

## THE METHOD FOR DETECTING AND ANALYZING ANOMALOUS HTTP TRAFFIC USING NATURAL LANGUAGE MODELS AND VECTOR REPRESENTATION OF HTTP REQUESTS

**M. Liashkov  
S. Pchelintsev  
O. Kovaleva**

*Summary.* The paper proposes to use modern unsupervised learning approaches to automatically construct a representation of HTTP requests, and then use it to classify anomalies in traffic. The solution is based on techniques used in natural language processing, such as Doc2Vec, which can potentially achieve a deep understanding of HTTP messages and therefore improve the performance of an intrusion detection system. An important property is the interpretability of such a model. To test how the solution would work in the real world, a RoBERTa language model adapted from natural language processing was trained on normal network traffic, and its ability to detect anomalous traffic that the model had not seen before was measured. The proposed method is evaluated on publicly available data from CSIC2010, CSE-CIC-IDS2018. According to the results obtained, training the model on exceptionally normal network traffic makes it possible to detect anomalous HTTP requests well, this approach also does not require expert markup, and vector representations provide interpretability, the system is able to indicate specific places in a particular HTTP request that it considers anomalous. In most cases, it is easy to remove normal network traffic and it is relatively difficult to remove a sufficient amount of malicious traffic, since systems are not under attack most of the time and either expert time or a configured external system is required to isolate malicious traffic from the entire flow. The paper provides an explanation of the results based on clusters that occur in the space of vectorized queries and a simple logistic regression classifier. A good separation after t-SNE indicates an easy separation of http requests on the specified datasets, and the vector representation of requests makes it possible to receive requests similar in semantics from history.

*Keywords:* anomaly detection, http traffic, language models, model training.

**Ляшков Михаил Андреевич**

Аспирант, Тамбовский государственный  
университет имени Г.Р. Державина  
iwishcoolwork@gmail.com

**Пчелинцев Сергей Юрьевич**

Аспирант, Тамбовский государственный  
университет имени Г.Р. Державина  
veselyrojer@mail.ru

**Ковалева Ольга Александровна**

Д.т.н., доцент, Тамбовский государственный  
университет имени Г.Р. Державина; Тамбовский  
государственный технический университет  
solomina-oa@yandex.ru

*Аннотация.* В работе предлагается использовать современные подходы обучения без учителя для автоматического конструирования представления HTTP-запросов, а затем использовать ее для классификации аномалий в трафике. Решение основано на методах, используемых в обработке естественного языка, таких как Doc2Vec, которые потенциально могут достичь глубокое понимание сообщений HTTP и, следовательно, повысить эффективность системы обнаружения вторжений. Немаловажным свойством является интерпретируемость такой модели. Чтобы проверить, как решение будет работать в реальных условиях, была обучена языковая модель RoBERTa, адаптированная из области обработки естественных языков, на нормальном сетевом трафике, после была измерена ее возможность детектировать аномальный трафик, который модель не видела до этого. Предлагаемый метод оценивается на публично доступных данных CSIC2010, CSE-CIC-IDS2018. Согласно полученным результатам, обучение модели на исключительно нормальном сетевом трафике позволяет хорошо детектировать аномальные HTTP-запросы, также такой подход не требует экспертной разметки и векторные представления дают интерпретируемость, т.е. система способна указать конкретные места в конкретном HTTP-запросе, которые она посчитала аномальными. В большинстве случаев легко снять обычный сетевой трафик и относительно сложно снять достаточное количество вредоносного трафика, так как системы основную часть времени находятся не под атакой и для выделения вредоносного трафика из всего потока требуется либо экспертное время, либо настроенная внешняя система. В работе приводится объяснение результатов на основе кластеров, возникающих в пространстве векторизованных запросов, и простого классификатора логистической регрессии. Хорошее разделение после t-SNE говорит о легком разделении http-запросов на указанных датасетах, а векторное представление запросов дает возможность получать похожие по семантике запросы из истории.

*Ключевые слова:* детекция аномалий, http-трафик, языковые модели, обучение модели.

## Введение

**В** отчете организации OWASP Top Ten атаки путем инъекции являются угрозой номер один в современном Интернете. Но многие другие также очень распространены, такие как межсайтовый скриптинг, подбор паролей или контента, использование неправильных конфигураций сервера. Векторы атак, нацеленных на веб-серверы, естественным образом используют протокол HTTP в качестве транспортного механизма, поэтому крайне важно разработать решения, которые позволили бы не только обнаруживать аномалии в запросах протокола, но и помогать с потенциальным анализом инцидентов.

Когда дело доходит до обнаружения атак в сетевом трафике, есть две возможные стратегии: обнаружение шаблонов или обученные модели (контролируемое или неконтролируемое обнаружение аномалий). В контексте текстовых протоколов, таких как HTTP, сопоставление шаблонов основано на экспертных знаниях и наборах правил (шаблонов), совпадение которых указывает на атаку. Например, если документ содержит несколько символов, закодированных в процентах, это может означать, что кто-то пытается обойти входную очистку. На этом принципе построен известный инструмент Snort (как минимум, частично).

При обучении моделей наиболее важной задачей является построение признаков. За прошедшие годы было разработано множество методов векторизации текста или изучения признаков, включая простые, такие как набор слов, tf-idf или пакет n-грамм; и более продвинутые, такие как Doc2Vec, fastText, ELMo или BERT. Некоторые из них уже успешно используются для решения проблемы обнаружения аномалий в HTTP-трафике.

Торрано-Хименес и др. [1] предложили решение, сочетающее экспертные знания с построением признаков n-грамм. Они также используют несколько алгоритмов дерева решений в качестве классификаторов. В [2] авторы предлагают комбинацию tfidf и word2vec для генерации векторов, а затем применяют повышение градиента для их классификации. Вартуни и др. [3] предложили другую модель, основанную на n-граммах, которая также использует нейронную сеть автоэнкодера для дальнейшего уменьшения размерности данных. По аналогичному принципу авторы в работе [4] разработали решение на основе метода Doc2Vec.

В некоторых работах вместо того, чтобы сначала генерировать векторы, а затем использовать их в классификации, представлен подход глубокого обучения, который на выходе определяет тип метки. Другими словами, они полностью контролируются и нуждаются в метках

для установки весов в скрытых слоях. К таким методам относятся, среди прочего, [5] (глубокая нейронная сеть на основе слоев LSTM и CNN) и [6] (сочетает промежуточные векторы, полученные из модели CNN, LSTM и MRN).

В этой работе представлен метод, который позволяет получить векторное пространство для классификации в режиме без учителя. Мы считаем, что этот подход больше подходит для реальных сценариев, поскольку он не требует какой-либо маркировки (векторы по-прежнему могут быть классифицированы любым алгоритмом обнаружения отклонений). Более того, было решено обучать модель только на обычном трафике, чтобы проверить, сможет ли используемый классификатор обнаруживать аномалии. Главная цель состояла в том, чтобы создать хорошо работающее пространство HTTP-запросов (точки хорошо разделены и не требуют больших усилий для классификации) и показать, как полученное пространство может быть использовано экспертом в качестве инструмента для анализа трафика.

Основная идея разработанного метода заключается в использовании модели RoBERTa [7] для получения векторных представлений HTTP-запросов. Демонстрируется, что, используя это представление, мы можем достичь современного уровня производительности в задаче контролируемого обнаружения аномальных HTTP-запросов и как векторные представления можно использовать для анализа HTTP-трафика и определения интерпретируемых шаблонов токенов, характерных для аномалий, обнаруженных в HTTP-трафике. Стоит отметить, что интерпретируемость результатов является важной и уникальной характеристикой предлагаемого метода. Наконец, показывается, что, используя предложенные векторные представления, мы можем группировать и визуализировать шаблоны в HTTP-трафике. Были выполнены эксперименты с использованием эталонных наборов данных CSIC2010, CSE-CIC-IDS2018.

## Обзор релевантных исследований

Анализ HTTP-запроса можно представить как задачу обработки естественного языка. Очень многое зависит от выбора языковой модели, которая позволила бы получить векторное пространство. В этой работе было решено использовать модель RoBERTa [8] (подробно описанную в следующем разделе), так как это современное решение для множества последующих задач обработки естественных языков. Модель не только решает проблему отсутствия предопределенного словарного запаса (OOV), но также, благодаря механизму самоконтроля, лучше кодирует токены с учетом их контекста (например, представьте, сколько вещей может быть представлено токеном «/» в HTTP-запросе).

Наиболее близкие к нашему исследованию работы, использующие набор данных CSIC2010, который также исследуется в работах [9, 10], и фокусирующиеся на представлении обучения без учителя. К сожалению, большинство из них по-разному определяют свои эксперименты, поскольку используют аномальный трафик в процессе генерации векторов.

Работа [4] является схожей по базовой идее, в основе которой метод векторизации Doc2Vec. HTTP-трафик обрабатывается моделью Doc2Vec в векторной форме, которая затем позволяет определить является ли трафик аномальным или нормальным. Модель Doc2Vec обучается на всем наборе CSIC2010 (как нормальный, так и аномальный трафик — комбинированные обучающие и тестовые наборы). HTTP-запросы модифицируются для представления первой строки этого запроса и группируются по 10 в «документы». Таким образом, каждый документ представляет либо 10 нормальных, либо 10 аномальных запросов. Классификация выполняется ансамблем классификаторов, обученных на данных, что составляет 70% от общего объема данных, и проверенных на тестовых данных, которые представляют оставшиеся 30%.

В работе [3] HTTP-запросы показаны в виде биграмм в словаре из 80 символов ASCII. Это дало 2572 функции, представляющие HTTP-запрос. Модель автоэнкодера использовалась для изучения представления классификатора. Алгоритм Isolation Forest использовался для определения связи данного HTTP-запроса в полученном векторном пространстве с нормальным или аномальным трафиком.

Авторы в работе [11] рассматривают полностью обучение с учителем. Нейронная архитектура LSTM-CNN используется для классификации HTTP-трафика. Сначала рекуррентная сеть LSTM обрабатывает HTTP-запрос на основе блочных признаков, затем выбранные состояния сети LSTM подаются в сверточную сеть, которая после обработки векторов передает их на выход в виде сети MLP. Далее происходит распределение HTTP-запроса в один из двух классов. Авторы метода сообщают об очень хороших результатах не только для коллекции CSIC2010, но и для коллекций CICIDS2017 и ISCX 2012, содержащих разные типы атак.

В исследовании [6] есть описание системы обнаружения веб-атак, основанной на ансамбле классификаторов и методов представления векторов из области естественной обработки языка. Эта система сначала токенизирует текст на основе подготовленного вручную словаря, содержащего маркеры, характерные для сетевого трафика. Результирующие текстовые представления векторизуются параллельно с использованием

нейронных моделей на основе рекуррентных и сверточных сетей. Затем для них выполняется всесторонняя проверка, которая возвращает вектор оценки, определяющий выходную уверенность векторов в отношении их взаимного различия. Полученный вектор и векторы из нейронных моделей поступают в ансамбль классификаторов, который оценивает, является ли HTTP-запрос обычным трафиком или атакой. Метод апробирован на коллекции CSIC2010 и собственных коллекциях. К сожалению, нет информации о том, как именно производилось обучение модели.

Было решено воспроизвести работу [12] из-за схожести идеи. Авторы статьи разработали сверточный автоэнкодер, который учится реконструировать HTTP-сообщение, преобразованное в символично-двоичное изображение. CAE (convolutional autoencoder) состоит из последовательных сверточных слоев, из которых основную часть составляют слои, основанные на архитектуре Inception-ResNet-v2. CAE включает в себя часть декодирования, выполненную в виде инвертированного кодера. Входными данными сети являются символично-бинарные изображения, полученные преобразованием текста в матрицу вхождений символов из словаря (68 значений) в заданной позиции на протяжении всего HTTP-сообщения. Сеть учится воспроизводить такое представление только на обычных HTTP-сообщениях без аномалий и с критерием обучения бинарная кросс-энтропия. Предполагается, что обнаружение аномалий основано на отображении различий в реконструированном представлении в предположении, что сообщения HTTP, содержащие аномалии, будут иметь различное значение BCV (binary cross varentropy).

При воспроизведении этого решения пришлось преодолеть некоторые проблемы. В случае слоев основы в кодировщике и декодере нами скорректирован слой свертки из-за несоответствия размера и исправить слой свертки в модуле Reduction-B. Также в некоторых местах был настроен размер окна отступов, из-за отсутствия описания этих значений.

### Предлагаемое решение

Предлагаемое решение состоит из описания методов токенизации, выбранной языковой модели, классификации, визуализации.

Кодирование пар байтов (BPE) — это метод сжатия, при котором наиболее распространенные пары байтов в данных заменяются байтом, не встречающимся в этих данных. BPE был перенесен в область обработки естественного языка как метод токенизации текста [13]. Основное внимание уделяется группированию наиболее часто встречающихся строк символов в учебном

корпусе. Метод начинается на уровне, где один символ представляет собой одиночный токен, сначала группируя пары символов, затем триплеты и так далее, пока не будет создан словарь, содержащий заданное для модели количество токенов. Методом расширения BPE является кодирование пар байтов на уровне байтов (BBPE) [14], которое основано на словаре байтов, а не символов. Это позволяет словарю оставаться небольшим, но при этом распознавать множество различных форм.

Метод основан на векторизации с использованием модели RoBERTa [8], которая, в свою очередь, основана на модели BERT [2]. BERT — это языковая модель, построенная на архитектуре Transformer. Она использует механизм внимания и позволяет последовательно обрабатывать данные, учитывая информацию о позиции токена в последовательности без использования рекурсии. Ключевым элементом BERT является включение двустороннего контекста для каждого токена обрабатываемой последовательности. Стандартная архитектура Transformer различает части кодера и декодера. Однако в случае BERT нас в основном интересует вывод кодировщика. В отличие от стандартных методов обработки последовательности, архитектура Transformer обрабатывает все токены одновременно, а не только в выбранном направлении. На вход метода подается последовательность токенов, которые сначала встраиваются в векторное пространство, а затем обрабатываются нейронной моделью. Процесс обучения модели BERT основан на двух методах: модели маскированного языка (MLM) и прогнозировании следующего предложения (NSP).

Для задач, описанных в нашей статье, токенизатор основан на BBPE и обучается на всем наборе данных, содержащем как нормальный, так и аномальный трафик. Это позволяет нам создать достаточно точный токенизатор и избежать ошибки смещения метода обнаружения аномалий за счет обнаружения большого количества коротких токенов после токенизации, что не обязательно будет означать аномальный трафик в реальности. Используемая нами реализация основана на решении, предоставленном HuggingFace Transformers [14]. Выход нашего токенизатора — это вход модели RoBERTa.

В этой работе были использованы следующие три алгоритма, они дают хорошее представление о том, как выглядит пространство встраивания: 1) логистическая регрессия, 2) случайный лес, 3) машина опорных векторов с линейным ядром. В наших экспериментах мы использовали реализации Scikit-learn [15] с большинством параметров, оставленными по умолчанию. При этом увеличили максимальное количество итераций в алгоритме случайного леса до 500.

При визуализации полученных вложений на двумерной плоскости был использован метод t-SNE [16] для уменьшения размерности. Считается, что этот метод сохраняет глобальную структуру лучше, чем классическое многомерное масштабирование [17], потому что он сохраняет сходство между точками, определенными как нормализованные гауссовы. Поэтому он использует евклидово расстояние в исходном пространстве. Сходства в низкоразмерном пространстве моделируются нормализованным распределением Стьюдента-t. Метод t-SNE минимизирует расхождение Кульбака-Лейблера между сходствами в обоих пространствах в отношении расположения точек в низкоразмерном пространстве.

## Эксперименты

Каждый используемый нами набор данных был разделен на две части: часть обучения (обычные запросы, используемые только для обучения представлению) и часть вывода (обычный и аномальный трафик, закодированный с помощью модели и используемый для классификации).

Набор данных HTTP CSIC2010 [2] является набором данных, наиболее часто используемым в подобных задачах, поскольку он содержит готовые к использованию текстовые файлы с HTTP-запросами. Набор данных включает такие атаки, как внедрение SQL, переполнение буфера, сбор информации, раскрытие файлов, внедрение CRLF, XSS и несколько других атак. Авторы генерировали трафик, ориентируясь на одно веб-приложение электронной коммерции, что делает его идеальным для использования в нашем подходе. Из-за необходимости обнаруживать атаки с внедрением CRLF, мы решили кодировать символы CR (возврат каретки) и LF (перевод строки) как литеральные строки «\r» и «\n».

CSE-CIC-IDS2018 [18] — это хорошо известный набор данных, разработанный Канадским институтом кибербезопасности. Несмотря на отличное качество, он не был предназначен для решения проблемы, обсуждаемой в этой статье. К счастью, он содержит несколько веб-атак, таких как «Brute Force — Web», «Brute Force — XSS» и «SQL Injection», которые мы извлекли из перехваченных пакетов (за 23 февраля 2018 г.). Этот набор данных отличается от других тем, что запросы обычного трафика направляются многим веб-приложениям. Для создания аномального трафика авторы использовали приложение DVWA 3, размещенное на одном компьютере. Это заставило нас внести небольшие изменения в запросы, чтобы избежать ложных корреляций:

1. Каждое поле «Хост» в запросах всегда указывало на один IP-адрес. Было решено случайным образом изменить это на любой адрес, который был в обычном наборе данных.

Таблица 1. Сравнение производительности предложенного метода векторизации (на основе RoBERTa) и CAE с использованием нескольких алгоритмов классификации. Все результаты получены из стратегии стратифицированной перекрестной проверки (k-fold) с  $k = 5$ .

Датасет	Метод	FPR90	FPR99	F1	MCC
CSIS2010	LR	0.017	0.075	0.951	0.916
	SVM	0.003	0.042	0.969	0.948
	RF	0.010	0.070	0.959	0.930
CSE-CIC-IDS 2018	LR	0.000	0.000	0.999	0.998
	SVM	0.000	0.000	0.999	0.998
	RF	0.000	0.000	0.999	0.998

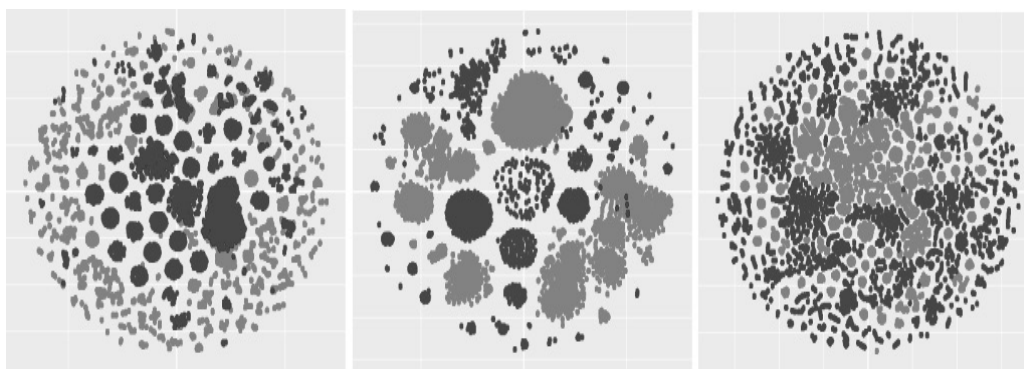


Рис. 1. Пространство векторизованных запросов уменьшено до 2D с помощью t-SNE. Серый цвет обозначает аномальный трафик.

2. Каждый URI в запросе всегда начинался с одной из следующих строк: «/DVWA/vulnerabilities/xss», «DVWA/dvwa», «/DVWA». Такие URI были удалены.
3. Каждый аномальный запрос содержал заголовок «Upgrade-Insecure-Requests», который также был удален.

Кроме того, обычный трафик не всегда содержал текстовые полезные нагрузки, поэтому мы удалили те, которые не соответствовали правильному «Content-Type» (например, «application/json»).

Для сравнения с другими подходами мы выбрали несколько работ, использующих набор данных CSIC2010, которые были описаны более подробно выше.

Вартуни и др. [3] провели эксперименты, аналогичные нашим, хотя они использовали только подмножество набора данных CSIC2010. Их решение не совсем обучение без учителя, поскольку они решили использовать алгоритм Isolation Forest для классификации. В статье сообщается о 84,12% оценки F1, что является

минимумом того, что интересно для рассмотрения (т.к. методы классификации без учителя, как правило, работают хуже, чем с учителем).

Лю и др. [11] достигли 99,12% TPR и 0,22% FPR (FPR99 = 0,22%). Их решение основано на парадигме обучения с учителем, поэтому мы, вероятно, получим немного худшие результаты. Однако стоит отметить, что их набор тестов меньше и более несбалансирован, чем наш — теоретически это могло привести к небольшому завышению результатов (особенно TPR).

Здесь также уместно упомянуть статью [4], авторы которой представляют наиболее близкий подход. Его авторы представили результаты, близкие к идеальному классификатору, но также сделали некоторые предположения, которые видятся сомнительными. Во-первых, языковая модель (Doc2Vec) обучается на всем наборе данных (для обучения и вывода используются одни и те же образцы). Во-вторых, они объединили десять разных образцов в один документ, что значительно упрощает решение задачи. Как правило, использование

```

GET http://localhost:8080/tienda1/publico/caracteristicas.jsp?id=%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT
+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25 HTTP/1.1\r\n
Pragma: no-cache\r\n
Cache-control: no-cache\r\n
Accept: text/xml,application/xml,application/xhtml+xml,text/html;q=0.9,text/plain;q=0.8,image/png,*/*;q=0.5\r\n
Accept-Encoding: x-gzip, x-deflate, gzip, deflate\r\n
Accept-Charset: utf-8, utf-8;q=0.5, *;q=0.5\r\n
Accept-Language: en\r\n
Host: localhost:8080\r\n
Connection: close\r\n
\r\n
\r\n

```

Рис. 2. Случайный аномальный запрос из CSIC2010, выделен аномальный трафик

Doc2Vec в качестве языковой модели — неплохая идея, но доказано, что RoBERTa лучше справляется с несколькими последующими задачами языковой обработки. Более того, Doc2Vec не решает проблему отсутствия словарного запаса. После создания векторов мы использовали их для обучения трех разных классификаторов.

Результаты для набора данных CSIC2010 показывают, что нам легко удалось превзойти наши базовые требования. Лучшим классификатором оказался SVM с F1-Score 96,9%. По сравнению с результатами, которые были приняты выше за идеальные, мы получили FPR99 = 4,2%, что намного хуже, чем в [11]. Полагаем, что это в основном связано с различным использованием данных.

Результаты для набора данных CSE-CIS-IDS2018 показывают, что мы получили идеальный классификатор. Это означает, что либо набор данных действительно просто классифицировать, либо мы допустили некоторые ошибки при обработке данных.

Полученные в результате применения нашего подхода данные приведены в таблице 1.

Результаты работы t-SNE представлены на рисунке 1.

Визуализации на рисунке 1 показывают, что классы хорошо разделены даже в более низком пространстве. Это показывает, что похожие HTTP-запросы на самом деле сгруппированы вместе, и дает возможность исследовать окрестности любой выборки. В табл. 2 показаны несколько  $n$ -х ближайших (по евклидову расстоянию) отсчетов к заданному в первой строке. Как видно, атаки SQL Injection на самом деле близки друг к другу. Интересно, что дальше по соседству с образцом находятся другие виды инъекций — команды операционной системы. Мы считаем, что этот подход может быть использован экспертом для выявления подобных попыток атаки и, следовательно, для помощи в анализе после инциден-

та. На рисунке 2 представлен случайный аномальный запрос.

Чтобы понять, какие особенности запросов доказывают их аномальность, мы сначала сгенерировали список токенов, а затем набор документов, которые были основаны на исходном, но из каждого из них было удалено по одному токену. Затем мы сгенерировали векторы для набора и классифицировали их с помощью LR. Когда образец без данного токена приближается к гиперплоскости, это означает, что токен был релевантен классу, определенному плоскостью. Мы собрали все расстояния для каждого документа в наборе, а затем нормализовали их, используя масштабирование минимум-максимум. Окончательная оценка представляет собой разницу полученного расстояния от среднего значения. Интенсивность цвета на 3 и 4 представляет эти баллы для каждого маркера (мы окрашивали только маркеры, положительно коррелирующие с аномалиями).

В таблице 2 представлены 24 основных функции для двух наборов данных (сумма по 50 различным документам).

Для CSIC2010 мы решили создать таблицу (см. таблицу 3) для окрестности выборки, упомянутой в таблице 2. Интересно, что токен «\» в целом имеет наивысший балл. Это связано с внедрением CRLF (токены с отрицательной корреляцией должны сбалансировать эту функцию). Остальная часть таблицы показывает токены, тесно связанные с SQL-инъекциями.

В случае датасета CSE-CIS-IDS2018 было взято 50 случайных выборок, чтобы определить, почему набор данных так легко классифицировать. Как вы можете видеть, «Accept» и «Accept-Encoding» тесно связаны с подмножеством аномалий. Это означает, что эти две линии появляются почти в каждом образце практически в неизменном виде (это очень сильная особенность). Именно поэтому мы получили такие отличные результаты. У нас

Таблица 2. Топ 24 особенностей аномального трафика для датасета CSE-CIS-IDS2018 и CSIC2010

CSE-CIS-IDS2018				CSIC2010			
токен	оценка	токен	оценка	токен	оценка	токен	оценка
-	18.56	html	5.29	\	203.38	5	17.20
/	16.33	xhtml	5.24	r	174.68	3	17.10
Accept	14.32	;	5.09	+	68.24	LIKE	12.28
:	11.41	+	4.81	%	41.09	+%	11.69
xml	10.74	0	4.15	.	36.05	datos	11.58
,	9.55	text	3.19	=	32.34	+*+	11.28
Encoding	9.13	9	2.59	/	31.32	FROM	11.14
deflate	7.78	=	2.30	n	28.86	TABLE	11.09
.	7.50	8	2.13	1	23.78	WHERE	11.04
gzip	7.42	GET	2.11	B	22.58	DROP	10.57
application	7.19	login	1.94	27	17.75	&	10.54
q	6.85	php	1.43	0	17.30	SELECT	10.21

Таблица 3. Пример поиска N-го ближайшего сэмпла запроса к заданному (образец 0)

N	Строка
0	/vaciar.jsp? B2=Vaciar+carrito%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25
1	/vaciar.jsp? B2=Vaciar+carrito%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25
5	/vaciar.jsp? B2=Vaciar+carrito%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25
10	/vaciar.jsp? B2=%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25
15	/entrar.jsp?errorMsg=%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25
25	/entrar.jsp?errorMsg=Credenciales+incorrectas%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25
50	/anadir.jsp?id=2&nombre=Jam%F3n+lb%E9rico&precio=85&cantidad=%27%3B+DROP+TABLE+usuarios%3B+SELECT+*+FROM+datos+WHERE+nombre+LIKE+%27%25&B1=A%F1adir+al+carrito
100	/anadir.jsp?id=3&nombre=Queso+Manchego&precio=39&cantidad=86&B1=%3C%21—%23exec+cmd%3D%22rm+rf+%2F%3Bcat+%2Fetc%2Fpasswd%22+—%3E
200	/anadir.jsp?id=2&nombre=Queso+Manchego&precio=85&cantidad=86%22%3E%3C%21—%23EXEC+cmd%3D%22dir+%22—%3E%3C&B1=A%F1adir+al+carrito

была аналогичная проблема с CSIC2010. Оказалось, что каждый аномальный запрос заканчивался символом «\n», а не «\r\n».

### Заключение

Был предложен метод анализа аномального HTTP-трафика, использующий векторные представления HTTP-запросов на основе модели RoBERTa — современного метода представления текста. Используя эти представления, возможно различать нормальные и аномальные HTTP-пакеты. Была показана эффективность представлений в парадигме обучения с учителем с использованием наборов данных CSIC2010 и CSE-CIC-IDS2018. Было продемонстрировано, что эти модели обобщаются на новые данные, поскольку они успешно обнаружили аномалии на отложенных данных.

Важной характеристикой предлагаемого метода является то, что векторные представления позволяют нам анализировать аномальные HTTP-запросы с точки зрения интерпретируемых подмножеств токенов/признаков. Было показано, как получить такие информативные шаблоны.

В дополнение к этому хочется отметить, что векторизованные HTTP-запросы имеют тенденцию группироваться в четкие, непересекающиеся кластеры похожих, нормальных или аномальных запросов. Данное исследование использовало только данные, собранные в формате pcap с помощью регистратора сетевого трафика. Мы не использовали доступ к HTTP-серверу и журналы ошибок. Журналы ошибок и логи доступа веб-серверов можно легко сопоставить с проанализированными данными и даже использовать для автоматической класси-

фикации атак, что формирует еще одно направление для дальнейшей работы.

Среди ограничений текущей работы следует отметить следующие. Размер языковой модели относительно большой (размерность векторного представления около 3000), что влияет на время обучения и вывода (процесс обучения для набора данных CSIC2010 занял около 7 часов с использованием двух графических процессоров RTX 2080Ti). Необходимы дальнейшие исследования, чтобы уменьшить размер языковой модели, уменьшить размерность векторного представления, и чтобы упростить последующий анализ.

В этой работе мы использовали методы обучения с учителем для обнаружения аномалий HTTP. Этот подход требует, чтобы аннотированный набор данных был доступен для обучения модели (что может быть дорого размечать), и позволяет нам обнаруживать только те типы атак, которые известны в обучающих данных. Эти ограничения можно смягчить, используя неконтролируемые (без учителя) методы обнаружения аномалий. Хорошая разделимость на t-SNE показывает, что это может быть эффективно при использовании векторных представлений.

Наконец, явное ограничение этой и подобных работ связано с ограниченной доступностью современных репрезентативных наборов данных о сетевом трафике. Большая часть исследований основана только на одном наборе данных CSIC2010 и других самостоятельно подготовленных данных (собранных вручную, не опубликованных и не извлеченных из pcap). Качество таких наборов данных трудно определить, и оно может быть сомнительным, что влияет на качество/обобщение моделей трафика.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Carmen Torrano-Gimenez, Hai Thanh Nguyen, Gonzalo Alvarez, and Katrin Franke. Combining expert knowledge with automatic feature extraction for reliable web attack detection. *Security and Communication Networks*, 8(16):2750–2767, 2015.
2. Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805, 2018.
3. Ali Moradi Vartouni, Saeed Sedighian Kashi, and Mohammad Teshnehlab. An anomaly detection method to detect web attacks using stacked auto-encoder. In 2018 6th Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems (CFIS), pages 131–134. IEEE, 2018.
4. Saikat Das, Mohammad Ashrafuzzaman, Frederick T Sheldon, and Sajjan Shiva. Network intrusion detection using natural language processing and ensemble machine learning. In 2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), pages 829–835. IEEE, 2020.
5. Carmen Torrano Giménez, Alejandro Pérez Villegas, and Gonzalo Álvarez Marañón. HTTP data set CSIC2010. Information Security Institute of CSIC (Spanish Research National Council), 2010.
6. Chaochao Luo, Zhiyuan Tan, Geyong Min, Jie Gan, Wei Shi, and Zhihong Tian. A novel web attack detection system for internet of things via ensemble classification. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2020.
7. Jieliang Li, Hao Zhang, and Zhiqiang Wei. The weighted word2vec paragraph vectors for anomaly detection over http traffic. *IEEE Access*, 8:141787–141798, 2020.
8. Yinhan Liu, Myle Ott, Naman Goyal, Jingfei Du, Mandar Joshi, Danqi Chen, Omer Levy, Mike Lewis, Luke Zettlemoyer, and Veselin Stoyanov. Roberta: A robustly optimized bert pretraining approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692, DBLP: journals/corr/abs-1907-11692, 2019.



9. Ляшков М.А., Арзамасцев А.А. Применение сетей долгой краткосрочной памяти при обнаружении аномалий в HTTP-трафике // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: межд. конф. (Оренбург, 20 октября 2018). Уфа. Изд-во АЭТЕРНА, 2018. С. 17–20.
10. Ляшков М.А., Арзамасцев А.А. Разработка методов автоматической настройки системы обнаружения вторжений // EurasiaScience: сборник статей XXVII международной научно-практической конференции (Москва, 15 февраля 2020). Москва. Изд-во «Научно-издательский центр Актуальность.РФ», 2020. С. 80–81.
11. Jiaxin Liu, Xucheng Song, Yingjie Zhou, Xi Peng, Yanru Zhang, Pei Liu, and Dapeng Wu. Deep anomaly detection in packet payload. arXiv preprint arXiv:1912.02549, 2019.
12. Seungyoung Park, Myungjin Kim, and Seokwoo Lee. Anomaly detection for HTTP using convolutional autoencoders. IEEE Access, 6:70884–70901, 2018.
13. Rico Sennrich, Barry Haddow, and Alexandra Birch. Neural machine translation of rare words with subword units. arXiv preprint arXiv:1508.07909, DOI: 10.18653/v1/P16–1162, 2015.
14. Changhan Wang, Kyunghyun Cho, and Jiatao Gu. Neural machine translation with byte-level subwords. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, volume 34, pages 9154–9160, 2020.
15. F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. Vanderplas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, and E. Duchesnay. Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12:2825–2830, 2011.
16. Laurens Van der Maaten and Geoffrey Hinton. Visualizing data using t-sne. Journal of machine learning research, 9(11), 2008.
17. Ingwer Borg, Patrick J.F. Groenen, and Patrick Mair. Applied Multidimensional Scaling and Unfolding. Springer Publishing Company, Incorporated, 2nd edition, 2018. ISBN3319734709, 9783319734705.
18. Iman Sharafaldin, Arash Habibi Lashkari, and Ali A Ghorbani. Toward generating a new intrusion detection dataset and intrusion traffic characterization. In ICISSp, pages 108–116, 2018.

© Ляшков Михаил Андреевич (iwishcoolwork@gmail.com),

Пчелинцев Сергей Юрьевич (veselyrojer@mail.ru), Ковалева Ольга Александровна (solomina-oa@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СУЩНОСТИ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

### METHODOLOGICAL APPROACH TO ESSENCE DETERMINATION AND ASSESSMENT EFFICIENCY

**A. Popov  
M. Tikhonov  
O. Shikula**

*Summary.* The proposed article considers various approaches to the interpretation of the concept of «efficiency» as a scientific category. At the same time, the problem is revealed, indicating a very ambiguous perception of this term by the scientific community. In the semantic aspect, efficiency is currently interpreted too broadly and has many definitions that often contradict each other. The lack of a clear understanding of the essence of the term under consideration does not allow us to develop an acceptable, from the point of view of its objectivity, scientific and methodological apparatus for evaluating the effectiveness of various types of activities of business organizations, other objects and processes under study. This article presents one of the many approaches to determining the essence and methodology of performance assessment. In particular, the concept of «efficiency» is proposed to be considered both in a broad and in a narrow sense, which will allow us to objectively perceive the semantic content of this term. In addition, the author has developed distinctive features of understanding the essence of efficiency, which allow forming a certain methodological approach to its quantitative assessment. The article also presents criteria and simplified examples that allow us to understand the essence of the effectiveness assessment as such. The article can serve as a starting point for resuming the discussion on the further resolution of the problem under consideration.

*Keywords:* the concept of efficiency, signs of efficiency, methodology for evaluating efficiency.

**Попов Александр Александрович**

*К.воен.н., профессор, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

**Тихонов Мартин Робертович**

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»  
kurotenshi91@yandex.ru*

**Шикла Ольга Сергеевна**

*Старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»  
oshik78@mail.ru*

*Аннотация.* В предлагаемой статье рассмотрены различные подходы к интерпретации понятия «эффективность» как к научной категории. При этом вскрыта проблема, свидетельствующая о весьма неоднозначном восприятии данного термина научным сообществом. В семантическом аспекте эффективность в настоящее время трактуется слишком широко и имеет множество дефиниций, часто противоречащих друг другу. Отсутствие чёткого понимания сущности рассматриваемого термина не позволяет разработать приемлемый, с точки зрения его объективности, научно-методический аппарат для оценки эффективности различных видов деятельности деловых организаций, иных исследуемых объектов и процессов. В данной статье представлен один из многочисленных подходов к определению сущности и методологии оценки эффективности. В частности, понятие «эффективность» предлагается рассматривать как в широком, так и в узком смысле, что позволит предметно воспринимать смысловое содержание этого термина. Кроме того, автором разработаны отличительные признаки понимания сущности эффективности, позволяющие сформировать определённый методологический подход к количественной её оценке. В статье также представлены критерии и упрощённые примеры, позволяющие уяснить сущность оценки эффективности, как таковой. Статья может послужить отправной точкой для возобновления дискуссии по дальнейшему разрешению рассматриваемой проблемы.

*Ключевые слова:* понятие эффективности, признаки эффективности, методология оценки эффективности.

**П**онятие «эффективность» как научная категория, а также существующий научно-методический аппарат для её оценки научным сообществом до настоящего времени воспринимается далеко неоднозначно и вызывает множество споров. При этом эффективность часто отождествляется с результативностью, рентабельностью, производительностью, коэффициентом полезного действия, плодотворностью, продуктивностью, экономичностью, отдачей и т.д.

Абстрагируясь от конкретики, можно, конечно, согласиться, что приведённые тождества в той или иной мере характеризуют уровень результативности каких-либо процессов или произведённых действий. Однако, что делать, если мы количественно хотим измерить эту самую эффективность? В данной ситуации в современной научно-методической литературе можно встретить абсолютно полярные суждения, которые некоторым образом нивелируют суть рассматриваемого понятия.

Например, по мнению Г. Эмерсона, эффективность можно представить максимально выгодным соотношением между затратами и экономическими результатами [1]. Однако прямое сравнение затрат с полученными результатами приводит к мысли о том, что, чем меньше эффективность, тем результативнее оцениваемое действие (процесс). Но с точки зрения логики — это нонсенс.

В противоположность этому, А.П. Егоршин определяет эффективность как систему показателей, отражающих эффект, выраженный через соотношение результата к затратам на его достижение [2]. При таком подходе, действительно, можно утверждать, что чем больше соотношение результат/затраты, тем выше эффективность. Тем не менее, как на основе этого объективно сравнить между собой два успешно функционирующих предприятия, но представленных в различных сферах деятельности, например, предприятие, относящееся к отрасли машиностроения, и торговую организацию.

Очевидно, что при таком подсчёте эффективность торговой организации в большинстве случаев будет преобладать над эффективностью машиностроительной компании, так как среднеотраслевые затраты в различных отраслях существенно разнятся между собой (торговля требует меньше затрат на её организацию и функционирование, чем промышленность). Поэтому использование такого подхода для оценки результативности не всегда приемлемо, а, следовательно, и не вполне корректно.

Э.М. Коротков рассматривает данный термин как степень достижения каких-либо целей [3]. Справедливость такого определения можно признать лишь с некоторой долей условности, так как запланированные цели не всегда соответствуют потенциальным возможностям той или иной организации. В частности, если рассматриваемый субъект хозяйственной деятельности запланировал достижение слишком скромных целей, которые не требуют приложения особых усилий, а впоследствии успешно их достиг или даже превзошёл (например, в два раза превысил плановую прибыль), то это вовсе не свидетельствует о сверхвысокой результативности его деятельности. На самом деле, можно сделать вывод о некорректности сформулированных целей, которые не учитывают потенциальные возможности данной организации.

Общепризнанные сторонники современного процессного подхода к менеджменту, М. Мескон, Ф. Хедоури и М. Альберт под эффективностью подразумевают внутреннюю экономичность, отражающую уровень оптимальности использования имеющихся ресурсов [4]. Данная формулировка, хотя и не раскрывает сущность внутренней экономичности, но, тем не менее, чётко ука-

зывает на степень оптимальности (по отношению к потенциалу) ресурсов организации при определении её эффективности.

П. Дракер определяет рассматриваемую дефиницию как выбор правильных целей, на реализацию которых должен быть направлен весь потенциал организации [5]. При этом под «правильными» целями понимаются, прежде всего, объективно обоснованные (оптимальные) цели, которых может и должна достичь конкретная организация.

И.И. Мазур и З.П. Румянцева определяют эффективность двояко: или в виде соотношения результатов и затрат, или как степень достижения намеченных целей [5]. Безукоризненность такого подхода к определению понятия «эффективность» была рассмотрена нами на предыдущих примерах.

Многими специалистами в сфере управления понятия «эффективность» и «результативность» в семантическом аспекте рассматриваются как тождественные, хотя существуют и абсолютно противоположные мнения. Так, например, согласно ГОСТу Р ИСО 9000–2015 (стандарты на системы менеджмента) эти понятия существенно различаются, в частности [6]:

- ◆ эффективность (efficiency) рассматривается как соотношение «достигнутые результаты/использованные ресурсы»;
- ◆ а под результативностью (effectiveness), в свою очередь, понимается степень достижения запланированных результатов от определённых видов деятельности.

А.К. Семёнов и В.И. Набоков также утверждают, что отождествлять понятия «эффективность» и «результативность» в корне неверно. По их мнению, под результативностью необходимо понимать способность добиваться результата, а эффективность является более ёмким и многоаспектным понятием, сущность которого ими, к сожалению, не была документально раскрыта в предлагаемом ими источнике [7].

Следует отметить, что приведённые трактовки рассматриваемого понятия представлены далеко не исчерпывающим перечнем дефиниций, которые по-разному раскрывают сущность эффективности как научной категории. Не случайно, поэтому понятие «эффективность» в настоящее время носит многогранный и дискуссионный характер.

Тем не менее, наиболее устоявшейся точкой зрения в раскрытии сущности эффективности сегодня является её представление в виде соотношения результатов (доходов) к затратам (расходам).

Такое утверждение, по нашему мнению, далеко не бесспорно, так как рассматриваемое соотношение («доходы/расходы») отражает всё-таки суть рентабельности — показателя, характеризующего, хотя и косвенным образом, один из аспектов экономической эффективности хозяйственной деятельности компании. При этом полагают, что, если доходы превышают расходы предприятия, то оно считается эффективным (рентабельным) [8].

Как правило, организации считаются эффективными, если их деятельность обеспечивает достижение запланированных целей. Однако достижение организационных целей не всегда может свидетельствовать об успешности её деятельности. Например, если это связано с необоснованно высокими затратами (достижение целей любым путём), то вряд ли следует считать деятельность такой организации достаточно эффективной.

Некоторые специалисты рассматривают эффективность только в контексте экономической деятельности предприятий, направленной на производство, распределение, обмен и потребление материальных благ.

А как, например, рассчитать эффективность управления, кадровой политики или усвоения знаний студентами и т.п.? В этих случаях специалистами предлагается множество различных методик. При этом результаты расчётов результативности рассматриваемых процессов (действий, явлений) варьируются в существенных пределах и во многом зависят от наличия представленных в методиках частных показателей.

Таким образом, понятие «эффективность» в настоящее время является весьма многоаспектным понятием, что, безусловно, отражается на понимании его сущности и объективности оценки степени успешности реализации исследуемых процессов (явлений).

На наш взгляд, решение проблем, связанных с неоднозначностью восприятия эффективности, возможно на основе выработки единого (универсального) подхода к пониманию её сущности и порядка оценки.

Такой подход предполагает рассмотрение сущности эффективности, как в широком, так и в узком смысле.

При этом в широком смысле под эффективностью (результативностью) можно понимать запланированный или полученный результат от каких-либо видов деятельности или конкретных действий, обеспечивающих достижение определённого уровня успеха. В данном случае уровень успешности может оцениваться посредством множества известных в настоящее время показа-

телей (рентабельность, производительность, степень достижения целей, доля рынка и др.).

Однако подавляющее большинство таких показателей отражает степень успешности каких-либо действий (процессов, явлений) лишь косвенным образом, поэтому они не могут служить объективным критерием оценки эффективности, как таковой, и, прежде всего, ввиду их неоднозначности восприятия с точки зрения достижения успеха. Например, предприятие может быть рентабельным, но не достигшим запланированных целей. Следует ли считать его эффективным?

Однозначный ответ на данный вопрос может дать интерпретация эффективности в её «узком» понимании. А для этого, прежде всего, целесообразно уяснить такие понятия как «эффект», «эффектный», и в чём разница в трактовке категорий «эффектный» и «эффективный».

Эффект (от лат. effectus — действие) — это результат конкретных действий, вызывающих определённое впечатление, производимое на кого-либо или эффективность. Они могут оцениваться качественно или количественно [5].

Качественное измерение эффектов предполагает установление их соответствия определённым требованиям (стандартам и т.п.). Оно может быть применимо, например, к оценке уровня морально-психологического климата в коллективе (благоприятный или неблагоприятный), используемого стиля управления (приемлемый, неприемлемый), уровня сплочённости коллектива (высокий, низкий).

Количественно эффекты можно выразить с помощью показателей, характеризующих, например, прибыль и темпы её роста, объём продаж, себестоимость продукции, затраты, производительность труда, уровень знаний студента, выраженный в баллах, количество зарегистрированных авторских свидетельств, и другие. При этом используется как натуральная, так и стоимостная формы представления результатов (рубли, штуки, тонны, метры, баллы, проценты и т.п.).

По признаку функциональной направленности (сферы проявления) эффектов их условно можно подразделять на:

- ◆ *экономические*: объём продаж; затраты на управление; срок окупаемости инвестиций; себестоимость продукции (услуг); прибыль от лицензионной деятельности предприятия; сумма ущерба за нарушение договорных обязательств; производительность труда; фондоотдача и др. Экономические эффекты в зависимости от полученного результата могут быть положительными,

когда результат превышает понесённые при этом затраты, либо отрицательными — в противном случае;

- ◆ *социальные*: уровень травматизма или заболеваемости персонала организации; уровень текучести кадров; численность работников, прошедших курсы повышения квалификации; показатель карьерного роста работников аппарата управления; прирост доходов работников предприятия, уровень сплочённости коллектива; удовлетворённость работников условиями труда и пр. Социальные эффекты позволяют выявить качество жизни отдельных личностей (работников организации) либо общества в целом;
- ◆ *научно-технические*: количество зарегистрированных авторских свидетельств или рационализаторских предложений; количество научных публикаций; уровень укомплектованности аппарата управления средствами автоматизации; количество научных работников в учреждении и т.п. Основу достижения высоких научно-технических эффектов составляет продуктивная научная деятельность;
- ◆ *управленческие*: норма управляемости; своевременность и качество принятия управленческих решений; укомплектованность органа управления должностными лицами; рациональность делегирования полномочий и задач, соответствие принятых стратегий целям организации; рациональность применяемых методов управления и т.д. Управленческие эффекты отражают результаты управленческих воздействий субъектов управления на подчинённые инстанции;
- ◆ *экологические*: экологичность выпускаемой продукции; уровень снижения отходов производства; сумма штрафов за нарушение экологических требований; снижение выбросов, загрязняющих окружающую среду (атмосферу, почву, воду), улучшение здоровья сотрудников, их самочувствия, работоспособности и др.

В практической деятельности одинаковые по своей сути эффекты могут быть достигнуты с неодинаковыми затратами используемых ресурсов и наоборот: одинаковые затраты — разный результат.

Слова *эффектный* и *эффективный* являются словами-паронимами, которые близки по смыслу и во многих случаях рассматриваются как тождественные, хотя являются таковыми далеко не всегда, поэтому часто вызывают путаницу в их семантическом восприятии.

Слово «*эффектный*» означает производимое впечатление, например, эффектное зрелище или впечатляющее выступление, эффектная поза.

В свою очередь, понятие «*эффективный*» (результативный, действенный), ассоциируется с деятельностью, приводящей к нужному результату. Например, эффективный способ решения проблем, эффективный приём или метод и т.п. В то же время, выражение «*эффективная рентабельность*» звучит достаточно абсурдно.

Поэтому к понятию «*эффективность*» в узком её значении следует относиться весьма осторожно. С точки зрения семантики «*эффективность*» как научная категория должна трактоваться, на наш взгляд, как действительность, результативность, успешность. Интерпретация данной категории в других значениях приводит только к «размыванию» сути данного понятия, затрудняет его восприятие и однозначность оценки.

Отличительными признаками эффективности в узком смысле этого слова («*собственно*» эффективности), по нашему мнению, являются:

1. *Эффективность должна характеризовать состояние объекта (результативность действий) в его динамическом развитии.* Данная категория применима только к функционирующим системам (объектам) или процессам, то есть она связана с какими-либо фактическими или запрограммированными действиями или деятельностью. Если объект статичен, то никакой результативностью он не обладает.

Например, персонал той или иной организации по своим потенциальным возможностям (уровень образования, высокие профессиональные качества, выявленные в результате тестирования, сплочённость коллектива и т.д.) может производить на нас достаточно сильное впечатление или, другими словами, выглядеть эффектно, но при этом не обладать никакой эффективностью. Однако, если заставить его целенаправленно исполнять свои функции, реализовывать конкретные виды деятельности, то можно дать оценку результативности таких действий.

Таким образом, пока объект (система, процесс) не активирован, находится в статическом состоянии, его результативность является «нулевой»;

2. *Представление эффективности в виде соотношения фактического (ожидаемого) результата каких-либо действий и потенциально возможного (эталонного) значения.* Эффективность — величина относительная, которая в философском понимании может рассматриваться как сопоставление, части (доли) с целым.

Иными словами, эффективность есть доля (степень реализации) полученного или ожидаемого эффекта

от максимально возможного результата (целого), рассматриваемого в качестве эталона (базы сравнения).

Исходя из этого, эффективность в количественном выражении может принимать значения от 0 до 1,0. А если это соотношение выражается в процентах, то эффективность может варьироваться в интервале от 0% до 100%, но не более своего максимума [9].

В практической деятельности при расчёте эффективности может возникнуть казус, когда эталонный эффект (база сравнения) определён некорректно, то есть оказался ниже фактического эффекта, что приводит к неправильной, а, точнее, завышенной оценке показателя эффективности, например, 101% и более. Но по определению эффективность не может быть более 100%. Поэтому фактический эффект в данном случае следует одновременно принимать и в качестве эталонного значения. Такого рода казусы могут возникать, в частности, когда при проведении расчётов были занижены потенциальные возможности (показатели) деятельности организации.

В целом, в качестве базового «идеала» при оценке успешности рассматриваемых действий могут быть выбраны не только потенциальный или максимально возможный результат, но и нормативный либо требуемый уровень эффекта, который необходимо достигнуть, на основании чего принимается решение о соответствии полученной эффективности установленным требованиям;

3. *Семантическое тождество сравниваемых (соотносимых) эффектов.* При оценке эффективности необходимо использовать подобные или сходные в смысловом выражении показатели (эффекты).

Поэтому, например, соотношение «результат/затраты» не является, на наш взгляд, удовлетворительным показателем, непосредственно характеризующим собственно результативность производимых действий или рассматриваемых процессов. Дело в том, что понятия «результат» и «затраты» не только не соотносятся между собой как часть и целое. По своей сути они ещё и не являются тождественными, с точки зрения семантики, экономическими категориями;

4. *Положительное значение показателей (эффектов), используемых для расчета эффективности.*

В обобщённом виде количественная оценка эффективности рассматриваемого процесса, действия или явления ( $R$ ) может быть представлена следующим выражением:

$$R = \left\{ \begin{array}{l} \frac{E\phi}{E\varepsilon} * 100\%, \text{ при } E\phi \leq E\varepsilon, \\ 100\% \text{ при } E\phi > E\varepsilon. \end{array} \right\}$$

где  $E\phi$  — фактический или прогнозируемый результат (эффект) какого-либо действия;  $E\varepsilon$  — эталонный (потенциальный) эффект или результат действий, который можно достигнуть в идеальных условиях.

При этом, если эталонный показатель ( $E\varepsilon$ ) по абсолютному значению оказался меньше фактического результата ( $E\phi$ ), то, вероятнее всего, эталонный показатель (база сравнения) был выбран некорректно. В данном случае целесообразно повисить «высоту планки» сравнения.

В зависимости от вида производимого впечатления (эффекта) принято различать экономические, социальные, научно-технические, управленческие, экологические и другие разновидности эффективности. А это, в свою очередь, предполагает различные вариации их оценки.

Кроме того, в зависимости от базы сравнения выделяют внутреннюю либо внешнюю эффективность.

Внутренняя эффективность предполагает соотносительное сравнение фактически реализуемых или запланированных внутренних возможностей исследуемого объекта с его потенциальными возможностями (ресурсами).

Для оценки внешней эффективности рассматриваемого объекта в качестве базы для сравнения целесообразно использовать эталон или идеальный сравнительный показатель, характеризующий, например, результат деятельности предприятия-лидера отрасли (рентабельность, производительность труда и др.).

Наглядно рассмотреть особенности оценки внутренней и внешней эффективности можно на следующих простых примерах.

*Пример 1.* Спортсмен, выступая на последних соревнованиях по прыжкам в длину, достиг результата ( $E\phi$ ), равного 8 м. Однако его личный рекорд ( $E\varepsilon$ ) составляет 8,35 м. Соотнося эти два эффекта, получим внутреннюю эффективность выступления (действий) спортсмена на данных соревнованиях ( $E_{\text{внутр}}$ ):

$$E_{\text{внутр}} = E\phi : E\varepsilon = 8\text{ м} : 8,35\text{ м} = 0,958 \text{ (или } 95,8\%).$$

Для оценки внешней эффективности оцениваемого прыжка того же спортсмена (*Эвнешн*) целесообразно в качестве эталона выбрать, например, рекордный

результат, достигнутый в Токио на чемпионате мира в 1991 году американцем Майклом Пауэллом (8,95м), тогда:

$$\text{Эвнешн} = 8\text{м}: 8,95\text{м} = 0,894 (89,4\%).$$

*Пример 2.* Оценить экономическую эффективность деятельности предприятия (по расходам и доходам) за определённый период, если известно, что доходы или общая прибыль предприятия (Д) при этом составили 55 млн. руб., а расходы (Р) — 30 млн. руб.

Для оценки экономической эффективности такой деятельности первоначально необходимо определить семантически тождественные эффекты для сравнения, так как расходы и доходы не являются таковыми.

А вот разница между доходами и расходами предприятия, отражающая бухгалтерскую прибыль (Пб), — это вполне приемлемый показатель. И в нашем примере он составляет 25 млн. руб. Исходя из этого, экономическая эффективность деятельности предприятия за отчетный период (Ээк) будет равна:

$$\text{Ээк} = \frac{Д-Р}{Д} = \frac{Пб}{Д} = 25: 55 = 0,455 \text{ (или } 45,5\%).$$

В данном случае мы оценили внутреннюю эффективность экономической деятельности рассматриваемого предприятия.

Для того, чтобы уяснить то, в какой мере полученная результативность позволяет сделать вывод о конкурентоспособности оцениваемой нами фирмы, в качестве базы сравнения можно выбрать, например, показатель эффективности предприятия, являющегося отраслевым

лидером, или среднеотраслевой показатель эффективности.

Необходимо также отметить, что показатель, отражающий тот или иной эффект (результат действия), может быть как простым, характеризующим единичное свойство или признак процесса (прибыль, штатная численность управленческого персонала), так и сложным (производительность, бухгалтерская прибыль, экономичность и т.п.). Однако это не должно принципиально менять методологию оценки эффективности.

Таким образом, эффективность, в её широком понимании, можно интерпретировать как эффектность (производимое на нас впечатление) каких-либо действий, свидетельствующих об их успешности.

В узком смысле эффективность (собственно эффективность) — это показатель, характеризующий степень достижения фактического или прогнозного результата действий оцениваемого объекта, от потенциально возможного («идеального») результата или эффекта.

Отличительными чертами эффективности следует считать учет динамики состояния оцениваемого объекта, семантическое тождество, а также позитивность и целесообразную соотносительность сравниваемых при этом эффектов.

Предложенный в рамках данной статьи методологический подход к пониманию сущности и оценке эффективности исследуемых процессов (действий, функционирования систем и определённых видов деятельности), конечно же, не является «истиной в последней инстанции», он лишь служит в качестве основы для продолжения дальнейших дискуссий по данной проблематике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эмерсон Г. Двенадцать принципов производительности. — URL: <https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/emerson.pdf>.
2. Егоршин А.П. Управление персоналом: Учебник для вузов. — Н. Новгород: НИМБ, 2007. — 720 с.
3. Коротков Э.М. Менеджмент: учебник для бакалавров. — М.: Юрайт, 2014. — 684 с.
4. М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. Основы менеджмента. — М.: Вильямс, 2020. — 672 с.
5. Попов А.А. Понятие об эффективности как научной категории // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей: Сборник трудов I Национальной научно-практической конференции. — Керчь: ФГБОУ ВО «КГМУ» 2019. С. 724–732.
6. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124393> (дата обращения: 20.09.2021).
7. Семёнов А.К., Набоков В.И. Основы менеджмента: Учебник. — М.: Дашков и К, 2008. — 556 с.
8. Попов А.А., Попов Д.А. Общий менеджмент: учебное пособие. — Саратов: ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2016. — 320 с.
9. Попов А.А., Черникова О.Н. Методы оценки эффективности исследования систем управления // Наука Красноярья. 2017. Т. 6. № 2–2. С. 127–136.

© Попов Александр Александрович,

Тихонов Мартин Робертович (kurotenshi91@yandex.ru), Шикла Ольга Сергеевна (oshik78@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТАМИ ДЛЯ СПУТНИКОВОЙ СЕТИ СВЯЗИ

## SELECTION OF THE OPTIMAL ALGORITHM FOR DETECTING INFORMATION SECURITY BREACHES OF THE GROUND FLIGHT CONTROL COMPLEX FOR A SATELLITE COMMUNICATION NETWORK

**R. Saveliev**

*Summary.* The development of a block diagram of the proposed procedure for monitoring the security of the information system of a ground-based flight control complex for a satellite communication network is presented. It has been established that the use of neural networks is effective in detecting violations of the information security of the ground-based flight control complex. The main algorithms of neural networks that can be used to detect violations of information security are presented. The possibilities of using neural networks to control the security of the information system of the ground-based flight control complex are shown. It has been found that ANNs are better at recognizing patterns and detecting violations even if they do not follow established attack vectors, and ANNs can automatically solve many problems without any human intervention. This means that ground mission control will spend less time looking for false positives and eliminating minor threats. User and entity behavior analysis tools extend the technology by using neural networks to monitor user accounts as well as computers such as endpoints, routers, and servers. A mathematical model for training a neural network to detect information security violations is presented. The presented allows us to establish that it is advisable to use neural networks for the ground-based flight control complex. Purpose of the work: development of an algorithm for detecting violations of information security of the ground-based flight control complex for a satellite communication network using neural networks. When writing the article, methods of analysis, comparison, generalization, and mathematical modeling were used. As a result of the work, an algorithm for detecting information security violations was developed and the expediency of using machine learning was shown. The presented results can be used by ground-based satellite network control systems to improve information security and detect violations and possible attacks.

*Keywords:* information security, satellite network, ground complex, monitoring, cryptographic protection.

**Савельев Роман Николаевич**

Аспирант, Сибирский государственный  
университет науки и технологий имени академика  
М.Ф. Решетнева, г. Красноярск  
savelievroman@mail.ru

*Аннотация.* Представлена разработка блок-схемы предлагаемой процедуры контроля защищенности информационной системы наземного комплекса управления полетами для спутниковой сети связи. Установлено, что использование нейронных сетей является эффективным при выявлении нарушений информационной безопасности наземного комплекса управления полетами. Представлены основные алгоритмы нейронных сетей, которые могут быть использованы для выявления нарушений информационной безопасности. Показаны возможности использования нейронных сетей для контроля защищенности информационной системы наземного комплекса управления полетами. Установлено, что ИНС лучше распознают шаблоны и выявляют нарушения, даже если они не следуют установленным векторам атаки, а ИНС могут автоматически решать многие проблемы без какого-либо вмешательства человека. Это означает, что наземный комплекс управления полетами будет тратить меньше времени на поиск ложных срабатываний и устранение незначительных угроз. Инструменты анализа поведения пользователей и сущностей расширяют технологию за счет использования нейронных сетей для мониторинга учетных записей пользователей, а также компьютеров, таких как конечные точки, маршрутизаторы и серверы. Представлена математическая модель обучения нейронной сети для выявления нарушений информационной безопасности. Представленное позволяет установить, что использование нейронных сетей для наземного комплекса управления полетами использовать целесообразно. Цель работы: разработка алгоритма выявления нарушений информационной безопасности наземного комплекса управления полетами для спутниковой сети связи с помощью использования нейронных сетей. При написании статьи были использованы методы анализа, сравнения, обобщения, математического моделирования. В результате выполнения работы разработан алгоритм выявления нарушений информационной безопасности и показана целесообразность применения машинного обучения. Представленные результаты могут быть использованы наземными комплексами управления спутниковой сети для повышения информационной безопасности и выявления нарушений и возможных атак.

*Ключевые слова:* информационная безопасность, спутниковая сеть, нейронная сеть, алгоритм обучения, эффективность.



## Введение

**Д**еятельность наземного комплекса управления полетами напрямую зависит от эффективности обработки информации в многоуровневых информационных системах, таких как персональные компьютеры, облачные хранилища, корпоративные сети и т.д. Одним из главных условий успешного функционирования является обеспечение защиты информации, которая циркулирует в рамках инфокоммуникационной среды и является критически важной [1].

Наличие телекоммуникационной сети позволяет пользователям совместно использовать программы и данные, что увеличивает угрозу безопасности. Используя распределенные сети, можно столкнуться с различными угрозами: перехватом информации (раскрытием), ее искажением, подменой, блокировкой и другое. Поэтому важно проектировать инфокоммуникационную среду с соблюдением всех современных требований информационной безопасности, в том числе и для наземного комплекса управления полетами [2].

## Постановка задачи

В настоящее время начинают широко использоваться нейронные сети во многих сферах жизнедеятельности, в том числе и в средствах защиты информации. Именно поэтому повышение информационной безопасности наземного комплекса управления полетами с использованием нейронных сетей является актуальным направлением исследований [3].

Целью написания статьи является разработка алгоритма выявления нарушений информационной безопасности наземного комплекса управления полетами для спутниковой сети.

## Основная часть

Искусственные нейронные сети (ИНС) — это статистические модели, предназначенные для адаптации и самопрограммирования с использованием обучающих алгоритмов. Входной слой аналогичен дендритам в нейронной сети человеческого мозга.

Скрытый слой сравним с телом клетки и находится между входным слоем и выходным слоем (который является родственными синаптическими выходами в головном мозге).

Скрытый слой — это место, где искусственные нейроны принимают набор входных данных на основе синаптического веса, который представляет собой амплитуду или силу связи между узлами. Эти взвешенные

входные данные генерируют выход через передаточную функцию на выходной слой [4–6].

Рассмотрим в табличной форме основные алгоритмы обучения нейронных сетей (таблица 1) [7–9].

В настоящее время нейронные сети в области информационной безопасности используются несколькими способами с целью повышения безопасности данных. Ниже представлено несколько примеров технологий защиты данных, которые расширяются за счет нейронных сетей [10,11].

1. Системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS / IPS). Традиционно системы обнаружения и предотвращения вторжений использовали алгоритмы машинного обучения или обнаружение на основе сигнатур для отслеживания сетевой активности и предотвращения вторжений.

### 2. Аналитика поведения пользователей и объектов

Помимо обнаружения нарушений, также можно использовать ИНС для мониторинга и анализа поведения авторизованных пользователей в ИС сети.

Подобные решения изучают базовые параметры нормальной активности в сети, поэтому они могут легко обнаруживать аномальные или подозрительные действия, такие как необычное время входа в систему или большие объемы передачи данных.

3. Антивредоносное ПО. Традиционные антивирусные и антивредоносные решения работают для предотвращения вирусов и других видов вредоносного программного обеспечения (также известного как вредоносное ПО) путем сравнения файлов с базой данных известных угроз, чтобы определить, опасны они или нет.

Все вышеперечисленное показывает о возможности использования ИНС в системах обеспечения информационной безопасности с целью повышения ИБ и контроля защищенности информационной системы [12,13].

Основными компонентами систем мониторинга информационной безопасности являются: программные агенты, сервер, хранилища информации, консоль, персонал, регламенты работы по мониторингу [14].

Любая система мониторинга событий информационной безопасности может быть отнесена к одной из следующих категорий:

1. SIEM (Security Information and Event Management) — системы, которые отслеживают

Таблица 1. Основные алгоритмы нейронных сетей

Алгоритм	Цель
Автоэнкодер (АЕ)	Обычно АЕ используется для уменьшения количества рассматриваемых случайных величин, чтобы система могла изучить представление для набора данных и, следовательно, обработать генеративные модели данных.
Двунаправленная рекуррентная нейронная сеть (BRNN)	Цель BRNN — увеличить информационные входы, доступные для сети, путем подключения двух скрытых, направленных противоположных слоев к одному и тому же выходу. Используя BRNN, выходной слой может получать информацию как из прошлого, так и из будущего состояния.
Машина Больцмана (BM)	Рекуррентная нейронная сеть, этот алгоритм способен изучать внутренние представления и может представлять и решать сложные комбинированные задачи.
Сверточная нейронная сеть (CNN)	CNN, наиболее часто используемые для анализа визуальных образов, представляют собой нейронную сеть с прямой связью, предназначенную для минимизации предварительной обработки.
Глубокая остаточная сеть (DRN)	DRN помогают в решении сложных задач и моделей глубокого обучения. Имея много уровней, DRN предотвращает ухудшение результатов.
Автоэнкодер с шумоподавлением (DAE)	DAE используется для восстановления данных из поврежденных входных данных; алгоритм заставляет скрытый слой изучать более надежные функции. В результате на выходе получается более точная версия входных данных.
Сеть состояния эха (ESN)	ESN работает со случайной большой фиксированной рекуррентной нейронной сетью, в которой каждый узел получает нелинейный ответный сигнал. Алгоритм случайным образом устанавливает и назначает веса и возможности подключения для достижения гибкости обучения.
Нейронная сеть прямого распространения (FF или FFNN) и перцептрон (P)	Это базовые алгоритмы нейронных сетей. Нейронная сеть прямого распространения — это искусственная нейронная сеть, в которой соединения узлов не образуют цикл; перцептрон — это бинарная функция, имеющая только два результата (вверх / вниз; да / нет, 0/1).
Генеративная состязательная сеть (GAN)	Эта система противопоставляет две нейронные сети — дискриминационную и генеративную. Цель состоит в том, чтобы различать реальные и синтетические результаты для моделирования концептуальных задач высокого уровня.
Сеть Хопфилда (HN)	Эта форма рекуррентной искусственной нейронной сети представляет собой систему ассоциативной памяти с бинарными пороговыми узлами. Созданные для сведения к локальному минимуму, HN представляют собой модель для понимания человеческой памяти.
Сеть Кохонена (KN)	KN организует проблемное пространство в двумерную карту. Разница между самоорганизующимися картами (SOM) и другими подходами к решению проблем заключается в том, что SOM используют конкурентное обучение, а не обучение с исправлением ошибок.
Цепь Маркова (MC)	MC — это математический процесс, который описывает последовательность возможных событий, в которой вероятность каждого события зависит исключительно от состояния, достигнутого в предыдущем событии
Сети радиальных базисных функций (сети RBF)	Разработчики используют сети RBF для моделирования данных, которые представляют основную тенденцию или функцию. Сети RBF учатся аппроксимировать основной тренд, используя кривые колокола или нелинейные классификаторы. Нелинейные классификаторы анализируют более глубоко, чем простые линейные классификаторы, которые работают с векторами меньшей размерности.
Рекуррентная нейронная сеть (RNN)	RNN моделируют последовательные взаимодействия через память. На каждом временном шаге RNN вычисляет новую память или скрытое состояние в зависимости от текущего входного и предыдущего состояния памяти.
Ограниченная машина Больцмана (RBM)	RBM — это вероятностная графическая модель в неконтролируемой среде. RBM состоит из видимых и скрытых слоев, а также связей между бинарными нейронами в каждом из этих слоев. RBM полезны для фильтрации, изучения функций и классификации.
Машина опорных векторов (SVM)	На основе наборов обучающих примеров, относящихся к одной из двух возможных категорий, алгоритм SVM строит модель, которая относит новые примеры к одной из двух категорий. Затем модель представляет примеры в виде нанесенных на карту точек в пространстве, при этом эти примеры отдельных категорий делятся на максимально возможный промежуток. Затем алгоритм отображает новые примеры в том же пространстве и предсказывает, к какой категории они относятся, в зависимости от того, на какой стороне разрыва они занимают.
Вариационный автоэнкодер (VAE)	VAE — это особый тип нейронной сети, которая помогает создавать сложные модели на основе наборов данных. В общем, автоэнкодер — это сеть глубокого обучения, которая пытается восстановить модель или сопоставить целевые выходные данные с предоставленными входными данными посредством обратного распространения.

и анализируют события в режиме реального времени.

2. UBA (User Behavioral Analytics) — системы, которые собирают данные о действиях сетевых пользователей с целью последующего анализа и выявления возможных угроз.
3. UEBA (User and Entity Behavioral Analytics) — системы, позволяющие обнаруживать аномалии в действиях пользователей и работе самих корпоративных сетей [15].

Инцидентом информационной безопасности (кибератакой) называется любое незаконное, неразрешенное (в том числе политикой ИБ) или неприемлемое действие, которое совершается в информационной системе [16].

Чтобы отличить кибератаки от обычных операций в информационной системе, в рамках выполнения работы предлагается использовать многослойную модель глубокого обучения, которая объединяет результаты пяти прямых нейронных сетей с тремя полностью связанными скрытыми слоями.

Рассмотрим двоичную задачу обнаружения кибератак, где  $y=1$  обозначает атаку,  $y=0$  обозначает естественное событие.

Предположим, что уже представлено обучение  $N$  моделей глубокого обучения  $m_l(x)$ ,  $l=1, \dots, N$  которые все лучше, чем случайные угадывания, то есть  $P(m_l(x))=p>0,5$ .

Математическая модель глубокого обучения определяется формулой (1):

$$\begin{cases} m(x) = 1, \text{ при } \sum_{l=1}^N \frac{m_l(x)}{N} > 0,5; \\ m(x) = 0, \text{ в другом случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Предположим, что  $N$  моделей глубокого обучения независимы. Также предположим, что новая функция  $x_{нов}$  соответствует атаке, тогда вероятность того, что разработанная модель глубокого обучения предсказывает атаку, равна:

$$\begin{aligned} P(m(x_{нов})) &= \\ &= P\left(\frac{1}{N} \sum_{l=1}^N m_l(x_{нов}) > \frac{1}{2}\right) > (1 - e^{-2(p-\frac{1}{2})^2 N}), \end{aligned} \quad (2)$$

где последнее неравенство следует из неравенства Хёфдинга для случайных величин Бернулли.

Когда число  $N$  становится большим, вероятность в формуле (2) приближается к 1, и это показывает, что сложенная модель глубокого обучения может быть про-

извольно точной по мере увеличения количества усредненных моделей.

Прогнозируемая MSE многослойной модели глубокого обучения равна:

$$\begin{aligned} E(m(x_{нов}) - 1)^2 &= \\ &= P\left(\frac{1}{N} \sum_{l=1}^N m_l(x_{нов}) > \frac{1}{2}\right) \leq e^{-2(p-\frac{1}{2})^2 N}, \end{aligned} \quad (3)$$

где, как и в предыдущем примере, последнее неравенство следует из неравенства Хёфдинга.

По мере увеличения числа усредненных моделей  $N$  прогнозируемая MSE модели глубокого обучения с накоплением может быть сколь угодно близкой к 0, как показано в (3).

Поскольку MSE прогнозирования отдельной модели фиксируется, этим можно доказать, что MSE прогнозирования составной модели глубокого обучения может быть сколь угодно малым по сравнению с индивидуальной моделью глубокого обучения.

Теоретический анализ основан на методах ансамблевого обучения, например, Adaboost и random forest. Метод Adaboost и случайный лес улучшают точность классификации отдельных деревьев, где также обсуждаются корреляции между отдельными моделями. На практике отдельные модели обучаются с использованием одного и того же набора данных, и поэтому отдельные модели коррелируются.

Для контроля защищенности и выявления нарушений ИС строится пять нейронных сетей. Структура сети «мотивирована» тем, что сети с большим количеством скрытых слоев обычно расширяют представленные функции и достигают большей способности в решении реальных проблем.

Функция активации для скрытых слоев — это функция (ReLU), в то время как функция активации для выходного слоя — это сигмоидальная функция и функция softmax для данных двух классов и данных нескольких классов соответственно.

Обозначим выход  $l$ -го слоя как  $a_l=(a_{l1}, \dots, a_{ln})$ , где  $n$  — количество нейронов в  $i$ -м слое.

Например,  $n=60$  во втором слое первой сети. Первый слой будет входным, а последний — выходным.

Обозначим  $L$  как количество слоев.

Выход  $(l+1)$ -го слоя будет записан следующим образом:

Информационная система

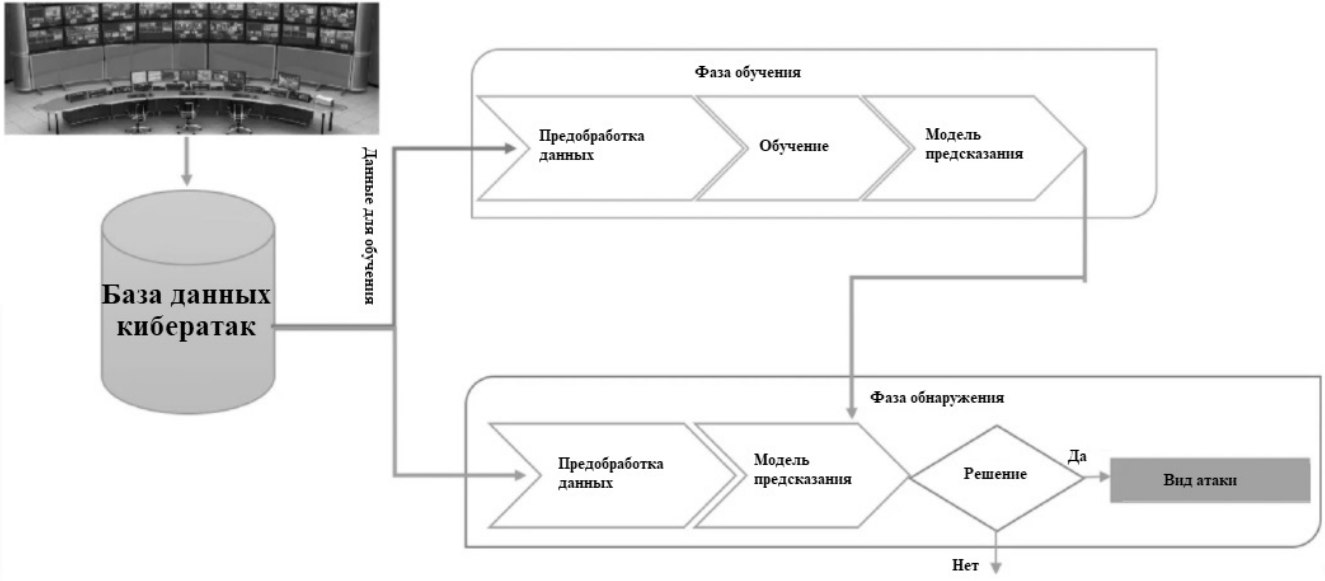


Рис. 2. Блок-схема предлагаемой процедуры контроля защищенности информационной системы

$$a^{l+1} = \sigma(W^{l+1}a^l + b^l), \tag{4}$$

где  $W^{l+1}$  — матрица  $m \times n$  коэффициентов слоя  $(l+1)$ ;

$m$  — количество нейронов слоя  $(l+1)$ ;

$b^l$  — вектор смещения;

$\sigma(x) = \max(0, x)$  — функция активации.

Для скрытых слоев справедлива следующая формула:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, \tag{5}$$

сигмовидная функция для двоичной классификации.

Обозначим через  $(x, y)$  одни наблюдаемые данные, где  $x$  — набор характеристик  $y = (y_1, \dots, y_c)$  — кодировка наблюдаемого события.

Для бинарной классификации, когда определяем, является ли событие кибератакой, используем бинарную кросс-энтропию в качестве функции потерь.

Для классификации на несколько классов, где также определяем тип атаки, мы используем перекрестную энтропию нескольких классов в качестве функции потерь.

В частности, функция потерь:

$$L(W, b) = \sum_{i=1}^c y_i \log(a_i^l). \tag{6}$$

На рисунке 2 показана блок-схема предлагаемой процедуры контроля защищенности информационной системы наземного комплекса управления с применением разработанной математической модели обучения нейронной сети.

Блок разделен на этап обучения и этап обнаружения. На этапе предварительной обработки данных удаляем отсутствующие значения и стандартизируем числовые функции.

На этапе обучения обучаем нейронную сеть и с использованием математической модели.

Наконец, обученная модель проверяется с использованием данных тестирования.

В долгосрочной перспективе точность повышается в процессе обучения, а это означает, что модель глубокого обучения постепенно изучила структуру данных и сходилась после завершения обучения [17,18].

В каждую эпоху стоимость вычислений стохастического градиентного спуска составляет приблизительно  $O(n, m)$ , где  $n$  — количество выборок в эпоху, а  $m$  — количество параметров в сети, например количество весов и смещений в сети.

Следовательно, вычислительная нагрузка на обучение возрастает по мере увеличения количества эпох и выборок, количества нейронов в каждом слое и глубины сети. Обучение методам глубокого обучения

можно значительно ускорить с помощью современных устройств и программного обеспечения для параллельных вычислений.

### Заключение

Таким образом, предполагается, что продемонстрирована многообещающая производительность комплексного подхода, основанного на глубоком обучении, для улучшения обнаружения вторжений для выявления

нарушений информационной безопасности наземного комплекса управления для спутниковой сети связи.

Прогнозируется, что такой подход также позволяет обнаруживать широкие классы атак в ИС с использованием очень простого набора функций. Многослойный подход глубокого обучения обладает высокой производительностью обнаружения по сравнению с базовыми методами машинного обучения, а также с автономными моделями глубокого обучения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаш, А.В. Информационная безопасность: Лабораторный практикум. М.: КноРус, 2019. 432 с.
2. Глинская, Е.В. Информационная безопасность конструкций ЭВМ и систем. М.: Инфра-М, 2018. 64 с.
3. Тархов, Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. М.: Радиотехника, 2014. 643 с.
4. Олескин, А.В. Сетевые структуры в биосистемах и человеческом обществе. — М.: Едиториал УРСС, Либроком, 2015. 304 с.
5. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. М: СИНТЕГ, 2017. 224 с.
6. Галушкин, А.И. Нейронные сети: история развития теории. М.: Альянс, 2015. 840 с.
7. Каллан, Р. Нейронные сети: Краткий справочник. М.: Вильямс, 2017. 288 с.
8. Zhang W., Zhang Z., Chao H.C., & Guizani M. Toward Intelligent Network Optimization in Wireless Networking: An Auto-Learning Framework. *IEEE Wireless Communications*, 26(3), 2019. pp.76–82.
9. Ширяев, В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика. М.: Ленанд, 2019. 232 с.
10. Hinton, G., Deng, L., Yu, D., Dahl, G.E., Mohamed, A.-R., Jaitly, N., Senior, A., Vanhoucke, V., Nguyen, P., Sainath, T.N., et al.: Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: the shared views of four research groups. *IEEE Signal Process. Mag.* 29(6), 2012. pp. 82–97.
11. Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J.: Faster R-CNN: towards real-time object detection with region proposal networks. In: *Advances in neural information processing systems*, 2015. pp. 91–99.
12. He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J.: Deep residual learning for image recognition. In: *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016. pp. 770–778.
13. Wang, W., Harrou, F., Bouyeddou, B. et al. A stacked deep learning approach to cyber-attacks detection in industrial systems: application to power system and gas pipeline systems. *Cluster Comput*, 2021. 18 p.
14. Савельев Р.Н., Карцан И.Н. Основные методы выявления нарушения информационной безопасности по данным мониторинга наземного комплекса управления спутниковой сети // сборник Актуальные проблемы авиации и космонавтики / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; СибГУ им. М.Ф. Решетнева: в 3-х т. — Красноярск, 2021. — Т. 2. — С. 405–408.
15. Saveliev R.N., Kartsan I.N. Basic methods for detecting information security violations based on monitoring data of the satellite network ground control system // *Tochnaya nauka*. — 2022. — № 126. — pp. 4–6.
16. Савельев Р.Н., Карцан И.Н. Выявление отклонений информационной безопасности при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой сети // *Точная наука*. — 2022. — № 125. — С. 2–4.
17. Ioffe, S., Szegedy, C.: Batch normalization: accelerating deep network training by reducing internal covariate shift. In: *International Conference on Machine Learning*, 2015. pp. 448–456.
18. Alsaedi, A., Moustafa, N., Tari, Z., Mahmood, A., Anwar, A.: Ton iot telemetry dataset: a new generation dataset of iot and iiot for data-driven intrusion detection systems. *IEEE Access* 8, 2020. 25 p.

© Савельев Роман Николаевич (savelievroman@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# АЛГОРИТМЫ PSO, FA И GD ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СБОЕВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## PSO, FA AND GD ALGORITHMS FOR PREDICTING INDUSTRY FAILURES

*I. Hamameh*

*Summary.* One of the goals of the smart industry is to reduce the number of failures, which reduces costs. To achieve this goal, technological processes are monitored and divided into multiple processes and the probability of success per process are calculated. The main contribution to this work was the proposal of methods for training neural networks.

*Keywords:* Artificial neural network; Fault prediction; Machine learning; Algorithms inspired by nature.

**Хамамех Имад Нехадович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет», Москва  
imad.hamameh@gmail.com

*Аннотация.* Одна из целей интеллектуальной промышленности является уменьшение количества сбоев, что снижает затраты. Для достижения этой цели ведется мониторинг технологических процессов и определяется вероятность выполнения операций, на которые разделен технологический процесс. Основной вклад в эту работу заключался в предложении методов обучения нейронных сетей.

*Ключевые слова:* искусственная нейронная сеть, прогнозирование неисправностей, машинное обучение, алгоритмы, вдохновленные природой.

### Введение

**П**овышение производительности технологических процессов является одной из важнейших задач в промышленности, и для достижения этой цели применяются различные технологии. Искусственный интеллект все больше и больше используется в этих задачах.

Искусственный интеллект можно использовать для прогнозирования различных событий с помощью нейронных сетей. Одна из задач при создании нейронных сетей — это обучение нейронной сети.

Существует много методов обучения, и выбор более подходящего метода — это одна из основных проблем, с которой часто сталкиваемся при создании нейронной сети.

Цель данной работы — сравнить алгоритмы обучения нейронных сетей и использовать различные методы минимизации для определения лучшего метода обучения для задач прогнозирования в промышленности.

Несмотря на то, что существует много работ со сравнением и описанием основ использования алгоритмов обучения, в данной работе используются данные производственных процессов, которые отличаются от обычных данных, в основном, количеством исторических

данных, поэтому данная работа поможет упростить обучение нейронных сетей в данной области.

### 1. Сопутствующие работы

Прогнозирование играет важную роль в улучшении эффективности технологического процесса. Прогнозирование выполнимости технологического процесса позволяет производствам мелкосерийного типа, обслуживающим разные заказы, определять количество и тип заказов, которые они смогут одновременно обслужить, что помогает в принятии решения обслуживания какого-либо заказа.

Также прогнозирование помогает определить вероятность отказа в будущем, что позволяет снизить время, потраченного на ремонт. Нейронные сети являются ключевой технологией в проведении прогнозирования.

#### 1.1. Нейронные сети в прогнозировании

Искусственные нейронные сети (ИНС) — структуры, вдохновленные биологическими нейронами и образованные простыми единицами обработки, называемыми нейронами. Нейроны связаны друг с другом, и для каждого соединения дается синоптический вес.

Фаза обучения ИНС регулирует синоптические веса этих связей, моделируя соотношение входов и выхо-

дов системы. ИНС способны моделировать нелинейные и сложные задачи и их легко реализовать [1]. Одна из задач, которую может выполнять ИНС — это прогнозирование.

В медицине ИНС использовались для прогнозирования риска смертности и заболеваемости [2]. Hao, Usama, Yang, Hossain и Ghoneim представили новую мультимодальную рекуррентную нейронную сеть на основе данных (MD-RCNN) для прогнозирования риска заболеваний.

Li, Ren и Lee разработали инновационную структуру для многоэтапного прогнозирования скорости ветра с использованием рекурсивной нейронной сети на основе скорости ветра и интенсивности турбулентности [3].

Dumont, Rughani и Tranmer использовали нейронную сеть для прогнозирования симптоматического церебрального вазоспазма после аневризматического субарахноидального кровоизлияния и сравнили её точность с моделями логистической регрессии [4].

## 1.2. ИНС в прогнозировании сбоев

ИНС широко используются в прогнозировании сбоев.

Orrù, Zoccheddu, Sassu, Mattia, Cozza и Arena представили простую и легко реализуемую модель машинного обучения (ML) для раннего прогнозирования неисправностей центробежного насоса в нефтегазовой отрасли [5].

Cheng H., Kong X., Chen G., Wang Q. и Wang R. предложили метод для прогнозирования оставшегося срока полезного использования при множественных отказах системы, используя переносимую сверхточную нейронную сеть (TCNN) для изучения инвариантных функций домена [6]. Atma Ram Sahu, Sanjay Kumar Palei продемонстрировали подход управления данными для прогнозирования неисправностей в системе перетаскивания с использованием многослойного перцептрона (MLP) в искусственной нейронной сети с использованием данных о причинах, симптомах и неисправностях за последние два года, записанных с помощью датчика, журнала и визуального осмотра [7].

## 1.3. ИНС в расчёте вероятности

ИНС используется для расчета вероятности, для систем планирования ресурсов предприятия (ERP). Достижение надлежащего уровня успеха ERP зависит от множества факторов, связанных с организацией или проектной средой, Rouhani и Ravasan создали систему

для прогнозирования вероятности успеха системы планирования ресурсов, до её реализации [8].

Hsieh M.H., Hsieh M.J., Chen C.M., Hsieh C.C., Chao C.M. и Lai C.C. создали систему для снижения риска длительной искусственной вентиляции легких, которая определяет подходящее время для успешного отлучения пациента от ИВЛ с помощью нейронной сети [9].

## 2. Методы, примененные при разработке предлагаемой системы

В реальных системах сбор и обработка данных, используемых для обучения модели машинного обучения, должны выполняться исторически относительно интересующей точки, например, сбоев оборудования. Определяя, когда конкретное оборудование вышло из строя, собирается предварительный набор данных, содержащий данные датчиков. Далее обрабатываются данные для получения подходящей обучающей выборки для обучения нейронной сети.

В этой работе представлены данные с 15 параметрами и более 7000 показаний [10].

Использовались 2 вида оптимизации:

1. Метод роя частиц.
2. Стохастический градиентный спуск.
3. Метод FA

Цель данной работы сравнить результаты алгоритмов, и найти более подходящие алгоритмы для обучения нейронной сети при небольшом объеме данных, что помогает расширить области производства, где можно применять методы прогнозирования в технологических процессах.

### 2.1. Метод роя частиц

Оптимизация роя частиц (PSO) — это метаэвристика, введенная Кеннеди и Эберхартом [15].

Алгоритм PSO был вдохновлен наблюдением за стаей птиц. PSO поддерживает набор решений, которые итеративно обновляются для перемещения в пространстве поиска. Математические формулы применяются к скорости и положению каждой частицы. Скорость частицы определяет, насколько быстро частица перемещается в пространстве поиска, в то время как положение частицы представляет собой решение исследуемой проблемы. Расчеты каждой итерации основаны на двух ранее найденных позициях. Скорость частицы вычисляется на каждой итерации по следующему уравнению:

$$v_i(t+1) = \omega v_i(t) + c_1 r_1 (y(t) - x_i(t)) +$$

$$+ c_2 r_2 (\hat{y}(t) - x_i(t)),$$

где  $t$  — текущая итерация,  $x_i(t)$  — текущее положение частицы в измерении  $i$ ,  $v_i(t)$  — текущая скорость частицы в размерности  $i$ ,  $y_i(t)$  — личное лучшее положение текущей частицы в измерении  $i$ ,  $\hat{y}(t)$  — лучшая позиция в измерении  $i$ ,  $\omega$  инерционный член, который применяет часть предыдущей скорости к следующей скорости,  $C1$  — когнитивный компонент, который влияет на эффект личного наилучшего найденного положения,  $C2$  — социальный компонент, который влияет на эффект глобального наилучшего найденного положения, а  $R1$  и  $R2$  — случайные значения в диапазоне  $[0, 1]$  [10].

## 2.2. Стохастический градиентный спуск

Это итерационный метод оптимизации целевой функции с подходящими свойствами гладкости. Его можно рассматривать как стохастическое приближение оптимизации градиентного спуска, поскольку оно заменяет фактический градиент (вычисленный из всего набора данных), его оценкой (вычисленной из случайно выбранного подмножества данных). Это снижает вычислительную нагрузку, особенно в задачах оптимизации большой размерности, обеспечивая более быстрые итерации в торговле для более низкой скорости сходимости.

Пусть имеется функция  $C(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . При движении с малыми шагами  $\Delta x_n$  получим:

$$\Delta C = \frac{\partial C}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial C}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial C}{\partial x_n} \Delta x_n$$

Надо выбрать такие значения  $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ , при которых  $\Delta C$  будет отрицательной.

Для этого определим:

$$\Delta x = (\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n)^T,$$

$$\nabla C = \left( \frac{\partial C}{\partial x_1}, \frac{\partial C}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial C}{\partial x_n} \right)$$

где  $\Delta x$  — вектор изменений;

$\nabla C$  — вектор градиента функции.

Если выбрать  $\Delta x = -\eta * \nabla C$ , получим

$$\Delta C = \nabla C * \Delta x = \nabla C * (-\eta * \nabla C) = -\eta * \|\nabla C\|^2$$

$$\Delta C = -\eta * \|\nabla C\|^2.$$

С помощью этого можно гарантировано получить  $\Delta C \leq 0$  и получим

$$x_{new} = x_{old} - \eta * \|\nabla C\|^2$$

Таким способом функция  $C$  будет двигаться в сторону минимума. Одна из проблем при использовании градиентного спуска заключается в том, что при обучении нейронной сети требуется рассчитать Функцию стоимости по формуле (2.1) много раз, и при большой обучающей выборке это займёт много времени. Метод, называемый стохастическим градиентным спуском, может быть использован для ускорения обучения. Идея метода состоит в том, чтобы оценить градиент  $\nabla C$  путем вычисления небольшой выборки случайно выбранных обучающих входов. При выборе среднего из этой небольшой выборки получается, что мы можем быстро получить хорошую оценку градиента  $\nabla C$ , и это помогает ускорить обучение.

## 2.3. Метод FA

Алгоритм FA был впервые разработан Синь-Ше Янгом в конце 2007 и 2008 годов, изначально предназначен для решения задач непрерывной оптимизации [11]. Литература по FA значительно расширилась за последние 5 лет: опубликовано несколько сотен статей об алгоритмы FA. FA использует следующие три идеализированных правил:

- ◆ Светлячки однополюе, поэтому одного светлячка привлекают другие светлячки независимо от их пола.
- ◆ Привлекательность пропорциональна яркости, и они оба уменьшаются по мере увеличения расстояния. Таким образом, для любых двух мигающих светлячков более яркий будет двигаться к более яркому. Если нет более яркого светлячка, чем конкретный светлячок, он будет перемещаться случайным образом.
- ◆ Яркость светлячка определяется ландшафтом целевой функции.

Поскольку привлекательность светлячка пропорциональна интенсивности света, наблюдаемому соседними светлячками, можно определить изменение привлекательности  $\beta$  с расстоянием  $r$  следующим образом:

$$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r^2},$$

где  $\beta_0$  — привлекательность при  $r = 0$ .

Движение светлячка  $i$  притягивается к другому, более привлекательному (более яркому) светлячку  $j$  определяется следующим образом:

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (x_j^t - x_i^t) + b_t \epsilon_i^t,$$



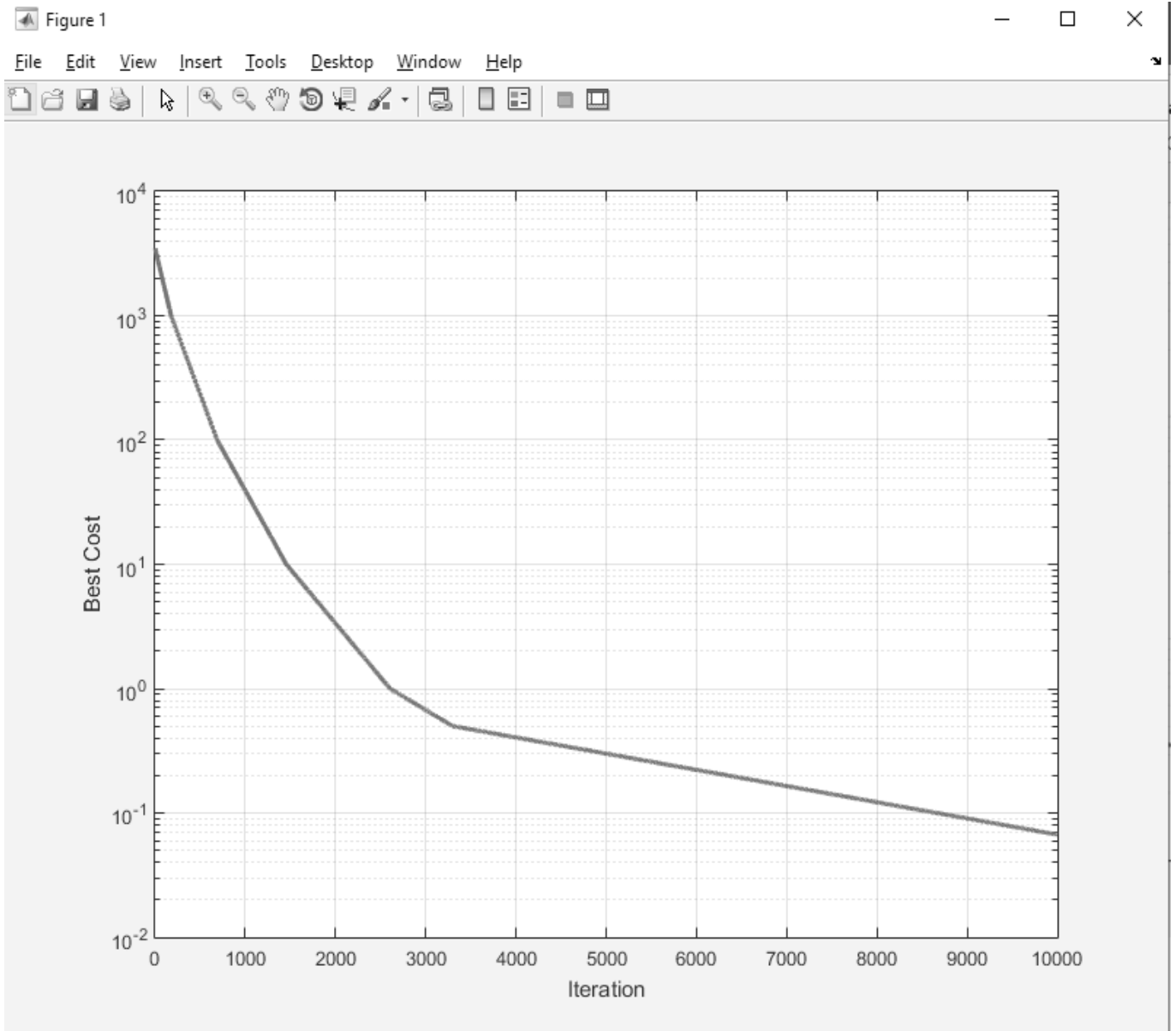


Рис. 1. Метод FA

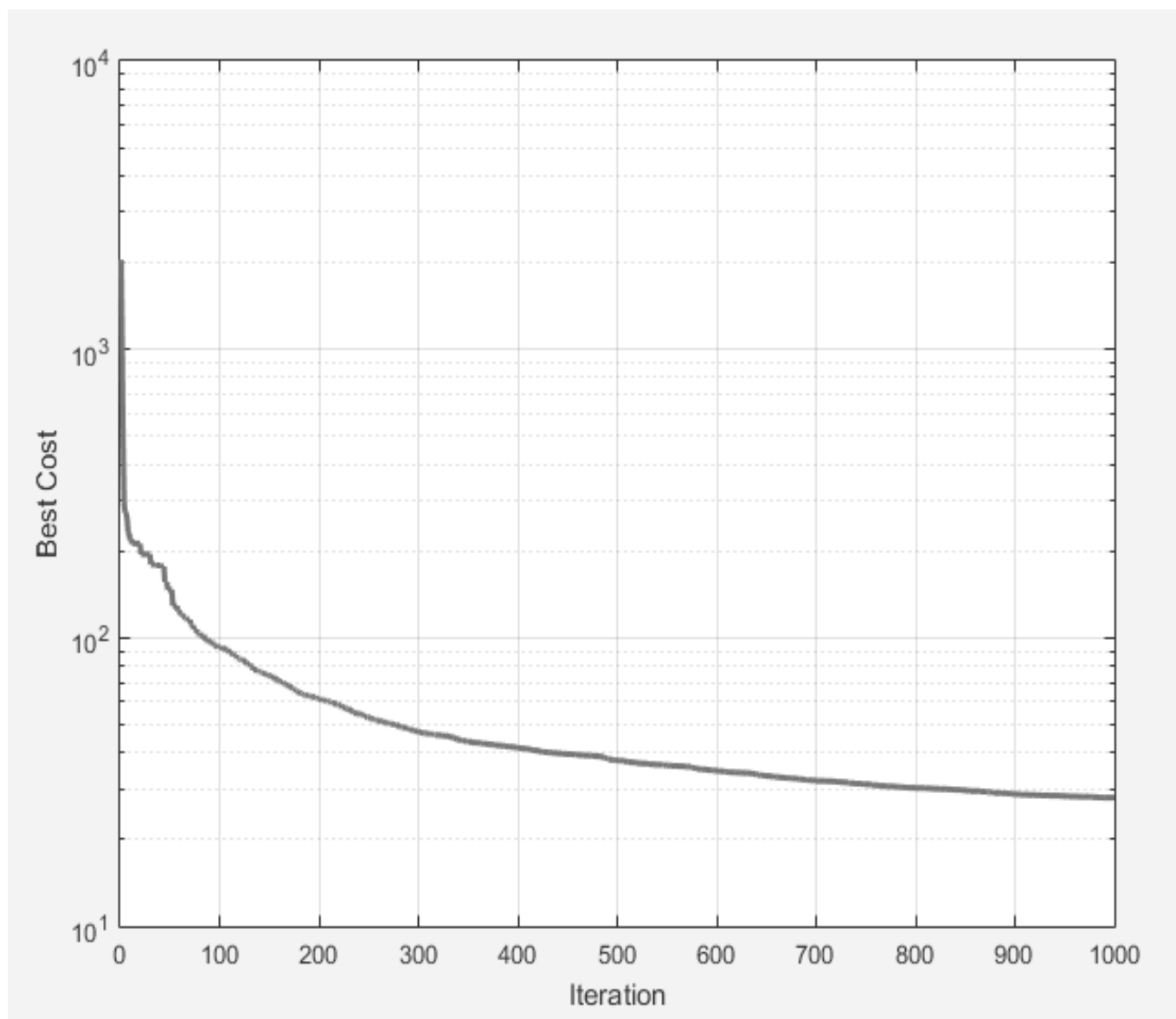


Рис. 2. Метод PSO

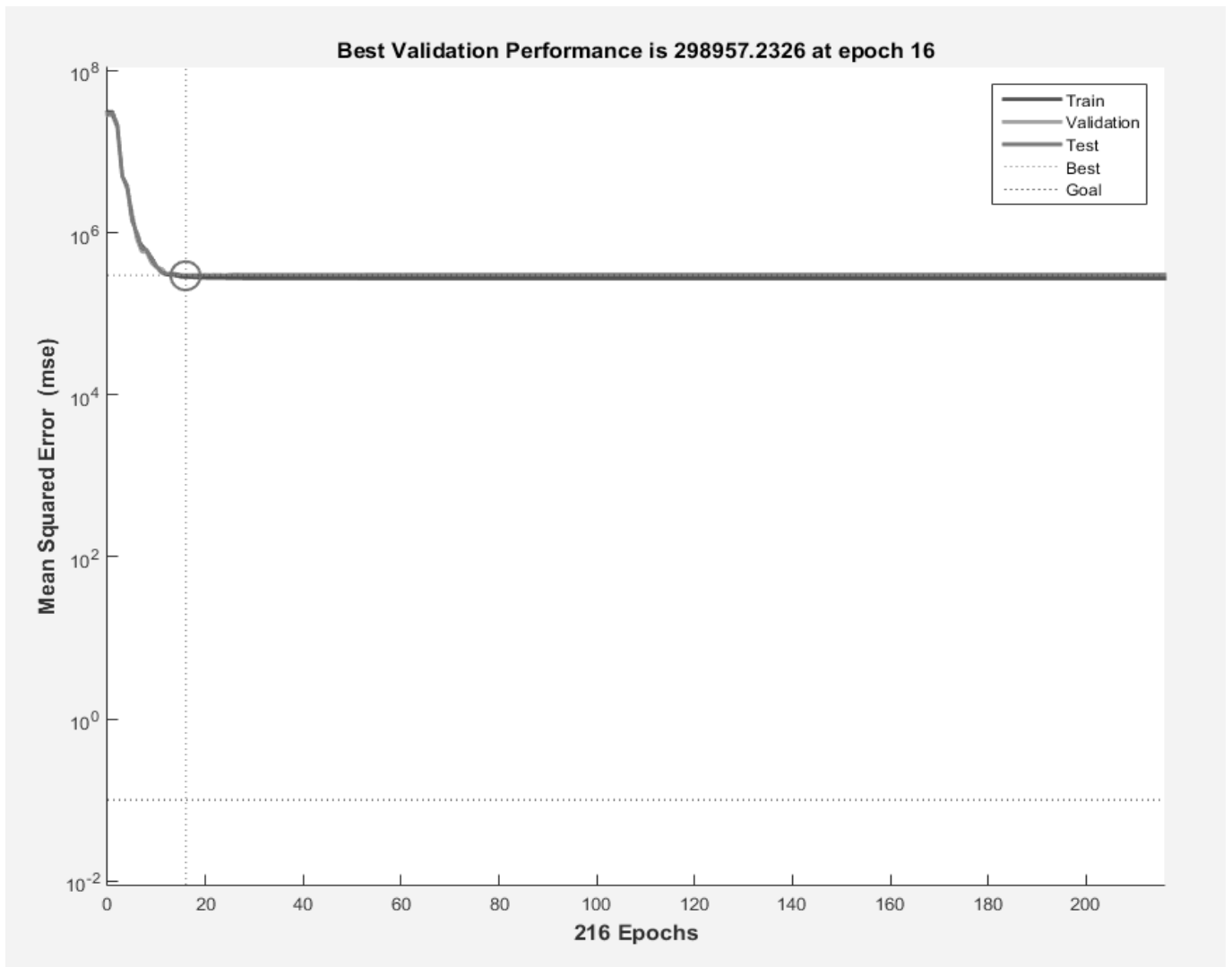


Рис. 3. Метод GD

где вторая часть обусловлена притяжением. Третья часть — это рандомизация, где  $\alpha t$  является параметром рандомизации, а  $\epsilon_i^t$  — вектор случайных чисел, взятых из распределения Гаусса или равномерного распределения в момент времени  $t$ . Если  $\beta_0 = 0$ , это становится простым случайным блужданием. С другой стороны, при  $\Gamma = 0$  FA сводится к варианту оптимизации роя частиц. Кроме того, рандомизацию можно легко распространить на другие распределения, такие как рейсы Леви [12].

### 3. Результаты работы

В ходе исследования были созданы и обучены различные нейронные сети. По результатам исследования было выявлено, что Метод FA дал лучшие результаты за счет времени обучения (рис. 1).

Метод роя частиц (PSO) обучается быстрее, но выдает не лучшие результаты. Для данных прогнозирования с PSO и 250 скрытых нейронов, получаем график обучения рис. 2.

С алгоритмом GD нейронная сеть не обучается рис. 3.

### Заключение

По результатам данной работы было выявлено, что алгоритм Firefly, разработанный Янгом (2008), представляет собой очень эффективный популяционный метод. Социальное поведение и мерцание светлячков можно легко связать с целевой функцией данной задачи оптимизации.

В этой статье FA предлагается и тестируется для применения при обучении нейронной сети для прогнозирования ошибок. Сравнение алгоритмов показывает, что модель, полученная с помощью FA, является более точной.

По сравнению с алгоритмами оптимизации и итерационными методами, метаэвристические алгоритмы не гарантируют, что глобально оптимальное решение может быть найдено для некоторого класса задач. Метаэвристические алгоритмы часто находят хорошие решения с минимальными вычислительными затратами, чем обычные алгоритмы оптимизации, что помогает в наших случаях с большим количеством параметров. Следует провести более обширные исследования этих алгоритмов, чтобы получить наилучший результат для обучения сети, способной распознавать ошибки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Daoud M.; Mayo M., A survey of neural network-based cancer prediction models from microarray data, 2019, Artificial Intelligence in Medicine 97, Volume 97, Pages 204–214
2. Hao Y., Usama M., Yang J., Hossain M.S., Ghoneim A., Recurrent convolutional neural network based multimodal disease risk prediction, 2018, Future Generation Computer Systems, Volume 92, Pages 76–83
3. Li F., Ren G., Lee J., Multi-step wind speed prediction based on turbulence intensity and hybrid deep neural networks, 2019, Energy Conversion and Management, Volume 186, Pages 306–322
4. Dumont T.M.; Rughani A.I., Tranmer B.L., Prediction of Symptomatic Cerebral Vasospasm after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage with an Artificial Neural Network: Feasibility and Comparison with Logistic Regression Models, World Neurosurgery Volume 75, Issue 1, 2011, Pages 57–63
5. Orrù P.F.; Zoccheddu A.; Sassu L.; Mattia C.; Cozza R.; Arena S., Machine Learning Approach Using MLP and SVM Algorithms for the Fault Prediction of a Centrifugal Pump in the Oil and Gas Industry, 2020, 9th International Conference "Production Engineering and Management" (PEM 2019)
6. Cheng, H.; Kong, X.; Chen, G.; Wang, Q.; Wang, R., Transferable convolutional neural network based remaining useful life prediction of bearing under multiple failure behaviors, 2021, Measurement, Volume 168
7. Sahu A.R., Palei S.K., Fault prediction of drag system using artificial neural network for prevention of dragline failure, 2020, Engineering Failure Analysis, Volume 113
8. Rouhani S.; Ravasan A.Z., ERP success prediction: An artificial neural network approach, Scientia Iranica, Volume 20, Issue 3, 2013, Pages 992–1001.
9. Hsieh M.H., Hsieh M.J., Chen C.M., Hsieh C.C., Chao C.M. и Lai C.C., An Artificial Neural Network Model for Predicting Successful Extubation in Intensive Care Units, Journal of Clinical Medicine, Volume 7, Issue 3, 2018.
10. Kennedy J. Particle swarm optimization, J. Kennedy, R. Eberhart // Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. IV.— Perth, WA, Australia, 1995.— С.1942–1948.
11. Xin-She Y., Firefly Algorithm, Swarm Intelligence and Bio-Inspired Computation, 2013.
12. Yang X.S., Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms, Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms. Luniver Press, UK (2010)

© Хамамех Имад Нехадович (imad.hamameh@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ<sup>1</sup>

## BALANCED SYSTEM OF PERFORMANCE INDICATORS OF INNOVATIVE INFRASTRUCTURE<sup>2</sup>

**N. Tsygankov  
A. Petrunina**

*Summary.* The study considers the use of a balanced scorecard (BSC) to create a tool for managing innovation infrastructure. Based on the results obtained, 5 BSC projections were identified, including finance, market, processes, potential and innovation. Within the framework of the innovation projection, the issues of the efficiency of the functioning of innovative companies and the flow of innovations passing through the innovation infrastructure were considered. The authors developed a strategic map of the links between the proposed goals and presented possible indicators for assessing their implementation.

*Keywords:* balanced scorecard (BSC), innovation infrastructure, performance indicators.

**Цыганков Никита Сергеевич**

Старший преподаватель, ФГАУ ВО «Сибирский  
федеральный университет»  
syganikita@yandex.ru

**Петрунина Анастасия Эдуардовна**

Старший преподаватель, ФГАУ ВО «Сибирский  
федеральный университет»  
kafedra\_efit@bk.ru

*Аннотация.* В исследовании рассмотрено применение сбалансированной системы показателей (ССП) для создания инструмента управления инновационной инфраструктурой. На основе полученных результатов были выделены 5 проекций СПП, включая финансы, рынок, процессы, потенциал и инновации. В рамках проекции инновации были рассмотрены вопросы эффективности функционирования инновационных компаний и потока инноваций, проходящего через инновационную инфраструктуру. Авторами была разработана стратегическая карта связей между предложенными целями и представлены возможные индикаторы оценки их выполнения.

*Ключевые слова:* сбалансированная система показателей (ССП), инновационная инфраструктура, показатели эффективности.

**Д**ля осуществления управления и мониторинга любого вида деловой активности требуется определять показатели эффективности и результативности на основе широкого спектра критериев, а потому эти показатели являются неотъемлемой частью любой бизнес-стратегии. Учитывая, что результаты функционирования инновационной инфраструктуры имеют стратегические последствия как на уровне отдельных компаний, так и на уровне регионов и страны в целом, представляется необходимым разрабатывать подобные системы показателей для отдельных субъектов инновационной инфраструктуры вне зависимости от их формы собственности, функциональной и отраслевой принадлежности.

Традиционные методы формирования показателей эффективности, как правило, фокусируются в первую очередь на финансовых параметрах, так как их модели их хорошо известны, и понятны источники получения данных для их оценки. Однако в контексте инноваци-

онного развития не все виды деятельности в рамках управления процессом коммерциализации поддаются финансовому измерению, многие показатели являются нематериальными по своей сути и носят качественный характер. Такой подход сужает взгляд на основные критерии эффективности инновационного процесса и не позволяет достичь максимальной результативности от инноваций.

Все это приводит к выводу о необходимости формирования сбалансированной системы показателей деятельности субъектов инновационной инфраструктуры, так как именно они играют ключевую роль в трансфере технологий и доведении их до реального внедрения в экономику.

В качестве методического руководства для разработки системы сбалансированных показателей использованы рекомендации Группы компаний «Современные технологии управления» [1].

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–37–90023

<sup>2</sup> The reported study was funded by RFBR, project number 19–37–90023

Таблица 1. Сущность проекций системы сбалансированных показателей

Проекция	Описание
Финансы	Отражает ключевые финансовые и экономические цели как отдельных объектов инновационной инфраструктуры, так и всей целиком.
Рынок	Включает цели, направленные на работу с пользователями результатов инновационной инфраструктуры
Процессы	Отражает ключевые цели создания, развития и совершенствования отдельных процессов инновационной инфраструктуры, взаимодействия между объектами, структуры подсистем.
Потенциал	Включает цели, связанные с созданием и развитием внутренних точек роста, совершенствование кадровой составляющей, а также повышение эффективности использования различного типа ресурсов или создание новых.
Инновации	Обозначает цели увеличения качественных и количественных характеристик потока инноваций. Отражает также работу с инновационными проектами и предприятиями.

Безусловно, совокупность взаимосвязанных показателей оценки производительности деятельности на различных уровнях управления не является новой для бизнеса. Еще в 1992 году Каплан и Нортон предложили инструмент сбалансированной системы показателей (ССП) для оценки эффективности стратегического управления в четырех базовых проекциях: финансы, бизнес-процессы, клиенты (рынок), обучение и рост. Такая совокупность является наиболее подходящим инструментом выстраивания стратегических показателей [2], которая может быть интегрирована в любую систему управления и использована на всех организационных уровнях [14], что подтверждают продолжающиеся публикации в этой области отечественных [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] и зарубежных исследователей [2, 14, 15, 16]. При этом лежащую в основе методологию и получаемые результаты возможно использовать совместно с инструментами бизнес-аналитики и обработки данных с помощью систем искусственного интеллекта [17].

Основу сбалансированной системы показателей составляют проекции бизнеса, которые представляют собой ключевые элементы бизнес-модели, реализация которых позволит достичь компании конкурентного преимущества и осуществления запланированной стратегии. Традиционный подход подразумевает четыре базовых проекции [3]. Однако в современных исследованиях, в частности при оценке эффективности деятельности объектов инновационной инфраструктуры, предлагаются различные модификации проекций в зависимости от объекта управления. Проанализировав некоторые из них [5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 18, 19], были выявлены недостатки существующих подходов:

- ◆ данные системы основаны на экспертных оценках значимости каждого параметра, а значит, носят субъективный характер. При этом выбор приоритетов каждого конкретного показателя не всегда очевиден и однозначен;
- ◆ многие системы оценки носят локальный характер, и могут применяться только в ограниченных масштабах (муниципалитета или региона);

- ◆ не учитывают системный принцип функционирования субъектов инновационной инфраструктуры и распределение их ролей в инновационном процессе. Так, каждый субъект оценивается изолированно, без учета влияния и взаимодействия с другими инфраструктурными объектами, участвующими в процессе трансфера. Такая ситуация может негативно сказаться на эффективности коммерциализации инновационных проектов, так как оптимизация показателей одного субъекта может негативно сказаться на достижении ключевых показателей другими участниками;
- ◆ изолированность и отсутствие системности при разработке СПП приводит к еще одному негативному последствию — дублирование функций различных субъектов инфраструктуры в процессе трансфера и коммерциализации инноваций. Такой подход приводит к дублированию показателей и возможной противоречивости целевых параметров по каждому из них.

Таким образом, авторами предпринята попытка устранить указанные недостатки существующих подходов и предложить универсальную систему СПП для оценки эффективности деятельности субъектов инновационной инфраструктуры.

Для построения сбалансированной системы показателей необходимо выделить группы проекций для целей, которые традиционно принято делить на финансы, рынок, процессы и потенциал. Учитывая направление деятельности рассматриваемого объекта, дополнительно введем проекцию «инновации» для оценки направления инновационной инфраструктуры, отвечающего за результативность процесса создания и коммерциализации субъектов инфраструктуры. В таблице 1 раскрыта сущность каждой проекции с учетом ключевой стратегии функционирования инновационной инфраструктуры — коммерциализации инноваций.

Рассмотрим, какие специфические показатели могут быть использованы для оценки эффективности инновационной инфраструктуры в рамках каждой проекции ССП.

В качестве ключевой финансовой цели можно выделить увеличение показателя соотношения объема привлеченных в инновационные проекты инвестиций к выручке субъектов инновационной инфраструктуры. Этого возможно добиться либо путем снижения требуемых инвестиций, либо повышением результативности процесса трансфера. Снижение издержек на проведение НИОКР и выручка от оказания платных услуг также являются основными финансовыми целями.

В качестве целей по проекции «рынок» можно выделить:

- ◆ обеспечение информационной прозрачности субъектов и объектов инновационной инфраструктуры;
- ◆ создание дополнительных стимулов для специалистов, мотивирующих их к взаимодействию в рамках инновационной деятельности между субъектами инфраструктуры;
- ◆ создание устойчивой связи между наукой, бизнесом и государством для обеспечения эффекта синергизма;
- ◆ обеспечение доступа к оборудованию, материалам и комплектующим для проведения НИОКР. Зачастую данные затраты инновационных предприятий занимают около 30%-40% от требуемых инвестиций для проведения НИОКР или ОКР в рамках инновационного проекта;
- ◆ повышение востребованности оказываемых услуг для каждого этапа жизненного цикла инновации. Данная цель отображает не только повышение числа обращающихся инновационных компаний, но и необходимость формирования новых услуг, ликвидации или модификации существующих;
- ◆ формирование среды взаимодействия инвесторов с инновационными компаниями. Наличие единого механизма работы с инновационными компаниями позволит повысить инвестиционную привлекательность компаний.

Одной из основных целей в проекции «процессы» является создание механизмов передачи инноваций между объектами инновационной инфраструктуры по оптимальному маршруту. Именно система коммуникаций и обмена информацией позволит достигнуть данной цели, исключая возможность дублирования услуг или повторного прохождения инновационной компанией этапа воронки инноваций.

Другие цели данной проекции относятся к ключевым процессам функционирования инновационной инфраструктуры:

- ◆ обеспечение входного инноваций потока с требуемыми параметрами. В зависимости от рассматриваемой инновационной инфраструктуры и характерных экономических и социальных особенностей, должны отличаться возможная скорость поступлений инноваций, направления поддержки и т.д.;
- ◆ увеличение скорости прохождения инновационными компаниями этапов жизненного цикла;
- ◆ ориентирование НИР и ОКР на решение актуальных проблем и вызовов. Основная задача инновационной инфраструктуры — в доведении инновации до конечной стадии жизненного цикла, поэтому важно проводить отбор поддерживаемых научных исследований, имеющих высокий потенциал практической применимости;
- ◆ формирование сетевого взаимодействия объектов инновационной инфраструктуры. Кроме выполнения функции посредника между внешними акторами, инфраструктура должна создавать эффективные связи между собственными элементами для обмена опытом, ресурсами и проведении совместных мероприятий;
- ◆ формирование базы субподрядчиков и поставщиков. Инновационные проекты могут иметь разноплановую научную направленность и, соответственно, широкий спектр требуемых работ, которые необходимо осуществить;
- ◆ повышение эффективности маркетинговых коммуникаций;
- ◆ создание производственных компаний на основе инноваций.

Что касается проекции «потенциал», то, исходя из объектов инновационной инфраструктуры, можно выделить следующие ключевые цели:

- ◆ проведение образовательных мероприятий, направленных на формирование у сотрудников субъектов инновационной инфраструктуры и участников инновационных проектов требуемых компетенций для коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности;
- ◆ снижение дефицита ресурсов, в первую очередь финансовых, требуемых для поддержки инноваций;
- ◆ отсутствие неиспользуемых ресурсов. При длительной работе в инновационной инфраструктуре может формироваться излишек неиспользуемых в настоящее время ресурсов.

Последняя проекция «инновации» направлена на оценку и развитие инновационных проектов, пред-

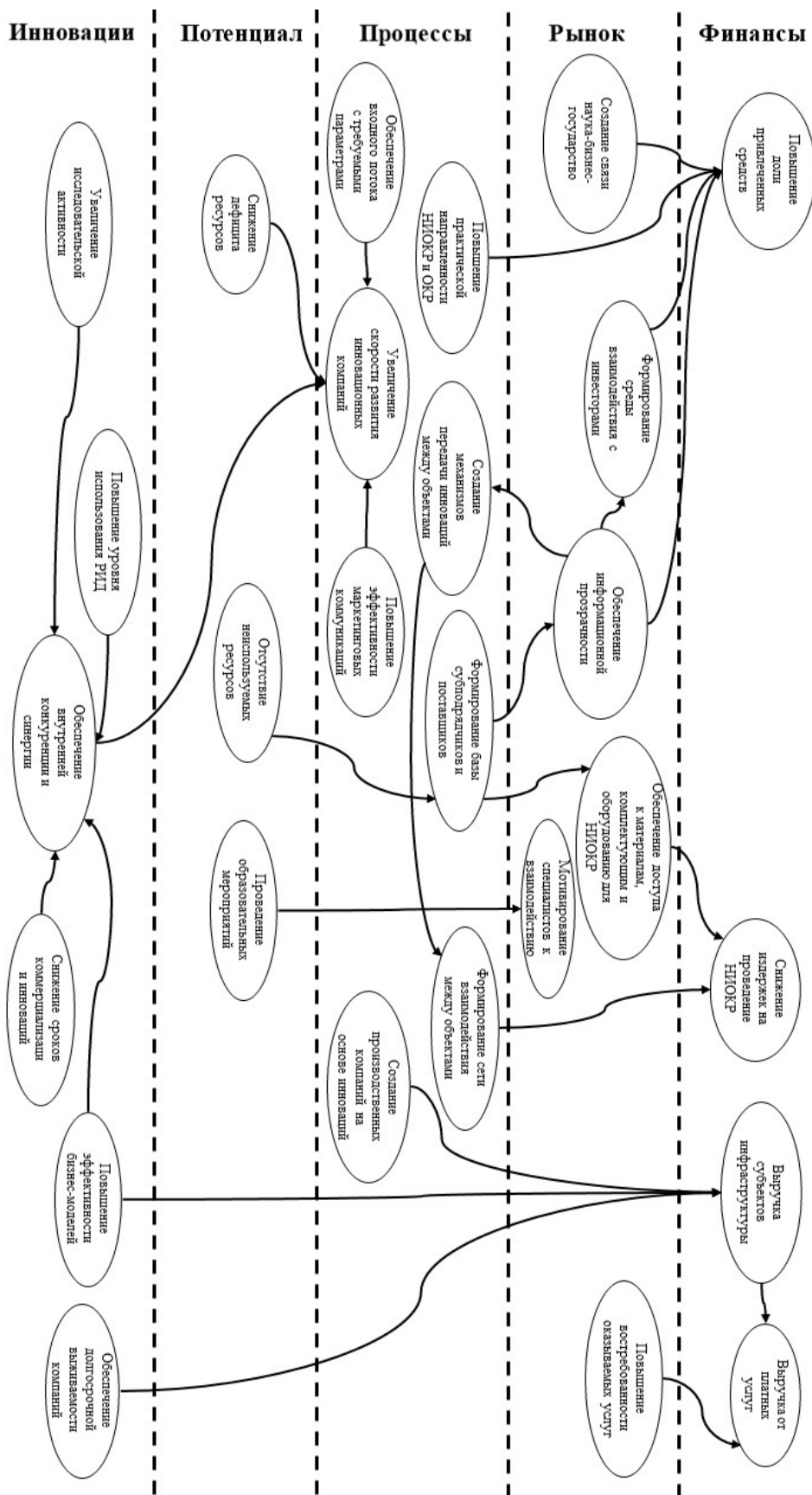


Рис. 1. Стратегическая карта системы целей



Таблица 2. Показатели оценки достижения стратегических целей инновационной инфраструктуры

Цель	Индикаторы оценки
Повышение доли привлеченных средств	1. Объем привлеченных внебюджетных денежных средств 2. Объем привлеченных бюджетных денежных средств 3. Объем выручки субъектов инновационной инфраструктуры
Снижение издержек на проведение НИОКР	1. Доля затрат на НИОКР относительно плановой выручки от коммерциализации инновации 2. Требуемый объем затрат на НИОКР по статьям затрат: покупка оборудования, обучение, приобретение ПО, доступ к сервисам и информационным порталам, услуги маркетинга 3. Средний коэффициент исполнения бюджета на выполнения НИОКР
Выручка субъектов инфраструктуры	1. Объем экспорта инновационных товаров и услуг инновационными компаниями 2. Объем реализации товаров и услуг инновационными компаниями на внутреннем рынке
Выручка от платных услуг	1. Объем выручки от оказанных услуг объектами инновационной инфраструктуры 2. Количество компаний, воспользовавшихся платными услугами
Создание связи наука-бизнес-государство	1. Количество заключенных соглашений между предприятиями и организациями разной принадлежности 2. Количество успешно завершенных совместных проектов 3. Количество переданных объектов интеллектуальной собственности между разнотипными организациями
Формирование среды взаимодействия с инвесторами	1. Количество инвесторов, к которым имеется доступ 2. Удовлетворенность инвесторов форматом и достаточностью представляемой информации об инновационных предприятиях 3. Количество проведенных встреч между инвесторами и инновационными компаниями
Обеспечение информационной прозрачности	1. Степень понимания системы отчетности и мониторинга различных объектов инновационной инфраструктуры инновационными предприятиями 2. Количество дополнительных запросов вне рамок функционирования информационной системы 3. Доля субъектов инновационной инфраструктуры являющихся пользователями информационной системы
Обеспечение доступа к материалам, комплектующим и оборудованию для НИОКР	1. Доля материалов, комплектующих и оборудования, принадлежащих объектам инновационной инфраструктуры и используемых для проведения НИОКР, к общему количеству 2. Степень укомплектованности материалами, комплектующими и оборудованием для выполнения отдельных технических операций
Мотивирование специалистов к взаимодействию	1. Количество программ мобильности персонала инновационных компаний 2. Доля сотрудников инновационных компаний, принявших участия в программах мобильности 3. Коэффициент повторного участия сотрудников
Повышение востребованности оказываемых услуг	1. Удовлетворенность инновационных компаний оказываемыми услугами 2. Коэффициент повторного обращения инновационных компаний 3. Коэффициент спектра оказываемых услуг, характерного для направлений поддержки инновационно инфраструктуры 4. Степень загруженности персонала/оборудования по каждой оказываемой услуге
Обеспечение входного потока с требуемыми параметрами	1. Коэффициент отклонения от плановых параметров 2. Максимальное и минимально отклонение параметров от плановых 3. Скорость появления новых инноваций 4. Количество этапов, предусматривающих вхождение новых инноваций
Повышение практической направленности НИОКР и ОКР	1. Доля НИОКР и ОКР, перешедших на стадию производства 2. Доля НИОКР и ОКР, имеющих долгосрочный план развития (на 3–5 лет) 3. Доля НИОКР и ОКР, предполагающих производственную апробацию
Увеличение скорости развития инновационных компаний	1. Прирост основных показателей деятельности инновационных компаний (выручка, количество сотрудников, объемы продаж, география деятельности, производственные мощности и т.д.) в единицу времени 2. Изменение скорости прироста при повторном прохождении этапа воронки инноваций
Создание механизмов передачи инноваций между объектами	1. Количество пересекаемых задач и работ между объектами инфраструктуры 2. Время передачи инновационной компании между объектами инновационной инфраструктуры
Повышение эффективности маркетинговых коммуникаций	1. Конверсия для каждого из каналов 2. Количество целевых посетителей и показов или кликов 3. Стоимость привлечения 1 клиента/покупателя

Таблица 2 (продолжение). Показатели оценки достижения стратегических целей инновационной инфраструктуры

Цель	Индикаторы оценки
Формирование базы субподрядчиков и поставщиков	1. Количество компания в базе 2. Количество подрядчиков и поставщиков разной направленности 3. Доля объема выполняемых услуг и осуществляемых поставок компаниями из базы от общих затрат
Формирование сети взаимодействия между объектами	1. Степень согласованности программ развития и функционирования объектов инновационной инфраструктуры 2. Количество проведенных мероприятий по обмену опытом 3. Наличие сквозной стратегии коммерциализации инноваций 4. Количество каналов коммуникаций между объектами инфраструктуры
Создание производственных компаний на основе инноваций	1. Количество созданных инновационных компаний в рамках функционирования инновационной инфраструктуры 2. Доля созданных компаний, направленных на производство продукции (напрямую или в рамках контрактного производства)
Снижение дефицита ресурсов	1. Количество проведенных акселерационных программ 2. Удовлетворенность участников акселерационных программ 3. Доля нехватки каждого типа ресурсов относительно общего объема
Отсутствие неиспользуемых ресурсов	1. Степень использования ресурсов и оборудования 2. Время простоя оборудования 3. Количество пользователей информационными ресурсами
Проведение образовательных мероприятий	1. Количество проведенных образовательных мероприятий 2. Среднее количество участников мероприятий 3. Количество подготовленных инновационно-ориентированных кадров или прошедших повышение квалификации сотрудников инновационных компаний
Увеличение исследовательской активности	1. Количество опубликованных научных статей сотрудниками инновационных компаний 2. Количество созданных медиа материалов, размещенных на крупных медиа площадках (YouTube, Wikipedia и др.) 3. Количество созданных и используемых доменов 4. Объем затрат на НИОКР 5. Количество зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности
Повышение уровня использования РИД	1. Объем нематериальных активов у инновационных предприятий 2. Объем выручки, полученной с использованием нематериальных активов
Обеспечение внутренней конкуренции и синергии	1. Количество совместных проектов субъектов инновационной инфраструктуры 2. Среднее количество компаний со смежным или схожим направлением деятельности 3. Количество заключенных договоров на поставку или оказание услуг между субъектами инновационной инфраструктуры
Снижение сроков коммерциализации инноваций	1. Средний время нахождения на каждом уровне готовности технологии (TRL) 2. Среднее время нахождения компании в инновационной инфраструктуре
Повышение эффективности бизнес-моделей	1. Количество созданных новых бизнес-моделей 2. Степень соответствия бизнес-модели и бизнес-процесс инновационных компаний
Обеспечение долгосрочной выживаемости компаний	1. Темпы прироста выручки инновационных компаний после выхода из инновационной инфраструктуры 2. Средний срок существования компании за минусом среднего срока нахождения инновационных компаний в инфраструктуре

приятий, пользующихся инновационной инфраструктурой, и включает в себя следующие цели:

- ♦ повышение эффективности используемых бизнес-моделей. Создаваемые инновационные предприятия в качестве основы могут использовать традиционные бизнес-модели или их модификации наряду с инновационными. Задача состоит в выборе наиболее эффективной модели и определения дизайн-пространства для нее, чтобы обеспечить возможность стабильного развития компании;

- ♦ повышение степени использования результатов интеллектуальной деятельности. Инновационные компании должны не просто стремиться увеличивать количество создаваемых объектов интеллектуального труда, но и использовать их в своей хозяйственной деятельности;
- ♦ увеличение исследовательской активности. Необходимо рассматривать не только количество генерируемых объектов интеллектуальной собственности, но также проводить оценку создава-

емых медиа материалов, баз данных, и научных публикаций;

- ◆ обеспечение внутренней конкуренции и синергетического эффекта. В инновационной инфраструктуре вне зависимости от отрасли деятельности компаний не должно существовать приоритизации некоторых из них или ограничений на количество предприятий одной направленности. Выполнение этих условий позволит обеспечить конкурентную среду между субъектами инновационной инфраструктуры и стимулировать их развитие [20];
- ◆ обеспечение долгосрочной выживаемости инновационных компаний. Результатом деятельности инновационной инфраструктуры является не просто создание инновационной компании и вывод ее в рынок, но и отслеживание ее последующей бизнес-деятельности;
- ◆ снижение сроков коммерциализации инноваций. С уменьшением длительности жизненного цикла товаров и возрастающей цифровизацией, еще больше ускоряющей данный процесс, требуется внедрять механизмы быстрого вывода инновации на рынок.

Для отображения целей во взаимосвязи сформируем стратегическую карту, представленную на рисунке 1.

В результате были установлены ключевые взаимосвязи между 27 целями. Следующим шагом на основе стратегической карты определим индикаторы для оценки достижения каждой из представленных целей. Рекомендуемое количество индикаторов для одной цели составляет 2–3 [1]. На основе проведенного анализа показателей оценки отдельных объектов инновационной инфраструктуры [11, 12, 13, 20] были выбраны и адаптированы часть показателей, представленные в таблице 2.

Полученные 76 индикаторов позволяют оценить эффективность функционирования инновационной инфраструктуры в целом с учетом определенных проекций и стратегической карты.

В результате проведенного исследования были проанализированы различные подходы к формированию сбалансированной системы показателей деятельности различных субъектов инновационной инфраструктуры. Данный подход признается сегодня одним из эффективных решений в сфере стратегического управления, так как позволяет сместить фокус внимания с чисто финансовых целей к совокупности показателей, характеризующих деятельность субъекта в различных проекциях. На основании проведенного анализа были выявлены некоторые недостатки существующих систем, не позволяющие получить универсального инструмента управления, применимого на различных уровнях и в различных с точки зрения выполняемых функций субъектах. Определены пять проекций для построения стратегической карты функционирования инновационной инфраструктуры с учетом основных стратегических задач — поиск, отбор и внедрение результатов интеллектуальной деятельности в экономический оборот. В рамках каждой проекции предложены целевые установки, охватывающие 27 ключевых факторов деятельности инфраструктурных объектов, объединенные в сбалансированную систему. Для каждой из определенных целей проекции, с учетом их взаимосвязей друг с другом, были предложены показатели оценки, в совокупности составляющие 76 параметров.

Таким образом, разработанная сбалансированная система отличается от существующих подходов к выбору ключевых целей функционирования. Предложенная модель может быть использована для построения стратегических планов управления субъектами инновационной инфраструктуры в регионах в виде единой сети трансфера инноваций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Документация по разработке системы сбалансированных показателей [Электронный ресурс]: База знаний программного продукта Business Studio.— Режим доступа: <https://www.businessstudio.ru/wiki/docs/current/doku.php/ru/start> [дата обращения 15.03.2022].
2. Hansen, E.G. Schaltegger, S. Sustainability Balanced Scorecards and their Architectures: Irrelevant or Misunderstood? / E.G. Hansen, S. Schaltegger // *Journal of Business Ethics*. — 2018. — № 150. — P. 937–952.
3. Frederico, G.F. Performance measurement for supply chains in the industry 4.0 era: A balanced scorecard approach / G.F. Frederico, J.A. Garza-Reyes, A. Kumar, V. Kumar // *International Journal of Productivity and Performance Management*. — 2020. — Vol. 70. — № 4. — P. 789–807.
4. Батукова, Л.Р., Белякова, Г.Я. Сбалансированная система показателей как система управления бизнесом: проблемы и перспективы развития / Л.Р. Батукова, Г.Я. Белякова // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2–21. С. 4705–4709.
5. Уткин, А.И., Шитик, Е.В. Разработка и обоснование сбалансированной системы показателей оценки экономического развития цифрового кластера / А.И. Уткин, Е.В. Шитик // *Ивановской области. Вестник Академии знаний*. — 2020. — № 36(1). — С. 254–262.
6. Уткин, А.И., Маринцев, Д.А., Уткин, И.В. Анализ и оценка циклических колебаний инвестиционного потенциала системообразующих микропредприятий в рамках концепций диофантовых уравнений и сбалансированной системы показателей / А.И. Уткин, И.В. Маринцев, И.В. Уткин // *Вестник Академии знаний*. — 2020. — № 41(6). — С. 264–275.

7. Уткин, А.И., Тихомирова, В.П. Критериальный подход к формированию финансовой проекции сбалансированной системы показателей / А.И. Уткин, В.П. Тихомирова // Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Экономика. 2020. Вып. 2 (44). С. 98–105.
8. Канхва, В.С. Управление производительностью труда в организациях текстильной промышленности на основе сбалансированной системы показателей / В.С. Канхва // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 2 (380). С. 34–39.
9. Ермоленко, В.В., Кузнецова, К.А., Самойлик, С.М., Штумпф, А.Э. Инструменты реализации стратегии инноваций в экономической деятельности / В.В. Ермоленко, К.А. Кузнецова, С.М. Самойлик, А.Э. Штумпф // Естественно-гуманитарные исследования. — 2021. — № 37(5). — С. 86–95.
10. Колегова, О.А., Захарова, А.А. Модель поддержки принятия решений при выборе стратегического проекта развития государственного пассажирского автотранспортного предприятия / О.А. Колегова, А.А. Захарова // Научные труды Вольного экономического общества России. — 2018. — Т. 212. — С. 503–527.
11. Марченко, Е.М., Рахова, М.В. Комплексная оценка инновационной инфраструктуры регионов центрального федерального округа / Е.М. Марченко, М.В. Рахова // Экономический анализ: теория и практика, Научно-практический и аналитический журнал, 2011. № 24 (231).
12. Харитонов, Т.В., Кривошеева, Т.М. Методика оценки уровня развития и эффективности функционирования инновационной инфраструктуры региона / Т.В. Харитонов, Т.М. Кривошеева // Сервис в России и за рубежом. — 2007. — № 2. — с. 190–193.
13. Шевченко, А.С. Совершенствование методов оценки развития инновационной инфраструктуры в регионах / А.С. Шевченко // Научные ведомости. Серия Экономика. Информатика. — 2017. — № 2 (251), Вып. 41. — С. 25–31.
14. Farci, L.E. Digital balanced scorecards: How do managers use Artificial Intelligence to measure performance? [Электронный ресурс]. — 2021. Режим доступа — [https://feb.studenttheses.ub.rug.nl/26993/1/DIGITAL%20BALANCED%20SCORECARDS\\_How%20do%20managers%20use%20Artificial%20Intelligence%20to%20measure%20performance.pdf](https://feb.studenttheses.ub.rug.nl/26993/1/DIGITAL%20BALANCED%20SCORECARDS_How%20do%20managers%20use%20Artificial%20Intelligence%20to%20measure%20performance.pdf) [дата обращения 20.03.2022].
15. Davensport, T.H. From analytics to artificial intelligence / T.H. Davensport // Journal of Business Analytics. — 2018. — Vol. 1. — № 2. — P. 73–80.
16. Bohm, V., Lacaille, D., Spencer, N., Barber, C. Scoping review of balanced scorecards for use in healthcare settings: development and implementation / V. Bohm, D. Lacaille, N. Spencer, C. Barber // BMJ Open Quality. — 2021, V. 10, I. 3, doi: 10.1136/bmjopen-2020-001293
17. Moskalev, A.K., Petrunina, A.E. Tsygankov, N.S., Valkova, Y.E., Business incubator assessment model / A.K. Moskalev, A.E. Petrunina, N.S. Tsygankov, Y.E. Valkova // Materials Science and Engineering. IOP. — 2020, V. 986, 012017, doi: 10.1088/1757-899X/986/1/012016.
18. Каплан, Р.С., Нортон, Д.П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. — 2-е изд., испр. и доп. / пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. — 320 с.
19. Жемчугов, А.М., Жемчугов, М.К. Сбалансированная система показателей. Недостатки или неправильное использование? [Электронный ресурс] / А.М. Жемчугов, М.К. Жемчугов // Проблемы экономики и менеджмента — 2014. — № 8. Режим доступа: <https://corpsys.ru/articles/consulting/bsc-disadvantage-2.aspx> [дата обращения 22.03.2022].
20. Marshall, G. Innovation and competition: The role of the product market / G. Marshall, A. Parra // International Journal of Industrial Organization. — 2019. — Vol. 65. — P. 221–247.

# МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВОРОНКОЙ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ<sup>1</sup>

**Цыганков Никита Сергеевич**

Старший преподаватель, ФГАУ ВО «Сибирский  
федеральный университет»  
cyganikita@yandex.ru

**Петрунина Анастасия Эдуардовна**

Старший преподаватель, ФГАУ ВО «Сибирский  
федеральный университет»  
kafedra\_efit@bk.ru

**Москалев Александр Константинович**

К.ф.-м.н., доцент, ФГАУ ВО «Сибирский федеральный  
университет»  
ak\_moskalev@mail.ru

## INNOVATION COMMERCIALIZATION FUNNEL MANAGEMENT MODEL<sup>2</sup>

**N. Tsygankov  
A. Petrunina  
A. Moskalev**

*Summary.* As part of the study, the existing approaches to modeling innovation processes were analyzed. It was found that for the implementation of innovations in the current conditions of instability and volatility of economic systems, the most appropriate model is the innovation funnel model. A mathematical model was developed and proposed, which includes the main control parameters. By adjusting these parameters, the result of the entire innovation process is maximized, rather than individual stages or participants.

For the proposed model of innovation management, a map of the distribution of responsibility of various subjects of the innovation infrastructure by stages of the funnel has been developed.

*Keywords:* innovation processes, commercialization, digitalization.

*Аннотация.* В рамках исследования были проанализированы существующие подходы к моделированию инновационных процессов. Было установлено, что для осуществления инноваций в современных условиях нестабильности и волатильности экономических систем наиболее подходящей моделью является модель воронки инноваций. Была разработана и предложена математическая модель, включающая в себя основные параметры управления. Регулируя эти параметры, достигается максимизация результата всего инновационного процесса, а не отдельных этапов или участников.

Для предложенной модели управления инновациями разработана карта распределения ответственности различных субъектов инновационной инфраструктуры по стадиям воронки.

*Ключевые слова:* инновационные процессы, коммерциализация, цифровизация.

**В** условиях современной экономики, когда традиционные рынки исчерпали возможности для роста, наиболее перспективным путем развития признается путь постоянного выведения инноваций на рынок. При этом существующие национальные инновационные системы функционируют в условиях VUCA-мира, сформировавшегося под влиянием цифровизации и доминирующей роли информации. В таких условиях для венчурных компаний, которые берут на себя функцию реализации инновационного процесса и доведения инноваций до рынка, повышаются риски и, следовательно, усложняются процессы управления и принятия решений. Поэтому для малых компаний и исследовательских коллективов принципиально важной является поддерж-

ка со стороны различных объектов инновационной инфраструктуры, которые, в конечном итоге являются ключевыми элементами в создании и коммерциализации инноваций. Таким образом, эффективность всего инновационного процесса определяется эффективностью функционирования объектов инновационной инфраструктуры. Именно эти факторы обуславливают необходимость построения моделей инновационных процессов с целью наиболее эффективного управления, поддержки принятия решений и формирования систем мониторинга и контроля.

В этой связи представляется актуальным вопрос формирования модели управления инновационным

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90023

<sup>2</sup> The reported study was funded by RFBR, project number 19-37-90023

процессом, который с учетом специфики отрасли, структуры и параметров функционирования инновационной инфраструктуры позволит достичь максимальной результативности инноваций. Поэтому поставленная цель исследования заключается в анализе существующих подходов реализации инновационных процессов и формирование модели его управления с целью максимизации результата.

Инновационный процесс представляет собой совокупность связанных мероприятий по созданию, отбору и коммерциализации инноваций, охватывающий весь жизненный цикл инновации [1]. Появление теории инновационного процесса датируется 1950 годами, а ее развитием занимались такие исследователи как Й. Шумпетер, А. Беркхаут, Д. Бинси, Г. Керрути, Г. Чесбро, Р. Купер, Р. Росвелл, К. Фримен, Н. Розенберг, Д. Тидд, Р. Маринова, Галанакис и др.

В своем развитии модели инновационного процесса претерпевали изменения в зависимости от того, какие источники инновационных идей являются доминирующими, в какой последовательности осуществляются этапы инновационного процесса и как они структурированы, а также какие ограничения имеются для каждого этапа. Рассматривая эти изменения в совокупности, можно выделить пять различных поколений моделей [2, 3]:

- ◆ линейные модели «технологического вытеснения». Модели предполагают работу с любыми инновациями, создаваемыми научным сектором;
- ◆ линейные модели «рыночного вытягивания». Источником инноваций в данном случае является потребность рынка, которая при возникновении реализуется научным сектором;
- ◆ линейные модели с обратными связями. Источником инновационных идей в данном случае могут выступать как рыночная потребность, так и научный сектор, но при этом структура допускает обмен информацией между субъектами и возврат инновации на более раннюю стадию в случае необходимости;
- ◆ интеграционные модели. Модели предполагают непрерывное параллельное выполнение большинства стадий инновационного процесса с постоянным обменом данными, их согласованием, и корректировкой взаимных действий;
- ◆ сетевые модели. В моделях значительно расширены границы инновационного процесса, включая в цепочку всех акторов инноваций (потребители, поставщики, конкуренты, подрядчики и другие).

Однако данные модели, являясь традиционными и относительно жесткими структурами, в 21 веке перестали отвечать запросам современного рынка, так

как не позволяют адаптироваться и изменяться вместе с изменениями окружающей среды. Все это приводило к низкой скорости реализации инноваций и, как следствие, снижению их эффективности. Распространение венчурного капитала, новых информационных технологий, и увеличение объемов доступных для обработки данных о внешних средах диктовало необходимость формирования новых подходов к осуществлению инновационных процессов.

Например, в работе [4] были предложены две модели шестого поколения:

- ◆ концепция открытых инноваций как модель осуществления инновационного процесса, расширяющая границы сетевых моделей за счет межотраслевого взаимодействия;
- ◆ модель расширенных инновационных сетей. Модель, в отличие от традиционных сетевых моделей, включает в себя все возможные взаимодействия электронной среды инновационных организаций.

В работе других авторов [5] представлен расширенный взгляд на инновационный процесс и предложена циклическая модель, детально описывающая контрольные точки, определяющие потенциал инновации с точки зрения дальнейшего развития. Модель включает все стадии жизненного цикла инноваций, а также фокусируется на всех типах инноваций. При этом ведущая роль в модели отводится источникам информации, обеспечивающим формирование новых знаний.

Особого внимания в моделях инновационного процесса в рамках исследования заслуживает порядок отбора и отсева инноваций при их коммерциализации, который имеет общие характеристики в нелинейных моделях, отличаясь только количеством этапов отсева инноваций. Таким образом, поток инноваций проходит через инновационный процесс, представляющий собой воронку, отсеивающую те из них, которые имеют наименьший потенциал или вероятность успешной коммерциализации. При этом воронки могут быть представлены на любом уровне инновационной системы. Основоположниками концепции воронки инноваций являются С. Уилрайт и С. Кларк [6]. Схематично воронка инноваций представлена на рисунке 1.

Как указано на рисунке 1, на входе в воронку поступают инновации на начальной стадии жизненного цикла (идеи), представляющие собой множество  $S_i$ . Каждая инновация обладает внутренним состоянием, характеризующимся вектором параметров  $X$ . На входе в воронку установлен входной барьер, представляющий собой совокупность требований к инновации  $Y_i$ . Множество инноваций  $K_i$ , внутреннее состояние ( $X$ ) которых

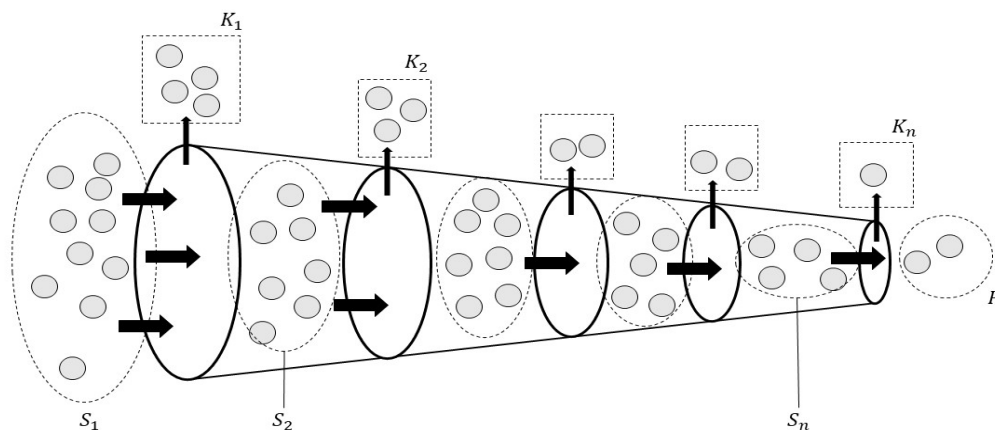


Рис. 1. Общий вид воронки инноваций, закрашенными кругами обозначены инновации

не удовлетворяет требованиям  $Y_1$ , выводятся из воронки, а остальная часть в виде множества  $S_2 \subset S_1$  поступает на первый этап. После этого, в рамках прохождения этапа внутреннее состояние  $X$  каждого элемента множества инноваций  $S_2$  трансформируется. При прохождении следующего барьера осуществляется очередная проверка соответствия состояний элементов множества  $S_2$  требованиям  $Y_2$ , при этом все не отвечающие требованиям инновации вытесняются из воронки. Данная процедура повторяется  $n$  раз в соответствии с количеством этапов воронки. На выходе воронки инноваций формируется множество инноваций  $P$ , при этом соблюдается требование  $P \subset S_1$ , а внутреннее состояние каждого элемента ( $X$ ) соответствует совокупности требований  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ .

Некоторые исследователи [7] дополнительно выделяют вспомогательную воронку, направленную на работу с радикальными инновациями, что требует формирования механизма отбора, обеспечивающего их выявление. При этом воронка инноваций может интегрироваться с другими подобными моделями как на входе, так и выходе. Например, в работе [8] рассмотрен пример интеграции воронки инноваций с воронкой технологий, направленной на формирование проектов проведения опытно-конструкторских работ, доказывающих возможность практической реализации. Выход воронки технологии подается на вход воронки инноваций, в рамках которой уже разрабатывается прототип и осуществляется запуск процесса коммерциализации.

Количество этапов в воронке инноваций может отличаться в зависимости от жесткости мониторинга и отбора инноваций. Общим является выделение трех крупных стадий:

- ◆ поиск/анализ. Проводится оценка концепции инновации и ее перспектив, поиск партнеров, анализ рынка и т.д. Ключевым требованием является подтверждение целесообразности дальнейшего создания и коммерциализации инновации;
- ◆ разработка. Ключевое требование для прохождения стадии — наличие плана коммерциализации;
- ◆ применение/коммерциализация. Является завершающей стадией, при которой осуществляется вывод инновации на рынок и ее распространение.

Переход между стадиями характеризуется качественным изменением вектора требований, или даже расширением этого списка.

Однако, при декомпозиции укрупненных этапов на более мелкие стадии, наблюдается отсутствие единого подхода и понимания критериев разделения. Так, исследователи [9] делят 3 крупных стадии на 10 этапов, основывающихся на концепции уровня готовности технологии (TRL), включая цели и критерии прохождения уровней. Другой подход [10], рассмотренный на примере шахтерской компании, предполагает выделение этапов на основе ключевых результатов деятельности инновационной компании, таких как поиск подрядчиков для НИОКР, лицензирование, получение инвестирования и др.

Кроме того, в зависимости от поколения модели инновационного процесса, воронка инноваций претерпевает структурные изменения. Для выработки общей модели и использования ее в качестве основы процесса функционирования инновационной инфраструктуры,

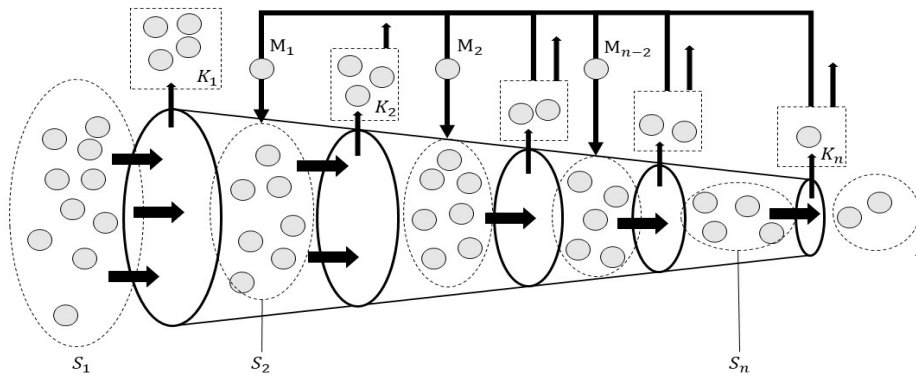


Рис. 2. Воронка инноваций с обратными связями, закрашенными кругами обозначены инновации

необходимо определить все возможные структурные изменения.

Линейные модели инновационного процесса «Технологическое выталкивание» и «Рыночное вытягивание» не требуют изменений в воронке инноваций, представленной на рисунке 1. Воронка позволяет работать с любыми источниками инноваций, а их прохождение по воронке предполагает однонаправленное движение.

Воронка инноваций, учитывающая итерационную модель инновационного процесса, должна предусматривать возможность возврата инноваций на предыдущие этапы в том случае, если переход инновации на следующий уровень требований с текущими параметрами невозможен. На рисунке 2 представлена воронка инноваций с обратными связями.

Отличием воронки инноваций с обратными связями является наличие возникающего при проверке требованиям (Y) множества M, суммируемого с множеством S соответствующего этапа воронки, в которую направлена обратная связь, за исключением входа (множество S1). При этом вне зависимости от того, на какой этап осуществляется возврат, инновация должна заново пройти проверку требований (Y) каждого этапа, и подвергнуться очередным изменениям в рамках этих этапов. Однако, данное представление воронки требует формирования дополнительных условий, определяющих возможность инновации вернуться на более ранний этап. В качестве таких условий можно предложить общее время нахождения инновации в воронке и предельное отклонение состояний инноваций (X) от требований (Y).

Интеграционная и сетевая модели инновационного процесса, как и предлагаемые модели шестого

поколения, предусматривают возможность разнонаправленного взаимодействия инноваций между собой и расширение точек входа в воронку. Последнее возможно в случаях, когда осуществляется передача инноваций из одной воронки в другую вне зависимости от ее уровня. В результате модификаций воронка инноваций будет иметь вид, представленный на рисунке 3.

Множество U характеризует вход в воронку внешних инноваций, которые, в зависимости от стадии жизненного цикла, поступают на соответствующий переход. В рамках вхождения в воронку инноваций осуществляется оценка соответствия параметров внутреннего состояния элементов множества U требованиям соответствующего перехода. При этом обязательным условием включения инноваций в воронку должно быть соответствие всем предыдущим требованиям. Данное условие можно записать следующим образом (1):

$$x_{u_j}^i \geq y_s^i (x_{u_j}^i \in U_j);$$

$$x_{u_j}^i \in U_j; y_s^i \in Y_s; i = 1, 2, \dots, a; s = 2, 3, \dots, j + 1), \quad (1)$$

где  $x_{u_j}^i$  — i-й параметр, характеризующий внутреннее состояние инновации u, являющейся элементом множества U, подаваемого на переход воронки инноваций j;

$y_s^i$  — i-тое требование к соответствующим параметрам внутреннего состояния инновации u, являющееся элементом множества Ys соответствующего перехода s.

Таким образом, учитывая (1) и общее представление воронки инноваций (рисунок 1), множество инноваций на каждой стадии воронки и на выходе можно обозначить как (2, 3):



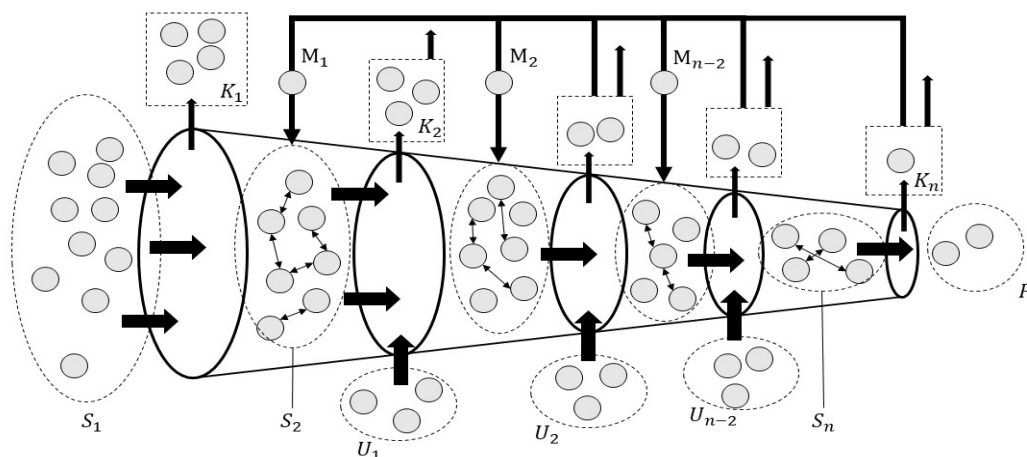


Рис. 3. Воронка инноваций с обратными связями и внутренними связями, закрашенными кругами обозначены инновации

$$S_n = \begin{cases} S_1, & n = 1; \\ S_1 + \sum_{i=1}^{n-1} (S_{i+1} - (K_i - M_i)), & n = 2; \\ S_1 + \sum_{i=1}^{n-1} (S_{i+1} - (K_i - M_i)) + \sum_{i=1}^{n-2} U_i, & n > 2; \end{cases} \quad (2)$$

$$P = S_n - K_n \quad (3)$$

Раскрывая полученное уравнение (3), получаем выражение (4):

$$S_n = \begin{cases} \sum_{j=1}^r s_j^1, & n = 1; \\ \sum_{j=1}^r s_j^1 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^r (s_j^i - (k_j^i - m_j^i)), & n = 2; \quad x_{s_j^i}^a \geq y_{s_j^i}^a > x_{k_j^i}^a; \quad x_{m_j^i}^a \geq y_{s_j^{i-1}}^a \\ S_1 + \sum_{i=1}^{n-1} (S_{i+1} - (K_i - M_i)) + \sum_{i=1}^{n-2} U_i, & n > 2 \end{cases} \quad (4)$$

Полученные результаты показывают, что для управления объемом потока инноваций, проходящих через воронку, возможно корректировать количество этапов, требования перехода и допущения и ограничения потоков обратных связей. В качестве инструмента увеличения потока может рассматриваться ввод послаблений требований к инновациям, поступающим из других воронок. Однако указанные решения будут влиять на каче-

ство функционирования воронки и ее выхода (выручка от инноваций, срок жизни инноваций и т.д.)

Другим управляемым параметром является скорость прохождения инновацией каждого этапа, которая может регулироваться настройкой их свойств (перечень оказываемой поддержки, интенсивность взаимодействия, количество мероприятий и т.д.) и доступностью ресурсов.

#### Инновационная инфраструктура и управление процессом коммерциализации через воронку инноваций

Основная роль в управлении параметрами работы воронки, ее обслуживании и поддержке в рамках инновационной системы отводится объектам инновационной инфраструктуры. Именно инновационная инфраструктура является тем субъектом, который обеспечивает трансляцию необходимой структуры воронки инноваций путем формирования объектов инфраструктуры и выстраивания взаимодействия между ними, включая порядок трансфера инновационных проектов через них и правила их передачи.

Рассмотрев существующие объекты инновационной инфраструктуры, их задачи и функционал, было предложено распределение их по стадиям воронки инноваций, представленное на рисунке 4.

Такой подход позволит выстроить стратегию управления всем инновационным процессом, обозначить от-

Поиска/анализ	Разработка	Коммерциализация
Проектный офис		
Наукоград		
Бизнес-инкубатор		
Наноцентр		
Индустриальный парк		
Технопарк		
Центр коллективного пользования	Центр коммерциализации	
Центр прототипирования		Инвестиционный фонд
Краудфандинговая площадка	Венчурный фонд	
Бюджетный фонд		
Финансовый институт		
Аналитический центр	Сертификационные центры и испытательные лаборатории	
Статистический центр	Патентное бюро	
Технологическая платформа		Центр трансфера
ВУЗы		
Стартап-акселераторы		
Коучинг-центр		
Центр субконтракции		
Территориальные кластеры		
Технико-внедренческие зоны		
Центр реинжиниринга		
Центр инновационного маркетинга		

Рис. 4. Распределение типов объектов инновационной инфраструктуры по стадиям воронки инноваций

ветственность и требования к результатам для каждой конкретной стадии от каждого инфраструктурного объекта, а также скоординировать их совместные действия по доведению инноваций до рынка.

Таким образом, полученные результаты могут быть использованы при формировании системы управления объектами инновационной инфраструктуры, а также мониторинга и контроля эффективности и результативности их деятельности.

Инновационная деятельность является одним из основных инструментов обеспечения конкурентоспособности компаний, отраслей, регионов и страны в целом. Однако, несмотря на высокую значимость, в настоящее время наблюдается недостаточная эффективность коммерциализации инноваций, которая выражается в не-

значительном количестве проектов, реализующих свой потенциал на рынке.

Основной вывод проведенного исследования заключается в том, что применение моделей инновационного процесса, адекватных современным условиям функционирования экономических субъектов — это один из основных элементов процесса планирования и управления инновациями. За счет применения моделей с адаптивными параметрами станет возможным достичь максимальной эффективности от реализации инноваций на рынке за счет оптимизации инновационного процесса и распределения усилий и ответственности между всеми участниками.

Предложенная математическая модель процесса продвижения инноваций по воронке позволит фор-

мировать стратегии управления, адаптированные к текущим институциональным условиям, в том числе политическим, экономическим, технологическим и социокультурным. Таким образом модель несмотря на то, что является обобщенным представлением процесса коммерциализации, может быть использована для инноваций различной отраслевой принадлежности, масштаба преобразований и требуемых инвестиций.

Учитывая значимость процесса коммерциализации инноваций, при формировании системы объектов инновационной инфраструктуры особо важным видится распределение зон ответственности между теми объектами, которые вовлечены в эту работу.

Предложенная система распределения типов объектов инновационной инфраструктуры по стадиям воронки позволит сместить акцент управления с выполнения функций на достижение конкретных результатов. Такая сквозная система управления ставит в приоритет долгосрочные цели, отказываясь от краткосрочных эффектов, которые могут приводить к снижению потенциала инновации и, как следствие, невозможности достижения требуемого состояния или лишь частичной реализации.

Таким образом достигается согласованность действий всех участников, ориентированных на достижение конечной точки воронки максимальным количеством проектов, поступивших на вход, и, как следствие, повышение эффективности инновационных процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, А.И. Варианты траектории инновационного процесса: этапы, их взаимосвязь и последовательность [Электронный ресурс] / А.И. Орлов // Экономика и жизнь. — 2018. — № 32. — Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/378479/> [дата обращения 22.06.2021].
2. Тропынина, Н.Е. Анализ подходов к пониманию сущности инновационного процесса и его роли в развитии современной экономической системы / Н.Е. Тропынина, О.М. Куликова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. — 2020. — № 3. — С. 71–77.
3. Нагуманова, Г.Р. Модели коммерциализации инноваций в России и за рубежом / Г.Р. Нагуманова // Азимут научных исследований: экономика и управление. — 2020. — Т. 9, № 1(30). — С. 248–251.
4. Lisovska, L. Changing the paradigm of the innovation process on the basis of interaction / L. Lisovska, O. Yurynets, B. Sheremeta // Journal of Lviv Polytechnic National University. Series of Economics and Management Issues. — 2020. — Vol.4, № 1. — P. 174–187.
5. Big Picture Das Grazer Innovationsmodell (Big Picture the Innovation Model) / H. Lercher. — Graz: Fachhochschule der Wirtschaft, 2019—163 p.
6. Wheelwright, S.C. Revolutionizing product development / S.C. Wheelwright, K.B. Clark // Spring. — 1993. — Vol. 4, № 1. — P. 79–80.
7. Barbieri, J.C. Sixth generation innovation model: description of a success model / J.C. Barbieri, A.C.T. Alvares // RAI Revista de Administração e Inovação. — 2016. — Vol. 13, № 2. — P. 116–127.
8. Vasconcellos, E.P.G. Critical Aspects of the Innovation Management: the cases Natura and Oxitenio / E.P.G. Vasconcellos, S.S. Silva, M.F. Oliveira // International Journal of Innovation. — 2017. — Vol. 5, № 1. — P. 1–19.
9. Mishra, D.K. An Innovation Process Model for Technology Development and Adoption in Construction / D.K. Mishra, J. Yu, C.K.Y. Leung // Indian Concrete Journal. — 2020. — Vol. 94, № 9. — P. 44–53.
10. Bonazzi, F.L.Z. Innovation and Business Model: a case study about integration of Innovation Funnel and Business Model Canvas / F.L.Z. Bonazzi, M.A. Zilber // Indian Concrete Journal. — 2014. — Vol. 16, № 53. — P. 616–637.

© Цыганков Никита Сергеевич ( [cyganikita@yandex.ru](mailto:cyganikita@yandex.ru) ),

Петрунина Анастасия Эдуардовна ( [kafedra\\_efit@bk.ru](mailto:kafedra_efit@bk.ru) ), Москалев Александр Константинович ( [ak\\_moskalev@mail.ru](mailto:ak_moskalev@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ COVID-19 НА СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ БАНКОВСКОЙ СФЕРЫ РФ

Чернышова Дарья Сергеевна

НИУ «Высшая школа экономики», Москва  
chernyshova.darya@yandex.ru

### THE INFLUENCE OF THE PANDEMIC DEVELOPMENT FACTOR WITHIN THE RUSSIAN FEDERATION ON THE INTERACTION BETWEEN THE STATE AND THE BANKING SECTOR.

D. Chernyshova

*Summary.* Within the framework of this article, the problems of the impact of COVID-19 on the nature of relations between major economic actors — the state of the Russian Federation and banks are considered. The most important means of the pandemic's impact on the Russian economy, the state and dynamics of the banking sector during the pandemic are considered. Attention is drawn to the fact that the most difficult period for the banking sector was the first quarter of 20, then the situation significantly stabilized and the measures taken made it possible to significantly mitigate the consequences of the spread of the virus in relation to individual banks and the Russian Federation. Legislation adopted in the Russian Federation in 2020–2021 to stabilize the situation in the banking sector, in particular such measures as monitoring borrowers, are considered. It is noted that due to the active reaction to the crisis from the external conjuncture, credit institutions will have to constantly adapt in order to minimize the negative impact on banks, customers and employees.

*Keywords:* pandemic, COVID-19, banking sector, monitoring of borrowers.

*Аннотация.* В рамках данной статьи рассматривается проблематика влияния COVID-19 на состояние и развитие банковской сферы РФ. Рассмотрены ключевые каналы влияния пандемии на экономику РФ, состояние и динамика банковского сектора в период пандемии. Обращается внимание на то, что наиболее сложным периодом для банковской сферы был первый квартал 20 года, затем ситуация в существенной степени стабилизировалась и предпринятые меры позволили существенно смягчить последствия пандемии для банковского сектора РФ. Рассмотрены меры, принимаемые в РФ в 2020–2021 годах для стабилизации ситуации в банковском секторе, в частности такие меры как мониторинг заемщиков. Отмечается, что в связи с быстрым развитием кризиса и изменениями внешней ситуации кредитным организациям придется постоянно адаптироваться, чтобы минимизировать негативное влияние на банки, клиентов и сотрудников.

*Ключевые слова:* пандемия, COVID-19, банковский сектор, мониторинг заемщиков.

**В** настоящее время все страны мира столкнулись с экономическими потрясениями, которые были вызваны коронавирусной инфекцией COVID-19. Пандемия коронавируса — это совершенно новый вид в контексте современной социально-экономической системы потрясений, поскольку еще никогда ранее экономика не сталкивалась со столь быстрой цепной стагнацией [1,4]. Неделю за неделей большинство трудящихся теряли свою работу и зарплату. Рестораны, отели и самолеты опустели. Потребители и предприятия в настоящее время сталкиваются с риском резкого снижения доходов и банкротства.

Влияние COVID-19 на российскую экономику носит масштабный характер и может предполагать следующее: ухудшение внешнеэкономической ситуации в основном связано с падением спроса и отрицательной динамикой

стоимости энергоресурса — нефти, а также снижение экономической активности в результате ограничительных мер, принятых Россией [6].

Рассмотрим основные каналы влияния COVID-19 на экономику, которые представлены на рисунке 1.

Давление на банковскую систему возрастает, и неизбежны дефолты по долговым обязательствам [1]. Аналитики ожидают, что финансовая сфера пострадает примерно так же, как при кризисе 2008 года [2,8]. Среди всех секторов банковская сфера оказывает наибольшее влияние на экономику и на последствия для предпринимателей и потребителей. Структурированные, продуманные и организованные действия кредитных организаций могут содействовать смягчению кризиса и отвечать интересам как общества, так и акционеров.



Рис. 1. Основные каналы влияния COVID-19 на экономику [7]

В связи с коронавирусной инфекцией прибыль российской банковской сферы в 2020–2022 году будет в несколько раз ниже, чем в предыдущем аналогичном периоде [7]. В частности, по итогам 1 квартала 2020 года, как периода наибольших потрясений, прибыль банковского сектора составила 528 млрд. рублей [2,7]. К первому кварталу 2020 года многие российские банки ощутили снижение финансовых показателей. В результате выручка Сбербанка за первые три месяца текущего года составила половину аналогичного периода прошлого года: его прибыль снизилась до 120,5 млрд. рублей, что было связано с подготовкой к кризису и созданием резервов. Прибыль ВТБ также сократилась на 14% до 39,8 млрд. рублей.

За 1–4 квартал 2020 года активы кредитных организаций выросли и составили 96,6 трлн. рублей (+8,8%). В декабре 2020 года средства домашних хозяйств в банках увеличились на 1,2%, или на 371 млрд. рублей [7]. В России с наступлением кризисного спада наибольшей популярностью пользовалось использование текущих счетов пользователями банковской системы в основном с целью хранения средств в данный момент времени. А именно, на момент 1 мая доля таковых составляла 29% от всего количества средств физических лиц, находящихся на банковских счетах, конкретнее — речь о 9 трлн. руб [7].

Пандемия коронавируса, вызвавшая проблемы с экспортом товаров, не помешала российским банкам продавать золото. В декабре 2020 года инвестиции в металлы (золото и иные драгоценные металлы) со стороны крупных кредитных компаний снизились до 296,6 млрд. руб, иными словами — упали чуть больше, чем 6% [8]. Мировой финансовый рынок в тот момент демонстрировал относительно высокий спрос на драгоценные металлы, в том числе, на золото, что обусловило падение его объемов, хранящихся на счетах кредитных организаций России [7]. Уменьшение золотых резервов на балансах банков означает, что металл был отправлен контрагентам, а не просто перемещен в хранилище до возможной транспортировки. В начале 2020 года цена на золото значительно выросла, а летом 2021 года существенный объем продаж золота пришелся на Сбербанк (продал более 45% своих резервов, или 5,5 тонны драгоценных металлов) [5].

Портфель розничных кредитов незначительно снизился (чуть больше половины процента, а именно 0.6%). На декабрь 2020 года пришлось падение в секторе ипотечных сделок (кредитования), точнее — спад привел к показателям января 2019 года, т.е. к снижению на 2,5 млн. руб. Данное явление было связано с тем, что банки стали более осторожно выдавать новые кредиты,

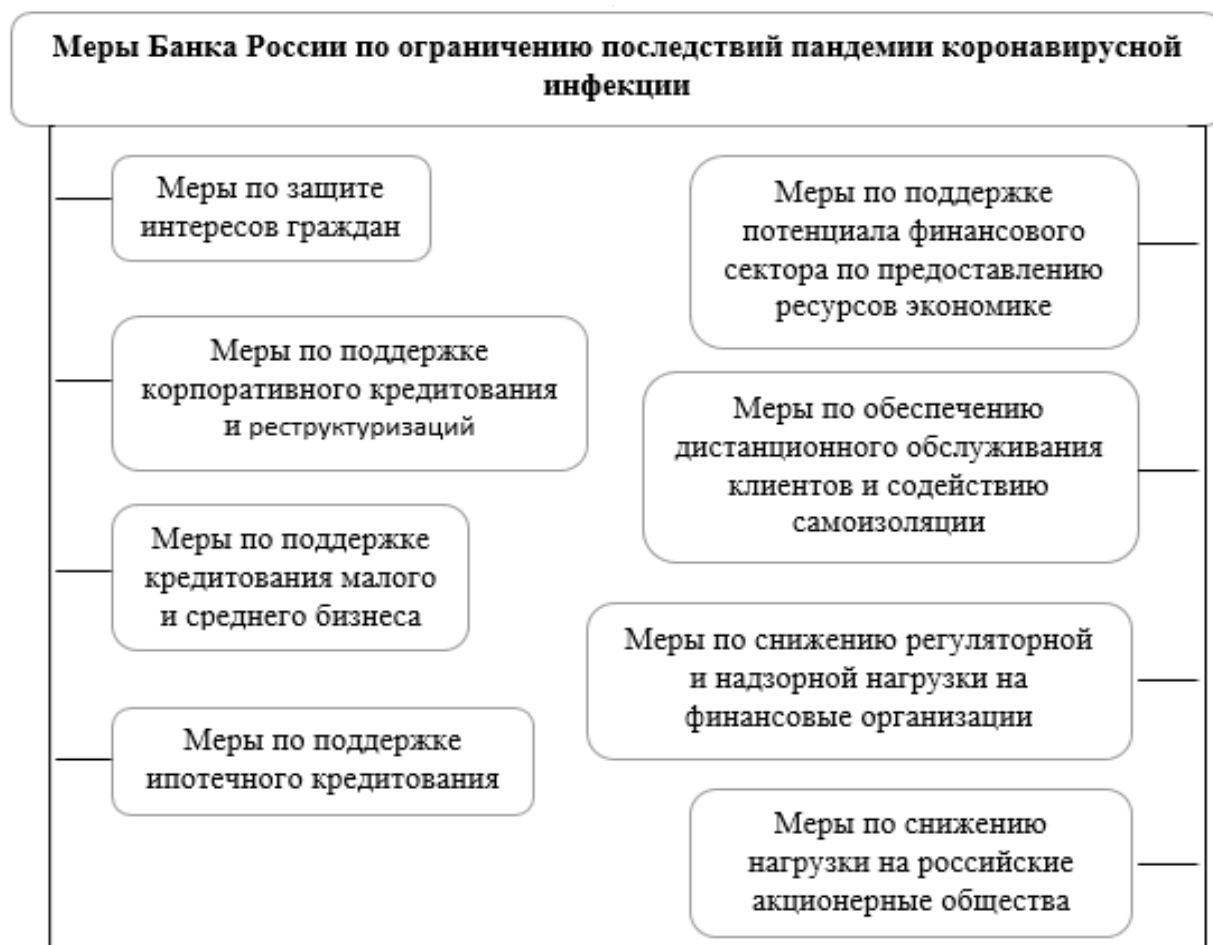


Рис. 2. Меры Банка России по ограничению последствий COVID-19 [9]

чтобы избежать будущих потерь, а в свою очередь население не готово брать их из-за нестабильного дохода. Ситуация с депозитами населения в декабре 2020 года улучшилась [8]. Если в 1 квартале был небольшой объем оттока (около 1%), то по результатам 2020 года средства на счетах физических лиц увеличились примерно на 0,8%. В то же время, средства организаций сократились на 1,4%, что было компенсировано притоком государственных средств.

По итогам 1–4 квартала 2020 года объем выданных кредитов физическим и юридическим лицам незначительно увеличился. Объем кредитов физическим лицам вырос и составил 18,3 трлн. руб. (+3,7%) [7]. Кредиты предприятиям увеличились на 7,8% и составил 42 трлн. руб. В конце 2020 и середине 2021 года наблюдается снижение по показателям, что было вызвано пиком пандемии [2].

Стоит отметить, что спрос на наличные в 1–4 квартале 2020 года превышает данный показатель в предыдущих периодах. Такое изменение связано с пред-

положениями о том, что во время изоляции населению не представится возможности снятия наличных денег [4]. В условиях неопределенности домохозяйства, как правило, показывают высокий спрос на наличные. Количество используемых наличных средств возросло до 11,2 трлн. руб. что указывает на рост около 700 млрд., о чем можно утверждать, опираясь на данные Банка России.

По состоянию на конец 2020 года было подано 200000 заявок на реструктуризацию от МСП [3]. Показатель готовности одобрить заявку стабильно держался уровня –78,4%, а общее число реструктурированных кредитов МСП фиксировало сумму, превышающую 480 млрд. руб. В то же время, размер долга по вышеупомянутой форме кредитования зафиксировался в районе 85 млрд. руб. (с учетом кредитных каникул), что составляет приблизительно 23% суммы долгового портфеля, принадлежащего субъектам МСП их соответствующих отраслей экономики. Субъектами МСП было подано не менее 1 тыс. заявок общим объемом более 15 млрд. руб. с целью реструктуризировать кредиты.

По состоянию на конец 2020 года было получено около 1,6 миллиона заявок от физических лиц. Банками рассмотрено 1,4 миллиона обращений граждан. Доля рассмотренных заявок увеличилась до 89,9% от общего числа полученных заявок. Удовлетворено 831 400 заявок на реструктуризацию кредита. Обращений о предоставлении кредитных каникул получено 240,5 тыс., удовлетворено 64,2% рассмотренных [10].

В целом депозиты как юридических, так и физических лиц выросли. На 460 млн. руб. или на 2% выросли средства физических лиц и на конец 4 квартала составили 23338 млрд. руб., что было связано с капитализацией начисленных банками процентов по вкладам. Депозиты юридических лиц выросли на 1321 млрд. руб.

Влияние пандемии на банковскую сферу отражается в общем ухудшении кредитного портфеля заемщиков, которое оценивается в 2–3 трлн. руб [1]. Комплекс мер, принятых правительством: нулевые кредиты, отсрочки — обойдутся банковскому сектору около 400 млрд. рублей вследствие выдачи пострадавшим отраслям банковской сферой суммарно около 4.5 трлн. рублей, из которых треть заняла выдача на компании лизинга (предполагает высокий риск).

В целом основные показатели деятельности кредитных организаций выросли по итогам 1–4 квартала 2020 года и 1–2 кварталов 2021 года. Однако, по сравнению с показателями предыдущего периода темпы роста ряда важных показателей замедлились из-за текущих проблем российской экономики [2].

Правительство РФ, Банк России и органы государственной власти проводят масштабный комплекс мер по борьбе с пандемией COVID-19, по социальной защите граждан, отраслей и сфер экономики, оказавшихся в наиболее сложной ситуации. Банковская сфера активно участвует в реализации этих мер, обеспечивая в условиях повышенных рисков бесперебойное функционирование национальной платежной системы и обслуживание клиентов по всему периметру финансовых услуг.

Банковские надзорные органы способны быстро изменять политику, следя за изменяющимся рынком. Надзорные ведомства призваны использовать необходимый комплекс подходов и динамичных стратегий с учетом корректировки относительно событий, связанных с осуществлением рискованных операций, и кризисных моментов в финансовом секторе, в банках.

Рассмотрим основные меры по ограничению последствий коронавирусной инфекции, предлагаемые Банком России:

1. Столкнувшись со снижением деловой активности, физические лица, оказавшиеся в сложной ситуации, могут воспользоваться кредитными каникулами для отсрочки платежа по кредитам на срок до 6 месяцев.

БР рекомендовал кредиторам уведомлять заемщиков через собственные сайты и другие коммуникационные каналы общения обо всех существующих планах реструктуризации и о процедуре начисления процентов, а также всех правилах и функциях регистрации различных видов кредитных каникул, отсрочек и льгот. Банк России предоставил банкам возможность не наращивать резервы по заемщикам и по реструктурированным кредитам, финансовое положение которых ухудшилось во время пандемии.

В случае подтверждения наличия коронавирусной инфекции у заемщиков существуют специальные рекомендации организациям кредитования, а именно, отменить назначение или не осуществлять его применительно к штрафам и пени, реструктурировав задолженность. Устранение негативного влияния событий по реструктуризации долга на кредитные истории заемщиков, связанные с распространением коронавирусной инфекции, сохранение у таких заемщиков возможности для привлечения кредитов и займов в будущем.

Для того, чтобы граждане могли совершать денежные переводы, а также в дополнение к минимизации использования наличных средств Банк России ограничил размер максимальных комиссий при переводе средств, используя систему быстрых платежей (СБП), осуществляемую Банком России. Итак, при переводе средств до 100000 рублей в месяц комиссия не взимается; при ежемесячном переводе более 100000 рублей комиссия составляет не более 0,5% от суммы перевода, но не более 1500 рублей.

2. В отношении юридических лиц БР предложил послабления для ссуд, предоставленных на строительство недвижимости, осуществление деятельности автовокзалов и автостанций, лизинговой деятельности. Банк России установил кредитной организации два лимита: первый лимит устанавливается на основе задолженности по кредиту, предоставленный на чрезвычайную помощь МСП, поддержание занятости. Второй лимит устанавливается на основе задолженности по кредитам, предоставленным заемщикам, которые не имеют статуса субъектов МСП.
3. В целях поддержания кредитруемых субъектов МСП, расширению подверглась программа рефинансирования [11]. Под поручительства АО «Корпорация МСП» процентная ставка ниже-

на с 6% до 4%, а окончательная процентная ставка по кредитам для МСП не должна превышать 8,5% с лимитом в 175 млрд. рублей. Процентная ставка по кредитам БР, предназначенная для поддержки кредитов МСП, снижена с 4,00% до 3,50% годовых.

4. Ускоренное внедрение новых методов оценки кредитного риска по ипотеке с учетом стандартов Базельского комитета (Базель III) в целях снижения ставок процента в отношении ипотек.
5. Банк России советует финансовым организациям выплачивать дивиденды по мере необходимости, для сохранения полноценной деятельности как в краткосрочной, так и в среднесрочной перспективе.
6. Предоставление возможности дистанционного открытия счета.
7. Создание подходящего списка по регламентации отчетов, к которым (речь об НКО и кредитных организациях) исключена возможность применения мер, содержащих прямые нарушения порядка сдачи отчетных документов в период с января 2020 года по июнь 2021 года [11].
8. Увеличение длительности собраний акционеров, проводящихся ежегодно, публикации целостного варианта отчетных документов, раскрытия информации в форме отчетов эмитента, годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности [3,9].

Совокупность рисков в кризис имеет волнообразный характер для кредитных организаций. Отличительной чертой нынешнего кризиса от потрясений 2008–2009 и 2014–2015 годов является поддержка банковской системы на начальном этапе: увеличение сроков и смягчение условий кредитования. Также был запущен регламент, позволяющий осуществлять выдачу беспроцентных кредитов с мотивировкой выдачи заработной платы, кроме того, были приняты планы выдачи кредитов организациям с уменьшенной ставкой и ипотечного кредитования при учете льгот, что в целом несвойственно деятельности банков даже в подобных ситуациях.

На фоне кризисов 2008–2009 и 2014–2015 годов уровень дефолтов крупных банков достигал 7–9% в корпоративном секторе и 20% в потребительском кредитовании. Текущий кризис, связанный с коронавирусной инфекцией может оказать влияние в большей степени на заемщиков МСП и розничных клиентов.

Следовательно, для текущих корпоративных клиентов и клиентов малого и среднего бизнеса и розничных клиентов рекомендуется банкам усилить мониторинг заемщиков, учитывая своеобразие текущего кризиса на основе следующих шагов:

Шаг 1. Подготовка нескольких планов развития кризиса различной степени тяжести и продолжительности.

Шаг 2. Дробление кредитного портфеля по отраслям и по степени негативного воздействия. По результатам этого анализа необходимо определить наиболее уязвимые и выигравшие от кризиса сферы. Далее выбрать крупнейшего заемщика из наиболее уязвимой группы для индивидуального анализа. Также возможно выбрать 20–30 крупнейших заемщиков для отдельного анализа, независимо от отраслевой принадлежности.

Шаг 3. Индивидуальный анализ выбранных заемщиков подразумевает упрощенное стресс-тестирование финансовых показателей, с использованием макро-шоков, отраслевых шоков и индивидуальных шоков. Получив показатели необходимо наложить на них дополнительную задолженность, достаточную для того, чтобы противостоять кризису, и оценить способность заемщика к погашению долга после кризиса. Далее необходимо провести анализ цепочки поставок заемщиков со стороны поставщиков, то есть выявить насколько уязвимы поставщики к кризису, есть ли альтернативные поставщики и как долго будет осуществляться замена. Также необходимо проанализировать клиентскую базу, определить, насколько клиенты уязвимы в период кризиса, выявить возможность и период получения отложенного потерянного дохода. Оценка потенциальной реалистичности антикризисных мер кредитуемых. Оценка способности государства к оказанию поддержки.

Шаг 4. Разделение проанализированных заемщиков на несколько категорий и определение стратегии сотрудничества с ними, например: если клиенты с приемлемым уровнем риска могут выдержать кризис при любых обстоятельствах, то следует увеличить лимиты и предоставить новые продукты. Если клиенты были «здоровы» до кризиса и могут нести дополнительную долговую нагрузку после кризиса, то следует предоставлять финансовую поддержку для преодоления кризиса. Это могут быть кредиты на оборотный капитал, реструктуризация существующего долга, «кредитные каникулы». Если клиенты были «нездоровы» до кризиса, неспособны ему противостоять, то следует приостанавливать выдачу, закрывать лимиты, реорганизовывать или ликвидировать.

Подводя итог, выделим основные меры безопасности для банковской системы в современных условиях:

- ◆ приостановление принятия новых инициатив, поскольку из-за растущей сложности удаленной работы банкам следует сосредоточиться на текущих операциях.



- ◆ поддержание текущего банковского кредитования при помощи накопленных буферных резервов капитала и ликвидности. Банки накопили эти буферные резервы сверх минимальных Базельских стандартов, для того, чтобы справиться с нагрузкой на ликвидность и потерей доходов от невыплаченных платежей по кредитам.
- ◆ реструктурирование кредитного портфеля банков для заемщиков и секторов, которые сильно пострадали.
- ◆ обеспечение прозрачности банковской системы: уточнение нормативно-правовой трактовки мер поддержки, направленных на кредитные гарантии, отсрочки платежей, прямые трансферты и субсидии.
- ◆ осуществление международной координации в целях поддержания единства международной основы для доверия к мировой финансовой системе и ее целостности.

Помимо негативных последствий, существуют и положительные стороны кризиса. Во-первых, некоторые отрасли могут извлечь выгоду из такого положения, например, цифровой бизнес или онлайн-торговля. Сфере здравоохранения потребуются дополнительное финансирование, так как у фармакологических компаний наблюдается рост показателей. Кредитным организациям необходимо определить отрасли, которые они готовы поддерживать, исходя из склонности к риску.

Во-вторых, можно ожидать, что спрос на цифровые каналы значительно возрастет. Банкам необходимо предпринять следующие меры для удовлетворения растущего спроса: обеспечить бесперебойную работу IT-систем, запустить целенаправленные информационные кампании, выделять больше ресурсов для улучшения инфраструктуры и повышения качества обслуживания, например, через колл-центры, онлайн-чаты.

На первоначальном этапе пандемии прослеживалась тенденция увеличения количества покупок: население расходовало больше денежных средств, что связано с введенным карантинным режимом. Затем такая активность постепенно стала снижаться. Также оборот по картам существенно изменился: от снятия наличных в пользу POS-транзакций и перевода «с карты на карту». Увеличились объемы покупок и оборот по покупкам в крупных интернет-магазинах. Несмотря на все происходящие изменения мобильные приложения были и останутся наиболее перспективным направлением развития банковских продуктов. Большинство людей, ранее не использовавшие мобильные банки, со временем полностью перешли на дистанционное обслуживание.

Тем самым, в связи с быстрым развитием кризиса и изменениями внешней ситуации кредитным организациям придется постоянно адаптироваться, чтобы минимизировать негативное влияние на банки, клиентов и сотрудников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехина А.Ю. Влияние пандемии covid-19 на предпринимательскую деятельность кредитных организаций в России // Экономика нового мира. 2021. № 1 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pandemii-covid-19-na-predprinimatelskuyu-deyatelnost-kreditnyh-organizatsiy-v-rossii> (Дата обращения: 11.10.2021).
2. Оценка влияния кризиса, связанного с пандемией COVID-19, на отрасли российской экономики и их посткризисное развитие [Текст]: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Ю.В. Симачев (рук. авт. кол.), Н.В. Акиндинова, М.Н. Глухова и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. — 45 с.
3. Правительство России [Электронный ресурс]: официальный сайт Правительства Российской Федерации: Меры Правительства РФ по борьбе с коронавирусной инфекцией и поддержке экономики. — Электрон. текстовые дан. — 1997–2021. — URL: [http://government.ru/support\\_measures/](http://government.ru/support_measures/) (Дата обращения: 02.10.2021).
4. Токарев К.К., Веселуха К.В., Симонянц Н.Н. Кредитный рынок России: современное состояние и перспективы развития. — Электрон. текстовые дан. — Modern Science. — 2020. — № 11–3. — С. 221–225. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44297527> (Дата обращения: 04.10.2021).
5. Читчян, Л.Х. Влияние COVID-19 на финансовую устойчивость международных банков / Л.Х. Читчян. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 6 (348). — С. 384–386. — URL: <https://moluch.ru/archive/348/78487/> (Дата обращения: 02.10.2021).
6. Экономика и банки в условиях глобальной нестабильности [Электронный ресурс]: сборник аналитических материалов / Ассоциация банков России — Электрон. текстовые дан. — М., 2020. — 144 с. — URL: [https://asros.ru/upload/iblock/ff4/ekonomika\\_i\\_banki\\_v\\_usloviyakh\\_globalnoy\\_nestabilnosti.pdf](https://asros.ru/upload/iblock/ff4/ekonomika_i_banki_v_usloviyakh_globalnoy_nestabilnosti.pdf) (Дата обращения: 27.09.2021).
7. Обзор финансовой стабильности IV квартал 2019 — IV квартал 2021 года // [Электронный ресурс]-URL: [https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/27911/OFS\\_22-01.pdf](https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/27911/OFS_22-01.pdf)
8. COVID-19: как реагировать банкам // [Электронный ресурс]-URL: <https://www.oliverwyman.com/ru/our-expertise/insights/2020/mar/responding-to-covid-19.html>

9. Меры Банка России по ограничению последствий пандемии коронавирусной инфекции // [Электронный ресурс]-URL: <https://e.mail.ru/attach/15921477740684030198/0%3B1/0033de115edc55998af7d1818cec2cca/?x-email=e.shirinyan21%40mail.ru&folder-id=0>
10. Банки одобрили более 35 тыс. кредитов на зарплаты на сумму более 89 млрд. рублей // [Электронный ресурс]-URL: <https://tass.ru/ekonomika/8603027> (Дата обращения: 02.10.2021).
11. Меры Банка России по ограничению последствий пандемии коронавирусной инфекции // [Электронный ресурс]-URL: [https://www.cbr.ru/vfs/finstab/plan\\_limit\\_covid.pdf](https://www.cbr.ru/vfs/finstab/plan_limit_covid.pdf) (Дата обращения: 02.10.2021).

---

© Чернышова Дарья Сергеевна (chernyshowa.darya@yandex.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ОБУЧЕНИЕ СЛОВАРЮ С ПОМОЩЬЮ ОПТИМАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ НЕЙРОННОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА

## VOCABULARY LEARNING VIA OPTIMAL TRANSPORT FOR NEURAL MACHINE TRANSLATION

Zhong Ruiyu

*Summary.* The choice of token vocabulary affects the performance of machine translation. This paper aims to figure out what is a good vocabulary and whether one can find the optimal vocabulary without trial training. To answer these questions, we first provide an alternative understanding of the role of vocabulary from the perspective of information theory. Motivated by this, we formulate the quest of vocabularization — finding the best token dictionary with a proper size — as an optimal transport (OT) problem. We propose VNMT, a simple and efficient solution without trial training. Empirical results show that VNMT outperforms widely-used vocabularies in diverse scenarios, including WMT-14 English-German and TED multilingual translation. For example, VNMT achieves almost 70% vocabulary size reduction and 0.5 BLEU gain on English-German translation.

*Keywords:* natural language processing, machine translation, vocabulary, optimal transport, machine learning, multilingual translation.

Чжун Жуйюй

Аспирант, ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский университет «Московский  
институт электронной техники»  
zry1988510@126.com

*Аннотация.* Выбор основных признаков словаря влияет на производительность машинного перевода. Эта работа стремится выяснить, что такое хороший словарный запас и можно ли найти оптимальный словарный запас без пробного обучения. Чтобы ответить на эти вопросы, мы сначала обеспечиваем альтернативное понимание роли словарного запаса с точки зрения теории информации. Исходя из этих предпосылок мы будем искать словарь с наилучшими признаками подходящего размера — как оптимальный транспорт (ОТ). Мы предлагаем VNMT, простое и эффективное решение без пробного обучения. Эмпирические результаты показывают, что VNMT превосходит широко используемые словари в различных сценариях, включая WMT-14 английский-немецкий и TED многоязычный перевод. Например, VNMT достигает почти 70% сокращения размера словарного запаса и 0,5 BLEU усиления в англо-немецком переводе.

*Ключевые слова:* обработки естественного языка, машинный перевод, словарь, оптимальный транспорт, машинное обучение, многоязычный перевод.

## Введение

Из-за дискретности текста построение словарного запаса является обязательным условием для нейронного машинного перевода (NMT) и многие другие средства обработки естественного языка (NLP) требуют задачи с использованием нейронных сетей [1]. В настоящее время, подходы к подсловам, такие как кодированные байт-пары (BPE) широко используются в обществе [2] и добиться на практике весьма многообещающих результатов [3]. Ключевой идеей этих подходов является выбор наиболее часто встречающиеся подслов (или части слов с более высокой вероятностью) в качестве словарных токенов.

В теории информации эти частотные подходы являются простыми формами сжатия данных для уменьшения энтропии, что делает корпус легко изучаемым и предсказуемым [4]. Однако влияние размера словарного запаса не в достаточной степени учитывались, поскольку современные подходы рассматривали только частоту (или энтропию) как основные критерии. Многие предыдущие исследования [5] показывают, что словар-

ный запас размер также влияет на производительность нисходящего потока, особенно на малоресурсных задачах. Из-за отсутствия соответствующего индуктивного смещения относительно размера, пробное обучение (а именно обход всех возможных размеров) обычно требует поиска оптимального размера, который требует высоких вычислительных затрат. Для удобства большинство существующих исследований принимают только широко используемые настройки в реализации. Например, 30К-40К является самым популярным параметром размера во всех 42 работах на конференции машинного перевода (WMT) в 2017 и 2018 годах [6].

В этой статье мы предлагаем изучить автоматические вокабулирование путем одновременного рассмотрения энтропии и размера словарного запаса без дорогостоящего пробного обучения. Разработка такого подхода вокабулизации необычен по двум основным причинам. Во-первых, сложно найти подходящие цели и одновременно оптимизировать их. Грубо говоря, энтропия корпуса уменьшается с увеличением словарного запаса, что приносит пользу модели обучения [7]. С другой стороны, слишком большое количество токенов приводит к тому,

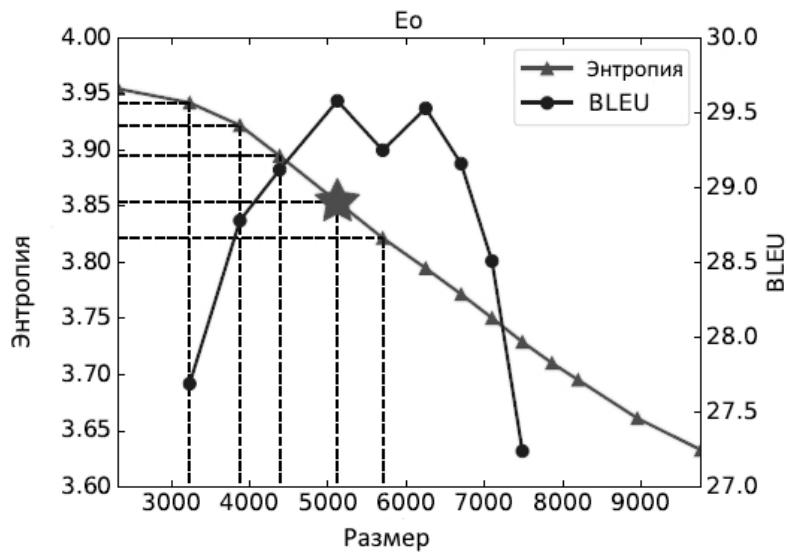


Рис. 1. Иллюстрация предельной полезности. Мы пробуем сгенерированные BPE словари разных размеров для перевода и рисуем их энтропию (см. уравнение 2) и линии BLEU. «Звезда» представляет словарь с максимальной предельной полезностью. Предельная полезность (см. Уравнение 1) оценивает увеличение выгоды (уменьшение энтропии) от увеличения стоимости (размера)

что токены разрежены, что вредит обучению модели [8]. Во-вторых, если предположить, что дано соответствующее измерение, по-прежнему сложно решить такую задачу дискретной оптимизации за счет экспоненциального пространства поиска.

Для решения вышеуказанных проблем мы предлагаем подход к обучению, основанный на изучении словарного запаса через оптимальный Транспорт, сокращенно VNMT. Он может дать соответствующий словарный запас за полиномиальное время, учитывая энтропию корпуса и размер словарного запаса. Конкретно, учитывая вышеупомянутое понимание противоречия между энтропией и размером, мы сначала заимствуем понятие предельной полезности в экономике [5] и предлагают использовать предельную полезность словарного запаса (MUV) в качестве измерения. Понимание довольно простое: в экономике предельная полезность используется для уравновешивания выгод и затрат, а мы используем MUV для балансировки энтропии (преимущества) и размера словарного запаса (стоимости). Высокое MUV ожидается для оптимальности по Парето. Формально MUV определяется как отрицательная производная энтропии к размеру словарного запаса. На рис. 1 приведен пример предельной полезности. Предварительные результаты проверки показывают, что MUV коррелирует с производительностью нисходящего потока в двух третях задач (см. рис. 2).

Тогда наша цель превращается в максимизацию MUV в приемлемой временной сложности. Мы переформу-

лируем нашу дискретную цель оптимизации в проблему оптимального транспорта [7], которую можно решить за полиномиальное время посредством линейного программирования. Интуитивно, процесс вокабуликации можно рассматривать как нахождение оптимальной транспортной матрицы от распределения символов до распределения токенов словарного запаса. Наконец, предлагаемый нами VNMT даст словарь оптимального транспорта матрицы.

Мы оцениваем наш подход по нескольким задачам машинного перевода, включая WMT-14 англо-немецкий перевод, двуязычный перевод TED, и многоязычный перевод TED. Эмпирические результаты показывают, что VNMT превосходит широко используемые словари в разнообразных сценариях. Кроме того, ВОЛЬТ — это легкое решение и не требует дорогостоящих вычислительных ресурсов. Для англо-немецкого перевода, VNMT требуется всего 30 часов использования графического процессора, чтобы найти словари, в то время как традиционное решение BPE-Search занимает 384 часа GPU.

### Обзор связанных научных работ

Первоначально большинство нейронных моделей было построено на словарях, состоящих из слов [1]. Эти модели показали многообещающие результаты, но существует общее ограничение, заключающееся в том, что словарям на уровне слов не удастся справиться с редкими словами при ограниченном размере словарного запаса.

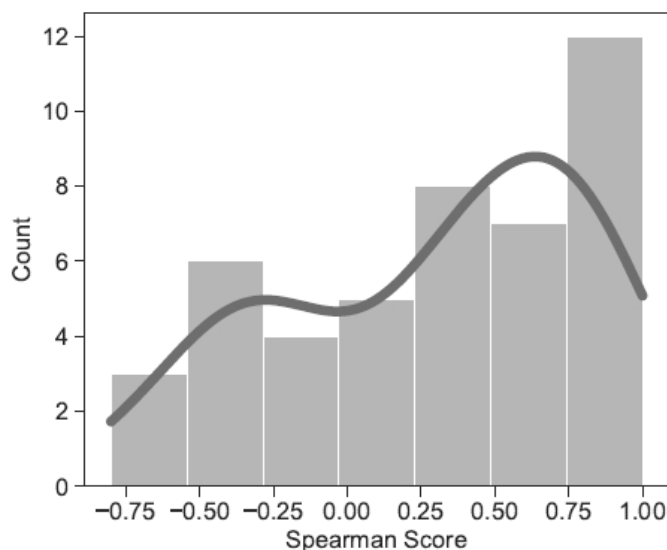


Рис. 2. Производительность MUV и нисходящего потока положительно коррелирует на две трети задач. Ось X классифицирует счёт Спирмена для разных групп. Ось Y показывает количество заданий в каждой группе. Середина — оценка Спирмена — 0,4.

Исследователи недавно предложили несколько передовых подходов к озвучиванию, такие как подход на уровне байтов [4], подход на уровне букв [5], и подсловные подходы [8]. Байт-парное кодирование (BPE) [7] предлагает получить словари уровня подслов. Общая идея такова: объединять пары часто встречающихся последовательностей символов и создавать подсловные единицы. Словари подслов могут рассматриваться как компромисс между словарями на уровне букв и словарями на уровне слов. В сравнении со словарями на уровне слов, это может уменьшить разреженность токенов и увеличить количество общих черт между похожими словами, которые, вероятно, имеют схожие семантические значения, такие как «счастливый» и «счастливее». По сравнению со словарями на уровне букв, у них более короткие предложения без редких слов. Вслед за BPE некоторые варианты недавно были предложены, как BPE-dropout [4], SentencePiece [6] и так далее.

Несмотря на многообещающие результаты, большинство существующих подслов-подходов учитывают только частоту, в то время как влиянием размера словарного запаса пренебрегают. Таким образом, требуется пробная тренировка для подбора оптимального размера, что приводит к высоким вычислительным затратам. Более того, в последнее время некоторые исследования отмечают эту проблему и предлагают некоторые практические решения [10].

### Предельная полезность словаря

В этом разделе мы предлагаем найти хорошее измерение словарного запаса с учетом энтропии и размера.

Как показано в разделе 1, нелегко найти соответствующую целевую функцию для их одновременной оптимизации. С одной стороны, с увеличением размера словарного запаса, энтропия корпуса снижается, что приносит пользу обучению модели [8]. С другой стороны, большой словарный запас вызывает взрыв параметров и проблему разреженности токенов, которая мешает обучению модели [9].

Для решения этой проблемы мы заимствуем понятие предельной полезности в экономике [7] и предлагаем использовать предельную полезность Вокабуляризации (MUV) как цель оптимизации.

### Определение MUV

Формально MUV представляет собой отрицательное отношение энтропии к размеру. Для упрощения мы используем меньший словарный запас для оценки MUV в реализации. Для этого MUV рассчитывается как:

$$\mathcal{M}_{v(k+m)} = \frac{-(\mathcal{H}_{v(k+m)} - \mathcal{H}_{v(k)})}{m}, \quad (1)$$

где  $v(k), v(k + m)$  — это два словаря, где  $k$  и  $k + m$  — это соответствующие токены.  $\mathcal{H}_v$  обозначает энтропию корпуса со словарём  $v$ , который определяется суммой энтропии токенов. Чтобы избежать влияния длины токена, здесь мы нормализуем энтропию со средней длиной токенов и конечной энтропией, которая определяется как:

$$\mathcal{H}_v = -\frac{1}{l_v} \sum_{j \in v} P(j) \log P(j), \quad (2)$$

где  $P(j)$  — соответствующая частотность токена  $j$  обучаемого корпуса, а  $l_v$  — обычная длина токенов в словаре  $v$ .

### Предварительные результаты

Для проверки эффективности MUV для измерение словарного запаса, мы проводим эксперименты на 45 языковых парах от TED и рассчитываем показатель корреляции Спирмена\* между оценками MUV и BLEU. Две трети пар показывают положительные корреляции, как показано на рисунке 2. Средний балл Спирмена — 0,4. Мы считаем, что это доказывает, что MUV имеет значение.

### Максимизация MUV посредством Оптимального Транспорта

В этом разделе подробно описываются предлагаемый подход. Сначала мы опишем оптимальное транспортное решение в разделе 4.1, за которым следует подробности реализации в разделе 4.2.

### Вокабулизиция с помощью оптимального транспорта

Учитывая набор словарей  $\mathbb{V}_{S[t]}$ , мы хотим найти словарь с наибольшей энтропией. Как следствие, целевая функция в уравнении 4 становится

$$\begin{aligned} & \min_{v \in \mathbb{V}_{S[t]}} \frac{1}{l_v} \sum_{j \in v} P(j) \log P(j), \\ \text{s.t. } & P(j) = \frac{\text{Token}(j)}{\sum_{j \in v} \text{Token}(j)}, \quad l_v = \frac{\sum_{j \in v} \text{len}(j)}{|v|}. \end{aligned}$$

Токен  $(j)$  — это частота токена  $j$  в словаре  $v$ .  $\text{len}(j)$  представляет длину токена  $j$ . Обратите внимание, что как распределение  $P(j)$ , так и средняя длина  $l_v$  зависят от выбора  $v$ .

### Предварительные задачи

Для того, чтобы получить податливую нижнюю границу энтропии, достаточно установить податливую верхнюю границу вышеуказанной целевой функции.

Мы принимаем правила слияния для сегментации сырого текста, аналогичного ВРЕ, где два последовательных токена будут объединены в один, если объединенный токен входит в словарный запас. Для этого пусть  $\mathbb{T} \in \mathbb{V}_{S[t]}$  будет словарным запасом, содержащим верхние значения  $S[t]$  наиболее часто встречающихся токенов,  $\mathbb{C}$  — множеством символов и  $|\mathbb{T}|, |\mathbb{C}|$  будут их размерами соответственно. Поскольку  $\mathbb{T}$  является элементом  $\mathbb{V}_{S[t]}$ , ясно, что у нас есть

$$\min_{v \in \mathbb{V}_{S[t]}} \frac{1}{l_v} \sum_{j \in v} P(j) \log P(j) \leq \frac{1}{l_{\mathbb{T}}} \sum_{j \in \mathbb{T}} P(j) \log P(j). \quad (5)$$

Здесь мы начинаем с верхней границы приведенной выше целевой функции, то есть

$$\frac{1}{l_{\mathbb{T}}} \sum_{j \in \mathbb{T}} P(j) \log P(j),$$

а затем найдём уточненный набор токенов от  $\mathbb{T}$ . Таким образом, мы уменьшаем пространство поиска на подмножества функции  $\mathbb{T}$ . Пусть  $P(j; i)$  — совместное распределение вероятностей токенов и символов, которые мы хотим изучить. Тогда у нас есть

$$\begin{aligned} \sum_{j \in \mathbb{T}} P(j) \log P(j) &= \sum_{j \in \mathbb{T}} \sum_{i \in \mathbb{C}} P(j, i) \log P(j) \\ &= \underbrace{\sum_{j \in \mathbb{T}} \sum_{i \in \mathbb{C}} P(j, i) \log P(j, i)}_{\mathcal{L}_1} \\ &+ \underbrace{\sum_{j \in \mathbb{T}} \sum_{i \in \mathbb{C}} P(j, i) (-\log P(i|j))}_{\mathcal{L}_2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Детали доказательства можно найти в Приложении С. Поскольку  $\mathcal{L}_1$  есть не что иное, как отрицательная энтропия совместного распределения вероятностей  $P(j, i)$ , обозначим это как  $H(P)$ . Пусть  $D$  — матрица  $|\mathbb{C}| \times |\mathbb{T}|$ , где  $(j, i)$  — вводные данные, которые задаются  $\log P(i|j)$ , и пусть  $P$  совместная матрица вероятностей, то мы можем написать

$$\mathcal{L}_2 = \langle P, D \rangle = \sum_j \sum_i P(j, i) D(j, i). \quad (7)$$

Таким образом, уравнение 6 можно переформулировать как следующую целевую функцию, которая имеет ту же самую форму как целевая функция в оптимальном транспорте:

$$\min_{P \in \mathbb{R}^{m \times n}} \langle P, D \rangle - \gamma H(P). \quad (8)$$

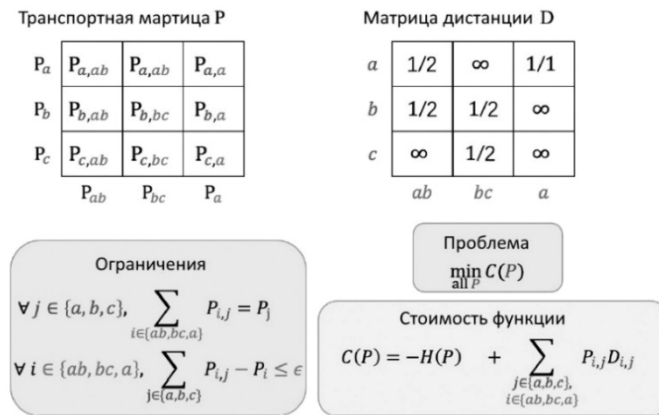


Рис. 4. Детали оптимального транспорта. Цель функции представляет собой сумму отрицательной энтропии и переноса стоимости. Каждый элемент  $D(i; j)$  в матрице расстояний является отрицательным логарифмом  $1/n$ , где  $n$  — длина токена  $i$ . Он определяет расстояние между символом  $j$  и токеном  $i$ . Чтобы избежать недопустимого транспорта между символом  $j$  и токеном  $i$ , мы установим расстояние на бесконечность, если целевой токен  $i$  не содержит символ  $j$ .

### Настройка OT

С точки зрения оптимального транспорта,  $P$  можно рассматривать как транспортную матрицу, и  $D$  можно рассматривать как матрицу расстояний. Интуитивно, оптимальный транспорт заключается в нахождении наилучшей транспортирующей массы из распределения символов к целевому распределению токенов с минимальной работой, это определяется как  $\langle P, D \rangle$ .

Для проверки обоснованности транспортных решений, добавляем следующие ограничения. Во-первых, чтобы избежать недействительного транспорта между символом  $i$  и токеном  $j$ , мы установим расстояние на  $+\infty$ , если целевой токен  $j$  не содержит символ  $i$ . В противном случае мы используем

$$\frac{1}{len(j)}$$

для оценки  $P(i|j)$ , где  $len(j)$  — длина токена  $j$ . Формально матрица расстояний определяется как

$$D(j, i) = \begin{cases} -\log P(i|j) = +\infty, & \text{if } i \notin j \\ -\log P(i|j) = -\log \frac{1}{len(j)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Кроме того, количество символов фиксировано, и мы устанавливаем сумму каждой строки в транспортной матрице равной вероятности символа  $i$ . Верхняя граница требований к символам для каждого токена фиксированы, и мы устанавливаем сумму каждого столбца в транспортной матрице на уровне вероятности токена  $j$ . В этом случае ограничения определяются как:

$$|\sum_i P(j, i) - P(j)| \leq \epsilon, \tag{9}$$

и

$$\sum_j P(j, i) = P(i). \tag{10}$$

Учитывая транспортную матрицу  $P$  и матрицу расстояний  $D$ , конечная цель может быть сформулирована как:

$$\begin{aligned} & \arg \min_{P \in \mathbb{R}^{|\mathcal{C}| \times |\mathcal{T}|}} -H(P) + \langle P, D \rangle, \\ \text{s.t. } & \sum_i P(i, j) = P(j), \quad |\sum_j P(i, j) - P(i)| \leq \epsilon, \end{aligned}$$

с малым  $\epsilon > 0$ . На рис. 4 показаны детали оптимального транспортного решения. Строго говоря, это несбалансированная энтропийная регуляризованная оптимальная транспортная проблема. Тем не менее, мы все еще можем использовать обобщенный алгоритм Синкхорна, чтобы эффективно найти целевой словарь, как подробно описано в разделе

[7]. Детали алгоритма показаны в алгоритме 1. На каждом временном шаге  $t$  мы можем создать новый словарь, связанный с показателями энтропии на основе транспортной матрицы  $P$ . Наконец, мы собираем эти словари, связанные с показателями энтропии, и выводим словарный запас, удовлетворяющий уравнению 3.

### Применение

Алгоритм 1 описывает процесс VNMT. Первое, мы ранжируем всех кандидатов в токены в соответствии с их частотой. Для упрощения мы принимаем токены, выработанное VPE, (например, VPE-100K) в качестве токенов-кандидатов.

**Algorithm 1: VNMT**

**Input:** A sequence of token candidates  $\mathbb{L}$  ranked by frequencies, an incremental integer sequence  $\mathbf{S}$  where the last item of  $\mathbf{S}$  is less than  $|\mathbb{L}|$ , a character sequence  $\mathbb{C}$ , a training corpus  $D_c$

**Parameters:**  $u \in \mathbb{R}_+^{|\mathbb{C}|}$ ,  $v \in \mathbb{R}_+^{|\mathbb{T}|}$

vocabularies = []

**for** *item* in  $\mathbf{S}$  **do**

    // Begin of Sinkhorn algorithm

    Initialize  $u = \text{ones}()$  and  $v = \text{ones}()$

$\mathbb{T} = \mathbb{L}[: \textit{item}]$

    Calculate token frequencies  $P(\mathbb{T})$  based on  $D_c$

    Calculate char frequencies  $P(\mathbb{C})$  based on  $D_c$

    Calculate  $D$

**while** *not converge* **do**

$u = P(\mathbb{T}) / Dv$

$v = P(\mathbb{C}) / D^T u$

$\text{optimal\_matrix} = u.\text{reshape}(-1, 1) * D * v.\text{reshape}(1, -1)$

    // End of Sinkhorn algorithm

$\text{entropy, vocab} = \text{get\_vocab}(\text{optimal\_matrix})$

$\text{vocabularies.append}(\text{entropy, vocab})$

**Output**  $v^*$  from vocabularies satisfying Eq. 3

Рис. 5

Мы в этой работе просто принимаем BPE-100K для двуязычного перевода и BPE-300K для многоязычного перевода. Все кандидаты в токены с их вероятностями затем используются для инициализации L в алгоритме 1.

Размер возрастающей целочисленной последовательности S является гиперпараметром и устанавливается в (1K; ...; 10K) для двуязычный перевод, (40K; ...; 160K) для многоязычного перевода. На каждом временном шаге мы можем получить словарь с максимальной энтропией на основе транспортной матрицы. Неизбежно возникает проблема незаконной перевозки из-за смягчения ограничений.

Мы удаляем токены с распределенными символами, частотность токенов которых менее 0,001. Наконец, мы перечисляем все временные интервалы и выбираем словарный запас, удовлетворяющий уравнению 3 в качестве окончательного словаря.

После создания словаря, VNMT использует жадную стратегию кодирования текста, аналогичную BPE. Для того чтобы кодировать текст, он сначала разбивает предложения на уровень символов-токенов. Затем мы объединяем два последовательных токена в один токен, если объединенный токен находится в словаре. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не останется токенов, которые можно объединять. Токены вне словаря будут разделены на более мелкие токены.

**Заключение**

В этой работе мы предлагаем новый подход к поиску словаря без трейловой подготовки. Вся структура начинается с информационно-теоретического понимания. В соответствии с этим пониманием мы определяем целью вокабуляризации двухэтапную дискретную оптимизацию и предлагаем принципиально оптимальное транспортное решение VNMT.



ЛИТЕРАТУРА

1. Christian Bentz and Dimitrios Alikaniotis. 2016. The word entropy of natural languages. arXiv preprint arXiv:1606.06996.
2. Philip Gage. 1994. A new algorithm for data compression. C Users Journal, 12(2):23–38.
3. ulia Kreutzer and Artem Sokolov. 2018. Learning to segment inputs for NMT favors character-level processing. CoRR, abs/1810.01480.
4. Xiaodong Liu, Kevin Duh, Liyuan Liu, and Jianfeng Gao. 2020. Very deep transformers for neural machine translation. CoRR, abs/2008.07772.
5. Nathaniel FG Martin and James W England. 2011. Mathematical theory of entropy. 12. Cambridge university press.
6. Nathaniel FG Martin and James W England. 2011. Mathematical theory of entropy. 12. Cambridge university press.
7. Paul A Samuelson. 1937. A note on measurement of utility. The review of economic studies, 4(2):155–161.

© Чжун Жуйюй ( zry1988510@126.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## РОЛЬ ВИТАМИНА D В ЛЕЧЕНИИ ГЕНИТАЛЬНОГО ЭНДОМЕТРИОЗА У ЖЕНЩИН С БЕСПЛОДИЕМ

### THE ROLE OF VITAMIN D IN THE TREATMENT OF GENITAL ENDOMETRIOSIS IN WOMEN WITH INFERTILITY

**S. Ahmedova  
N. Omarov  
A. Esedova**

*Summary.* It is now known that vitamin D deficiency is associated with reduced fertility. The aim of this study was to assess the degree of effect of vitamin D supplementation on reproductive function in women with endometriosis. It has been shown that the optimal tactic for managing women with endometriosis and infertility is complex treatment, including laparoscopic surgery against the background of correction of vitamin D deficiency followed by hormone therapy with dienogest for 3–6 months. This approach allows you to increase the likelihood of conception and successful pregnancy.

*Keywords:* endometriosis, infertility, surgical treatment, vitamin D, dienogest.

**Ахмедова Саида Рафиковна**

*К.м.н., ассистент, Дагестанский государственный медицинский университет МЗ РФ  
saida.ahmedova2017@yandex.ru*

**Омаров Наби Султан-Мурадович**

*Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет МЗ РФ  
sitoru@gmail.com*

**Эседова Асият Эседовна**

*Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет МЗ РФ  
tuminat.idrisova.85@mail.ru*

*Аннотация.* На сегодняшний день известно, что дефицит витамина D ассоциирован со снижением фертильности. Целью настоящего исследования была оценка степени влияния коррекции витамина D на репродуктивную функцию у женщин с эндометриозом. Показано, что оптимальной тактикой ведения женщин с эндометриозом и бесплодием является комплексное лечение, включающее лапароскопическое хирургическое вмешательство на фоне коррекции дефицита витамина D с последующей гормонотерапией диеногестом в течении 3–6 месяцев. Подобный подход позволяет повысить вероятность зачатия и успешного вынашивания беременности.

*Ключевые слова:* эндометриоз, бесплодие, хирургическое лечение, витамин D, диеногест.

### Введение

**Ч**астота эндометриоза у женщин репродуктивного возраста составляет 5–10%, а ежегодная заболеваемость — 0,1% [1,2]. Однако истинную распространенность эндометриоза оценить сложно, поскольку основным методом диагностики заболевания является лапароскопия с последующей биопсией и гистологической верификацией подозрительных участков, которая представляет собой инвазивную и дорогостоящую методику [3].

Помимо хронической тазовой боли, эндометриоз нередко приводит к снижению фертильности. Prescott J. et al. (2016) в крупном когортном исследовании выявили, что у женщин в возрасте до 35 лет с лапароскопически подтвержденным эндометриозом риск бесплодия в 2 раза выше по сравнению с женщинами без эндометриоза [4]. По некоторым данным, при лапароскопическом обследовании женщин с бесплодием эндометриоз выявляется в 20–55% случаев [5, 6].

В настоящее время основной стратегией лечения эндометриоза является хирургическое удаление эндометриодных очагов и гормонотерапия [7]. Однако результаты лечения не всегда оказываются удовлетворительными, о чем свидетельствует достаточно высокая частота рецидивов заболевания и проблемы с зачатием. В этой связи в настоящее время продолжается поиск эффективных методов лечения эндометриоза, ассоциированного с бесплодием.

В последние годы в научной литературе широко обсуждается роль витамина D в функционировании всего организма, в том числе репродуктивной системы. Исследования свидетельствуют об антипролиферативном, противовоспалительном и иммуномодулирующем действии витамина D на организм, которые реализуются через регуляцию транскрипции генов-мишеней [8]. Доказано снижение фертильности при дефиците витамина D [9]. Представленные данные позволяют рассматривать витамин D в качестве перспективного агента для лечения эндометриоза.

Таким образом, высокая распространенность эндометриоза у женщин фертильного возраста, частое сочетание с бесплодием, сложности в лечении данной категории пациенток обуславливают актуальность проведенного исследования.

### Цель исследования

Оценить степень влияния коррекции витамина D на репродуктивную функцию у женщин с эндометриозом.

### Материалы и методы

В исследование включены 240 женщин в возрасте 25–35 лет, которым было проведено лапароскопическое хирургическое вмешательство по поводу доброкачественной неоплазии женских половых органов. Критериями исключения из исследования явились беременность; возраст до 25 лет; психические заболевания; злокачественные новообразования; воспалительные заболевания органов малого таза; инфекции, передающиеся половым путем; эндокринные заболевания, в том числе ожирение.

В зависимости от назначенного лечения женщины были разделены на группы: 1-я группа — только хирургическое лечение (ХЛ) ( $n=60$ ); 2-я группа — ХЛ+витамин D ( $n=60$ ); 3-я группа — ХЛ+«Диеногест» ( $n=60$ ); 4-я группа — ХЛ+«Диеногест»+витамин D ( $n=60$ ).

Перед операцией всем женщинам были проведены общеклиническое обследование, гинекологический осмотр, стандартное лабораторное обследование, трансабдоминальное и транвагинальное ультразвуковое сканирование органов малого таза, магнитно-резонансная томография малого таза. Гистологическое исследование операционного материала проводили в патоморфологической лаборатории по стандартной методике. Стадию эндометриоза определяли по классификации Американского общества фертильности (r-AFS, 1996).

Уровень 25-гидроксикальциферола (25(OH)D) в сыворотке крови определяли хемилюминесцентным методом, концентрацию менее 20 нг/мл расценивали как дефицит, 21–29 нг/мл — как недостаточность, более 30 нг/мл считали нормой. Определяли уровни провоспалительных цитокинов — интерлейкина (ИЛ)-6, ИЛ-1, ИЛ-1 $\beta$ , фактора некроза опухоли (ФНО)- $\alpha$ , ИЛ-4, сосудисто-эпителиального фактора роста (VEGF-R1 и VEGF-A) в сыворотке крови и перитонеальной жидкости методом иммуноферментного анализа.

Овариальный резерв оценивали путем определения уровня антимюллерова гормона (АМГ) и фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) в сыворотке крови на 2–3 день менструального цикла методом иммуноферментного анализа.

мулирующего гормона (ФСГ) в сыворотке крови на 2–3 день менструального цикла методом иммуноферментного анализа.

До хирургического вмешательства пациенткам во 2-й и 4-й группах был назначен колекальциферол, дозу которого определяли в зависимости от степени недостаточности витамина D при первичном обследовании (7000 МЕ в сутки). Курсовая доза при недостаточности витамина D составила 200 тыс. МЕ, при дефиците — 400 тыс. МЕ. Курс лечения — 4–8 недель, после чего рекомендовалась поддерживающая доза препарата (500 МЕ) до наступления беременности. В 3-й и 4-й группах проводили послеоперационную гормонотерапию диеногестом в дозе 2 мг в непрерывном режиме в течение 3–6 мес. Эффективность проводимого лечения оценивали посредством учета общего количества наступивших беременностей у пациенток в течении 12 мес. после ХЛ в 1-й и 2-й группах или после отмены диеногеста в 3-й и 4-й группах.

Статистический анализ проводили с помощью пакета программ Statistica 6.1 (StatSoft) и Microsoft Excel v. 11.8. Использовали методы непараметрической статистики: U-критерий Манна-Уитни, критерий Краскела-Уоллиса и t-критерий Фишера. Поскольку в исследовании сравнивали данные четырех групп, статистически значимыми считали различия при значении  $p < 0,0085$ . Статистическую связь между показателями оценивали с помощью корреляционного анализа. Пороговые значения показателей выявляли с помощью ROC-анализа. Для каждого значимого порогового значения рассчитывали относительный шанс (ОШ) и относительный риск (ОР) события с 95% доверительным интервалом (ДИ).

### Результаты и обсуждение

У 83% обследованных женщин с эндометриозом преобладало первичное бесплодие, средняя длительность которого составила  $6,7 \pm 2,3$  года. У всех женщин был определен дефицит витамина D в сыворотке крови: в 1-й группе уровень витамина D составил  $18,2 \pm 5,7$  [6,7; 27,3] нг/мл, во 2-й —  $17,6 \pm 5,3$  [5,2; 27,9] нг/мл, в 3-й —  $16,1 \pm 3,8$  [4,6; 25,8] нг/мл, в 4-й —  $17,01 \pm 5,4$  [5,1; 27,3] нг/мл ( $p < 0,0085$ ). Не было выявлено зависимости концентрации витамина D от сезонности, региона постоянного проживания женщины, возраста и социально-бытовых условий. Через 2 месяца лечения колекальциферолом у всех пациенток отмечена нормализация уровня витамина D.

Известно, что эндометриоз характеризуется воспалительными изменениями в перитонеальной жидкости, что проявляется дисбалансом и дисфункцией макрофагов, натуральных киллеров и Т-лимфоцитов, а также по-

Таблица 1. Показатели овариального резерва в исследуемых группах до и после лечения

Группа исследования	Время оценки показателей	АМГ, нг/мл	ФСГ, мМЕд/мл	Число фолликулов в оперированном яичнике	Число фолликулов в интактном яичнике
1-я группа	До лечения	3,85±0,38	7,04±0,33	5,58±0,49	7,35±0,82
	После лечения	1,14±0,54	11,47±0,19	3,35±0,44	6,95±0,59
2-я группа	До лечения	3,91±0,35	6,12±0,71	6,47±0,21	8,71±0,63
	После лечения	2,04±0,99	9,7±0,46	4,12±0,31	7,62±0,79
3-я группа	До лечения	3,81±0,17	6,75±0,07	5,62±0,25	8,05±0,91
	После лечения	1,62±0,22	10,72±0,83	3,91±0,98	7,55±0,43
4-я группа	До лечения	3,89±0,22	7,21±0,18	6,08±0,51	8,27±0,58
	После лечения	2,69±0,37	8,47±0,91	4,82±0,74	7,56±0,69
р		p <sub>1</sub> =0,0003 p <sub>2</sub> <0,0001 p <sub>3</sub> <0,0001 p <sub>4</sub> =0,0002	p <sub>1</sub> =0,00002 p <sub>2</sub> <0,0001 p <sub>3</sub> <0,0001 p <sub>4</sub> =0,0071	p <sub>1</sub> <0,0001 p <sub>2</sub> <0,0001 p <sub>3</sub> =0,0042 p <sub>4</sub> =0,0007	p <sub>1</sub> =0,0084 p <sub>2</sub> =0,0005 p <sub>3</sub> <0,0001 p <sub>4</sub> =0,0003

вышением экспрессии провоспалительных цитокинов и факторов ангиогенеза [10]. В совокупности с пониженным уровнем витамина D эти факторы отрицательно влияют на активность сперматозоидов и репродуктивную функцию.

В нашем исследовании у пациенток, имеющих дефицит витамина D, по сравнению с пациентками, которым проводилась коррекция уровня витамина D, в перитонеальной жидкости относительное и абсолютное число макрофагов было существенно выше, а процентное соотношение лимфоцитов — ниже, хотя абсолютные показатели значимо не менялись в связи с возрастанием общей клеточной насыщенности перитонеальной жидкости.

Уровни ИЛ-1β, ИЛ-6 и ФНО-α у женщин с недостаточностью витамина D (1-я и 3-я группы) были в 1,6–1,2 раза выше, чем у женщин с нормальным содержанием витамина D. Наиболее высокий уровень провоспалительных маркеров отмечен у женщин, получивших только ХЛ. Обращал на себя внимание высокий уровень ИЛ-4 у женщин с нормальным статусом витамина D, однако межгрупповая разница по этому показателю была не так выражена по сравнению с другими показателями. При оценке уровня провоспалительных маркеров в перитонеальной жидкости отмечена схожая картина.

В таблице представлены показатели овариального резерва в исследуемых группах до и после лечения.

До ХЛ уровни АМГ и ФСГ, а также число фолликулов в яичниках в исследуемых группах были сопоставимы. В динамике выявлено наиболее значимое снижение

уровня АМГ в 1-й и 3-й группах, а наиболее высокие показатели отмечены у женщин, которым проводилась коррекция уровня витамина D на фоне приема диеногеста (4-я группа). Та же тенденция прослеживается в отношении уровней ФСГ и числа фолликулов в оперированном яичнике. Кроме того, в 4-й группе отмечены наилучшие показатели в отношении купирования тазовой боли и наименьшая частота нарушений менструальной функции через 12 мес. после лечения.

Самостоятельная беременность в 1-й группе наступила в 13 (21,7%) случаях, во 2-й — у 21 (35,0%) пациентки, у 3-й — у 29 (48,3%) и в 4-й — у 31 (51,7%) женщины. Во 2-й группе наибольшее число зачатий отмечено в срок 3–6 мес. после ХЛ, что, по-видимому, связано с постепенным насыщением организма витамином D. В других группах наибольшее число беременностей зафиксировано в первые 3 мес. после ХЛ или окончания курса приема диеногеста. Таким образом, отмечено повышение числа беременностей в обследованных группах в 1,6 раза при коррекции недостаточности витамина D и в 2,3 раза при сочетании коррекции недостаточности витамина D с гормональным лечением диеногестом.

### Заключение

Оптимальной тактикой ведения женщин с эндометриозом и бесплодием является комплексное лечение, включающее лапароскопическое хирургическое вмешательство на фоне коррекции дефицита витамина D с последующей гормонотерапией диеногестом в течении 3–6 месяцев. Подобный подход позволяет повысить вероятность зачатия и успешного вынашивания беременности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Gylfason J.T., Kristjansson K.A., Sverrisdottir G. et al. Pelvic endometriosis diagnosed in an entire nation over 20 years // *Am.J. Epidemiol.* 2010. Vol.172. P. 237–243.
2. Somigliana E., Berlanda N., Benaglia L. et al. Surgical excision of endome-triomas and ovarian reserve: a systematic review on serum antimullerian hormone level modifications // *Fertil Steril.* 2012. Vol. 98. P. 1531–1538.
3. Agarwal S.K., Chapron C., Giudice L.C. et al. Clinical diagnosis of endometriosis: a call to action // *Am J Obstet Gynecol.* 2019. Vol.220. № 4. P. 354.e1–354.e12
4. Prescott J., Farland L.V., Tobias D.K. et al. A prospective cohort study of endometriosis and subsequent risk of infertility // *Hum Reprod.* 2016. Vol.31. № 7. P. 1475–1482.
5. Логинова О.Н., Сонова М.М. Эндометриоз и бесплодие: патофизиология и тактика ведения // *Российский вестник акушера-гинеколога.* 2011. № 6. С. 47–53.
6. Tanbo T., Fedorcsak P. Endometriosis-associated infertility: aspects of pathophysiological mechanisms and treatment options // *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2017. Vol.96. № 6. P. 659–667.
7. Dunselman G.A., Vermeulen N., Becker C. et al. ESHRE guideline: Management of women with endometriosis // *Hum. Reprod.* 2014. Vol.29. P. 400–412.
8. Калинин С.Ю., Жиленко М.И., Гусакова Д.А. Витамин D и репродуктивное здоровье женщин // *Проблемы репродукции.* 2016. № 4. С. 28–36.
9. Pilz S., Zittermann A., Obeid R. et al. The Role of Vitamin D in Fertility and during Pregnancy and Lactation: A Review of Clinical Data // *Int J Environ Res Public Health.* 2018. Vol.15. № 10. P. 2241.
10. Llarena N.C., E.G. Richards, A. Priyadarshini et al. Characterizing the endometrial fluid cytokine profile in women with endometriosis // *J Assist Reprod Genet.* 2020. Vol.37. № 12. P. 2999–3006.

© Ахмедова Саида Рафиковна ( saida.ahmedova2017@yandex.ru ),

Омаров Наби Султан-Мурадович ( sitoru@gmail.com ), Эседова Асият Эседовна ( muminat.idrisova.85@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

# ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ (COVID-19) В СОЧЕТАНИИ С КОМОРБИДНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ У БОЛЬНЫХ

## FEATURES OF THE COURSE OF A NEW CORONAVIRUS INFECTION (COVID-19) IN COMBINATION WITH COMORBID DISEASES IN PATIENTS

V. Vlasov

*Summary.* Comorbidity in the conditions of the spread of a new coronavirus infection (COVID-19) plays an important role in predicting possible outcomes of the disease, and in particular in the occurrence of a “cytokine storm”, the transition to the stage of decompensation of chronic therapeutic pathology of the patient, increases the risk of possible undesirable drug interactions. Treatment of such patients requires special attention and knowledge of the features of clinical manifestations of viral infection in conditions of its combination with comorbid diseases.

*Keywords:* comorbidity, new coronavirus infection, chronic diseases.

**Власов Владимир Олегович**

Терапевт, ГБУЗ Ставропольского края «Георгиевская районная больница» Георгиевская поликлиника №2  
docvlasov@yandex.ru

*Аннотация.* Отягощенность состояния пациента наличием коморбидных заболеваний в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) играет важную роль в прогнозировании возможных исходов болезни, а в частности в возникновении «цитокинового шторма», перехода в стадию декомпенсации хронической терапевтической патологии пациента, повышает риск возможных нежелательных лекарственных взаимодействий. Лечение подобных пациентов требует особого внимания и знаний особенностей клинических проявлений вирусной инфекции в условиях ее сочетания с коморбидными заболеваниями.

*Ключевые слова:* коморбидность, новая коронавирусная инфекция, хронические заболевания.

**1** декабря 2019 года в китайской провинции Хубэй официально подтвердилась вспышка неизвестной ранее вирусной инфекции, исследование возбудителя данного заболевания, дало ученым понять, что данный возбудитель относится к группе коронавирусов — SARS-CoV-2. В феврале 2020 г. Всемирная организация здравоохранения утвердила и закрепила за новым заболеванием официальное название «COVID-19» («Coronavirus disease 2019»).

Оказалось, что схожесть генетической структуры с ранее известным возбудителем SARS составляет 70%, а для проникновения в клетку используется тот же рецептор (АПФ2), однако сродство поверхностного белка у нового вируса выше порядка 10–20 раз. Это значительно повышает контагиозность новой коронавирусной инфекции [1].

Принято разделять патогенез новой коронавирусной инфекции на три фазы заболевания: продромальный период, стадия клинического проявления, постинфекционные респираторные синдромы.

Проникновение вируса COVID-19 в организм человека начинается со связывания его с эпителиальными

клетками слизистой оболочки через рецептор АПФ2, затем следует репликация вируса в клетке. Исходя из имеющихся исследований данной темы известно, что ресничные клетки дыхательных путей чаще всего являются аффекторными клетками [2]. Спустя несколько дней после проникновения в клетку, начинается активное распространение вируса, сопровождающееся минимальными клиническими проявлениями у пациента. На этом этапе заболевания наиболее эффективны назальные мазки с целью выявления возбудителя.

Еще данный период заболевания характерен активной выработкой поражёнными клетками интерферонов. Этот процесс важен тем, что именно активность от активности иммунного ответа на данном этапе зависит степень тяжести заболевания [3].

Основных варианта развития дальнейших событий два, либо вирус локализуется в отделе верхних дыхательных путей и в дальнейшем происходит его элиминация, такой вариант встречается по данным литературы у 80% заболевших. Либо пациента ждет тяжелое течение заболевания с поражением нижних отделов дыхательных путей с развитием вирусной пневмонии и других нежелательных явлений в виде не респираторных поражений.

Способность возбудителя вызывать гипериммунный ответ с высвобождением огромного количества воспалительных цитокинов связана с быстрой и массивной репликацией вируса в именно альвеолах легких, имеющих благоприятные условия для размножения вируса.

Также существуют данные о снижении количества Т-клеток (CD4+ и CD8+), а оставшиеся клетки функционируют ограниченно [4]. В связи с этим возникает риск вторичных инфекций бактериальной природы, что ведет к высвобождению дополнительных воспалительных каскадов.

В условиях имеющихся заболеваний в виде артериальной гипертензии и сахарного диабета 1 и 2 типов ослабленная иммунная система не в состоянии ограничить репликацию вируса и заболевание резко прогрессирует. Отсутствие адекватного медикаментозного лечения в этот критический период в большинстве случаев приводит к летальному исходу. Четкое понимание патогенетического механизма прогрессирования заболевания позволяет незамедлительно назначить адекватную медикаментозную терапию, требуемую для критического периода заболевания и уберечь пациента от нежелательных последствий [5].

Формированию знаний о патогенезе новой вирусной инфекции способствовали гистологические исследования легочной ткани больных. Описанные специалистами изменения включают тромбоз сосудов легкого, инфильтрацию ткани лимфоцитами и нейтрофилами. Описанные изменения явились следствием цитопатического воздействия вируса. [8]. Данные изменения при вирусной пневмонии, вызванной COVID-19 отличаются от встречающихся при типичной бактериальной пневмонии, соответственно и состояние требует иного лечения.

У пациентов в условиях наличия исходных коморбидных заболеваний в сочетании с COVID-19 значительно возрастает риск развития осложнений в виде ДВС синдрома (71%), острой сердечно-сосудистой недостаточности (до 20%), респираторного синдрома (до 33%).

Из описанных выше изменений в организме при тяжелом течении COVID-19 ясно представляется, что вирус вызывает ассоциированную с ним коагулопатию. Возрастает риск тромбоза вен глубоких конечностей (до 25%) и тромбоза легочной артерии (до 31%) [1]. Очередным важным диагностическим маркером, определяющим степень тяжести заболевания и его исход, является Д-димер.

Исследователи считают, что при наличии в анализах увеличение показателя в 3–4 раза является абсолютным

показанием к госпитализации, хотя другие показатели коагулограммы могут быть в пределах допустимых значений. По данным литературы в группе пациентов с повышением уровня Д-димеров в 6 раз пропорционально увеличивался уровень смертности до 52.4% [5]. Один из механизмов развития микрососудистого тромбоза заключается в наличии на эндотелиальных клетках сосудов рецептора к АПФ2, являющегося «мишенью» для вирусных частиц. Именно возникающий вследствие этого эндотелиит, и дисфункция эндотелия приводит в последующем к полиорганной недостаточности. На данный момент с целью коррекции коагулопатии рекомендуется применение препаратов гепарина [7]. Идут споры по поводу длительности антикоагулянтной терапии, на данный момент считается, что лечение должно проводиться не менее 6 недель в случае катетер ассоциированного тромбоза и не менее 3 месяцев в случае венозных тромбозных осложнений. Считается оправданным продолжение терапии у пациентов с наличием повышенных показателей Д-димеров более чем в 2 раза.

Кроме возможности воздействия на эндотелий сосудов, COVID-19 приводит к острому повреждению миокарда, в том числе за счет прямого кардиотоксического действия [6].

Пациенты с имеющийся сердечно-сосудистыми патологиями имеют риск перехода заболеваний в стадию декомпенсации. Важно безукоризненно продолжать прием медикаментозной терапии, назначенной по поводу имеющихся заболеваний с учетом кардиотоксического эффекта противовирусных свертывающих и межлекарственных взаимодействий. [1]

В группу риска попадают также пациенты с сахарным диабетом первого и второго типа. Отрицательное влияние гипергликемии на иммунную систему объясняют высокую частоту заболеваемости COVID-19 (до 30%). Течение заболевания у данных больных связанной с риском развития тяжелой дыхательной недостаточности и Острого респираторного дистресс-синдрома. Согласно данным исследователей летальность при сочетании СД с COVID-19 составляет 7.3% в отличии от 2.3% в отсутствии СД. [8] Для пациентов данной группы крайне важен еще больший контроль за уровнем гликемии.

Анализ клинических данных о течении COVID-19 у пациентов с коморбидными заболеваниями не выявил значимое воздействие вируса SARS-CoV-2 на течение хронических заболеваний печени. Более значимым считается риск нежелательных лекарственных взаимодействий в условиях полипрагмазии у коморбидных пациентов на фоне лечения COVID-19, а также прямого гепатотоксического воздействия противовирусных средств, антибактериальных препаратов, антипиретиков.

Хотелось бы рассмотреть также связь COVID-19 с хроническими заболеваниями почек, на данный момент клинически достоверных данных недостаточно, что делать выводы о прямой связи тяжести коронавирусной инфекции и наличии у пациентов той или иной хронической патологии почек. Существуют некоторые данные из которых следует, что у пациентов, имеющих исходное значение уровня мочевины выше нормального в 2 раза либо наличие острого почечного повреждения с повышением уровня мочевины в 3.5 раза имели значительное увеличение риска летального исхода в 2 и 3.8 раза соответственно [8].

Исследователи отмечают частоту выявления острого повреждения почек у заболевших COVID-19 (около 15%) при госпитализации, а у больных в условиях ОРИТ (до 70%). Несомненно, острое повреждение почек является независимым фактором риска летального исхода у пациентов с COVID-19 и часто требует проведения заместительной почечной терапии.

Проведя анализ имеющихся данных о сочетании новой коронавирусной инфекции с коморбидными за-

болеваниями вероятность нежелательного в том числе летального исхода у пациентов возрастает в прямой зависимости от тяжести исходного состояния на фоне хронических заболеваний.

Исходя из этого необходимо осуществлять контроль за удержанием хронической патологии пациента в стадии компенсации, путем динамического наблюдения за показателями АД, уровня гликемии, АЛТ, АСТ, мочевины и других важных для конкретного пациента исходя из имеющийся патологии лабораторных данных.

В нынешних условиях следует отметить также возрастающий риск возможной полипрагамазии и последствий нежелательных медикаментозных взаимодействий в виде токсического поражения печени, необходимо принимать во внимание патофизиологический механизм развития COVID-19 и способствовать формированию новых, подходящих под конкретного пациента с учетом имеющийся коморбидной патологии методик лечения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Митьковская Н., Григоренко Е., Рузанов Д., Статкевич Т. Коронавирусная инфекция COVID-19 и коморбидность // Наука и инновации. 2020. № 7. С. 50–60. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-7-50-6>
2. Heng, L., Shang-Ming, L., Xiao-Hua, Y. et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) // Int J Antimicrob Agents. — 2020. — May 55(5). doi. 10.1016/j.ijantimicag.2020.105951?
3. Li, H., Liu, S.M., Yu, X.H., Tang, S.L., Tang, C.K. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): current status and future perspectives // Int J Antimicrob Agents. — 2020. — Vol. 29. — P. 105951. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2020.105951.
4. Zhou, P., Yang, X.L., Wang, X.G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W. et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin // Nature. — 2020. — Vol. 579. — P. 270–273. doi: 10.1038/s41586-020-2012-7.
5. Tang, N.L., Chan, P.K., Wong, C.K. et al. Early enhanced expression of interferon-inducible protein-10 (CXCL-10) and other chemokines predicts adverse outcome in severe acute respiratory syndrome // Clin Chem. — 2005. — Vol. 51. — P. 2333–2340. doi:10.1373/clinchem.2005.054460.
6. Sims, A.C., Baric, R.S., Yount, B. et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus infection of human ciliated airway epithelia: role of ciliated cells in viral spread in the conducting airways of the lungs // J Virol. — 2005. — Vol. 79. — P. 15511–15524. doi:10.1128/JVI.79.24.15511-15524.2005.
7. Channappanavar, R., Perlman, S. Pathogenic human coronavirus infections: causes and consequences of cytokine storm and immunopathology // Semin Immunopathol. — 2017. — Vol. 39. — P. 529–539. doi: 10.1007/s00281-017-0629-x.
8. Diao, B., Wang, C., Tan, Y., Chen, X., Liu, Y., Ning, L. et al. Reduction and functional exhaustion of T cells in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) // medRxiv. — 2020. — Feb 20. doi:10.1101/2020.02.18.20024364.

© Власов Владимир Олегович (docvlasov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА ОБОДОЧНОЙ КИШКИ У ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

**Гаджиев Гаджи**

Аспирант, Ханты-Мансийская государственная  
медицинская академия  
gadgy\_gadgyev@mail.ru

**Ионин Владимир Петрович**

Д.м.н., профессор, Ханты-Мансийская  
государственная медицинская академия

## FEATURES OF SURGICAL TREATMENT OF COLON CANCER IN ELDERLY AND SENILE PATIENTS

**G. Gadzhiev  
V. Ionin**

*Summary.* The high frequency of comorbidities and the age-related decline in the body's functional reserves force surgeons to refuse planned radical treatment of colon cancer in elderly and senile patients. The aim of this study was to analyze the features of surgical treatment of colon cancer in elderly and senile patients.

A non-randomized prospective study was conducted, which included 63 patients with cancer of various parts of the colon aged 60 to 86 years. Among patients aged 60–69 years, 86% had pathology of the heart, vascular and respiratory systems. Concomitant diseases were present in 100% of patients older than 70 years. The average comorbidity index was  $8.6 \pm 1.2$ , 46 patients (73.1%) were assigned to classes III and IV according to the ASA scale. The frequency of complications in the postoperative period was 12.7% (8 patients), with a predominance of grade I and II complications — 75.0% (6 patients) that did not require reoperation, one patient had a severe grade III complication and one patient — death due to pulmonary embolism, postoperative mortality was 1.6%.

The study demonstrated the fundamental possibility of performing large-scale radical interventions for cancer of various parts of the colon in elderly and senile patients. This group of patients requires a multidisciplinary approach involving a therapist, cardiologist, anesthesiologist, intensive care unit physician to assess the risk of surgical treatment, preoperative drug preparation and correction of metabolic disorders, which in most cases leads to an improvement in the immediate results of treatment.

*Keywords:* colon cancer, surgical treatment, laparoscopic surgery, elderly and senile age.

*Аннотация.* Высокая частота сопутствующих заболеваний и возрастное снижение функциональных резервов организма вынуждают хирургов отказываться пациентам пожилого и старческого возраста в плановом радикальном лечении рака ободочной кишки. Целью настоящего исследования явился анализ особенностей хирургического лечения рака ободочной кишки у пациентов пожилого и старческого возраста.

Проведено нерандомизированное проспективное исследование, включавшее 63 больных раком различных отделов ободочной кишки в возрасте от 60 до 86 лет. Среди пациентов в возрасте 60–69 лет 86% имели патологию сердца, сосудистой и дыхательной систем. Сопутствующие заболевания имелись у 100% пациентов старше 70 лет. Средний индекс коморбидности составил  $8,6 \pm 1,2$ , к III и IV классам по шкале ASA отнесены 46 пациентов 73,1%. Частота осложнений в послеоперационном периоде составила 12,7% (8 больных), с преобладанием осложнений I и II степени — 75,0% (6 больных), не требующих повторного оперативного вмешательства, у одного пациента зафиксировано тяжелое осложнение III степени и у одного пациента — летальный исход в следствие тромбэмболии легочной артерии, послеоперационная летальность составила 1,6%.

В исследовании продемонстрирована принципиальная возможность выполнения объемных радикальных вмешательств по поводу рака различных отделов ободочной кишки у пациентов пожилого и старческого возраста. Данная группа больных требует мультидисциплинарного подхода с привлечением терапевта, кардиолога, анестезиолога, врача отделения интенсивной терапии для оценки риска хирургического лечения, предоперационной медикаментозной подготовки и коррекции метаболических нарушений, что в подавляющем большинстве случаев приводит к улучшению непосредственных результатов лечения.

*Ключевые слова:* рак ободочной кишки, хирургическое лечение, лапароскопическая операция, пожилой и старческий возраст.

## Введение

**З**а последнее десятилетие во всех странах мира заметно возрастает частота онкологических заболеваний. В частности, увеличивается количество больных колоректальным раком, который постепенно выходит на первое место среди опухолей органов пи-

щеварения, опережая опухоли желудка. По данным литературы, более 60% случаев заболевания наблюдается у пациентов в возрасте 60–80 лет [1, 2]. Рак ободочной кишки (РОК) занимает одно из первых мест в общей структуре онкологических заболеваний и при этом сохраняется стабильная тенденция к повышению заболеваемости во всех возрастных группах, однако наибольшая

Таблица 1. Половозрастной состав пациентов

Возраст	Мужчины		Женщины		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
60–69 лет	13	34,2	9	36,0	22	34,9
70–79 лет	23	60,5	15	60,0	38	60,3
Старше 80 лет	2	5,3	1	4,0	3	4,8
Всего	38	100,0	25	100,0	63	100,0

ший удельный вес данной патологии отмечается у лиц старше 60 лет [3–6].

Высокая частота сопутствующих заболеваний и возрастное снижение функциональных резервов организма вынуждают хирургов отказываться в плановом радикальном лечении РОК. Зачастую пациенты пожилого и старческого возраста не получают адекватного лечения, что характеризуется недостаточным объемом хирургического вмешательства, остается большим количество обструктивных резекций, колостомий [7, 8]. Главной причиной выполнения таких вмешательств, является наличие тяжелых сопутствующих заболеваний и боязнь развития осложнений, предположительная плохая переносимость пациентами старших возрастных групп, что препятствует выполнению радикальных вмешательств [6].

Данная тенденция обуславливает увеличение числа осложненных форм РОК и неотложных хирургических вмешательств в данной возрастной категории [9]. Только 34% пациентов старше 75 лет получают плановое радикальное лечение [10], при этом, показано, что средняя продолжительность жизни 80-летнего человека со средним уровнем коморбидности — 8 лет [11], что демонстрирует несостоятельность рассуждений об отсутствии необходимости радикального планового лечения гериатрических больных ввиду низкой продолжительности жизни.

Проблемы лечения больных раком ободочной кишки пациентов пожилого и старческого возраста требуют дальнейшего изучения, что и обусловило актуальность исследования.

**Целью настоящего исследования** явился анализ особенностей хирургического лечения рака ободочной кишки у пациентов пожилого и старческого возраста.

## Материалы и методы

Проведено нерандомизированное проспективное исследование на базе Окружного Онкологического центра г. Ханты-Мансийска.

За период с 2019 по 2021 годы прооперировано 63 больных раком различных отделов ободочной кишки в возрасте от 60 до 86 лет, что составило 69,2% от общего количества пациентов с данной патологией (91 человек) за указанный период. Диагноз подтверждался инструментальной и морфологической диагностикой.

Пациентам выполняли стандартные лабораторные, инструментальные, патоморфологические исследования согласно рекомендаций Российского общества хирургов, Российского общества онкологов и химиотерапевтов, Европейского общества медицинской онкологии. Оценку степени тяжести сопутствующих заболеваний проводили с помощью индекса коморбидности (M.E. Charlson, 1987) и шкалы выраженности операционного риска (American Society of Anesthesiologists — ASA physical status classification system).

Статистическую обработку проводили с помощью методов медицинской статистики с применением программ Microsoft Excel-2013 (США) и IBM SPSS Statistics 20 (США). Анализ проводился с вычислением средних значений (M), среднеквадратических отклонений (σ), стандартных ошибок (m), минимальных (min) и максимальных (max) значения рядов, непараметрического U-критерий.

## Результаты и их обсуждение

Из 63 больных раком различных отделов ободочной кишки 60,3% составляли мужчины и 39,7% — женщины (38 и 25 пациентов). В возрасте 60–69 лет было 22 чело-



Рис. 1. Локализация опухоли ободочной кишки, %

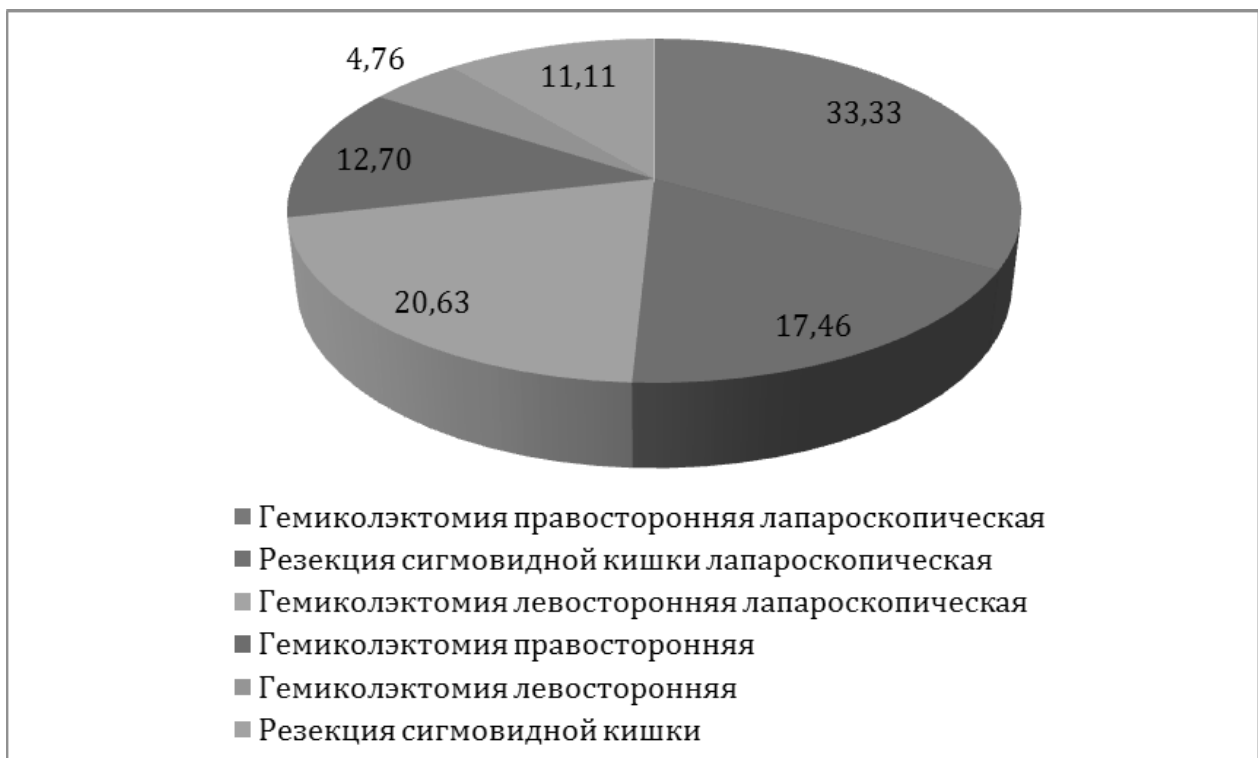


Рис. 2. Структура выполненных оперативных вмешательств, %

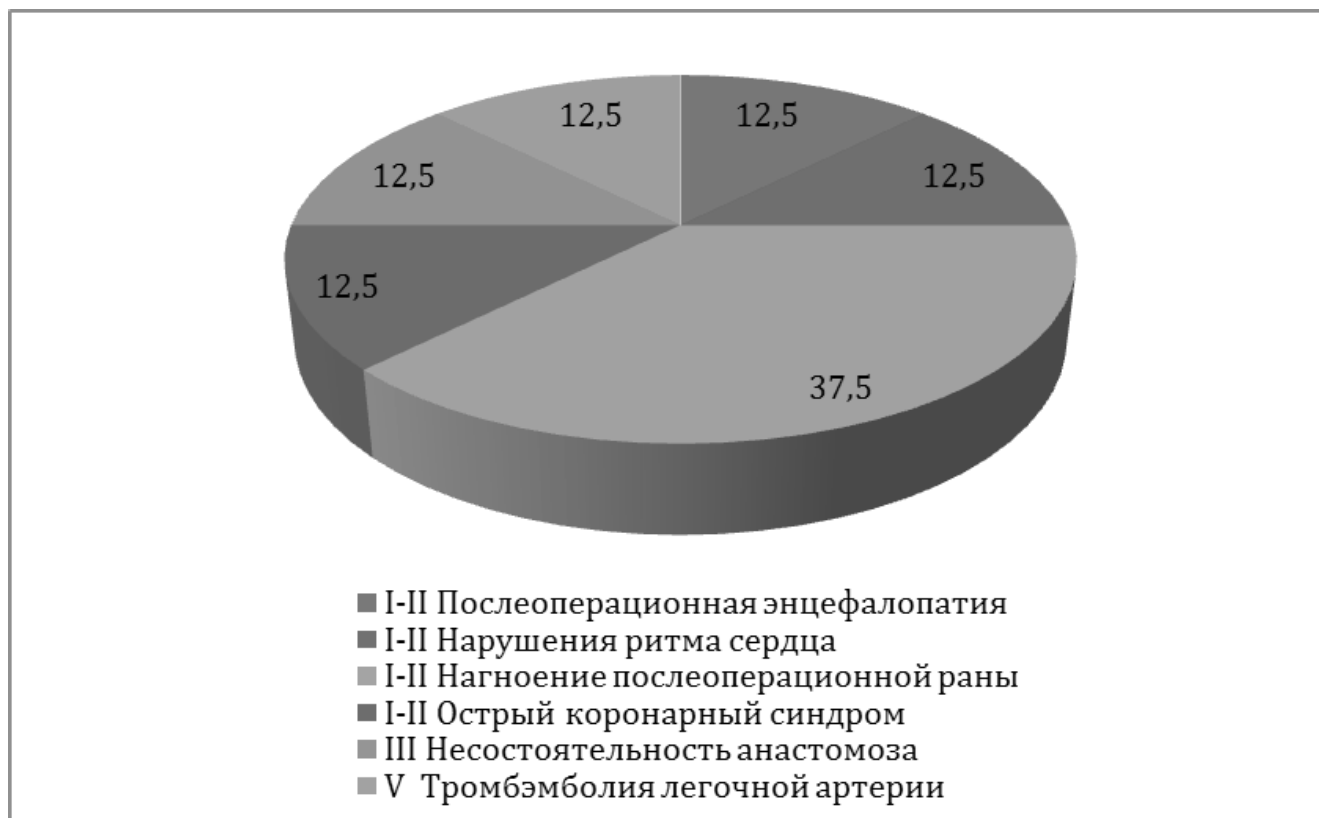


Рис. 3. Структура осложнений в послеоперационном периоде, %

века (34,9%), 70–79 лет — 38 пациентов (60,3%), 80 лет и старше — 3 (4,8%) (табл. 1).

Все пациенты подверглись рентгенологическому исследованию легких и ультразвуковому исследованию органов брюшной полости, фиброколоноскопию выполнили 61 пациенту (96,8%). По локализации опухолей ободочной кишки пациенты распределились следующим образом: у 27,0% (n=17) выявлен рак сигмовидной кишки, у 23,8% (n=17) — рак восходящего отдела ОК, у 19,0% (n=12) — рак слепой кишки, у 15,9% (n=10) — рак нисходящего отдела ОК. Реже выявлялся рак печеночного изгиба ОК, селезеночного изгиба ОК, и поперечно-ободочной кишки 6,3%, 4,8%, 3,2%, соответственно (рис. 1).

Литературные данные и опыт свидетельствуют о том, что чаще всего результаты хирургического вмешательства зависят от наличия сопутствующих заболеваний. Среди пациентов в возрасте 60–69 лет 86% имели патологию сердца, сосудистой и дыхательной систем. Сопутствующие заболевания имелись у 100% пациентов старше 70 лет.

Важный аспект, который влияет на результаты лечения РОК пациентов пожилого и старческого возраста — это коморбидность. Рядом авторов показано, что

возрастом обуславливается сложность лечения онкологического заболевания и сроки выживаемости [12–14]. Другими, подчеркивается, что коморбидность не влияет на выживаемость, но приводит к увеличению средней летальности [15–17]. Средний индекс коморбидности у пациентов исследования составил  $8,6 \pm 1,2$ . К III и IV классам по шкале ASA отнесены 46 пациентов 73,1%.

Всем пациентам после мультидисциплинарного обследования была сформирована программа комплексной предоперационной терапии, направленная на коррекцию анемии, белково-энергетической недостаточности, включающая препараты, увеличивающие метаболический резерв миокарда

Выбор варианта объема хирургического вмешательства у пациентов пожилого и старческого возраста определялся результатами инструментального обследования и стадирования заболевания. Структура выполненных оперативных вмешательств представлена на рисунке 2.

Большинству пациентов вмешательства выполнены из лапароскопического доступа — 71,4% (45 человек). Средняя продолжительность лапароскопических операций составила 151,4 мин, традиционных — 176,6 мин. Величина интраоперационной кровопотери при откры-

том доступе составляла  $216,2 \pm 23,1$  мл, при лапароскопическом —  $163,2 \pm 9,6$  мл. У пациентов, отнесенных к III и IV классам по шкале ASA не выявлено статистически значимых различий. Длительность госпитализации при лапароскопических вмешательствах составляла  $9,1 \pm 0,8$  сут, при традиционных —  $16,4 \pm 1,1$  сут соответственно ( $p < 0,05$ ).

Способ выполнения хирургического вмешательства определял выбор методики регионарного компонента сочетанной анестезии: при лапаротомном доступе применяли продленную эпидуральную анестезию, при лапароскопическом — у пациентов группы высокого риска (III и IV класс ASA) в ряде случаев выполняли спинальную анестезию. Поддержание анестезии осуществляли ингаляционными анестетиками, все пациенты были экстубированы в операционной.

Используемое анестезиологическое пособие позволило безопасно выполнить оперативное вмешательство у пациентов пожилого и старческого возраста с РОК, в том числе и при крайне высоком операционно-анестезиологическом риске (ASA IV). Интраоперационно поддерживалась нормотермия, проводилась рестриктивная инфузионная терапия и антибиотикопрофилактика, минимизировалась интраоперационная кровопотеря.

Используемая методика анестезии совместно с компонентами обеспечения, позволила увеличить число лапароскопических операций у пациентов с высоким операционно-анестезиологическим риском и обеспечить безопасность оперирования возрастных пациентов, минимизировав послеоперационные осложнения (рис. 3).

Частота осложнений в послеоперационном периоде составила 12,7% (8 больных), с преобладанием осложнений I и II степени — 75,0% (6 больных), не требующих повторного оперативного вмешательства, которые, как правило, были гнойно-воспалительными, кроме того, выявляли различные осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы. У одного пациента зафиксировано тяжелое осложнение III степени и у одного пациента — летальный исход.

Осложнения I и II степени, потребовавшие консервативного лечения, включали: нагноение послеоперационной раны — у 3-х пациентов (37,5% от общего числа осложнений), по одному случаю — послеоперационная энцефалопатия по типу делириозного состояния (12,5%) и острый коронарный синдром (12,5%). Тяжелое осложнение III степени (12,5%) представлено несостоятельностью анастомоза и потребовало повторного оперативного вмешательства. Зафиксирован один летальный исход в следствие тромбоза легочной артерии (12,5%), послеоперационная летальность составила 1,6%.

Таким образом, в исследовании продемонстрирована принципиальная возможность выполнения объемных радикальных вмешательств по поводу рака различных отделов ободочной кишки у пациентов пожилого и старческого возраста. Данная группа больных требует мультидисциплинарного подхода с привлечением терапевта, кардиолога, анестезиолога, врача отделения интенсивной терапии для оценки риска хирургического лечения, предоперационной медикаментозной подготовки и коррекции метаболических нарушений, что в подавляющем большинстве случаев приводит к улучшению непосредственных результатов лечения.

Несмотря на проводимую фармакологическую терапию и профилактику осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, в послеоперационном периоде выявлен 1 случай летальности от тромбоза легочной артерии (1,6%). Другими авторами приводятся данные о послеоперационной летальности у данной категории пациентов от 16% до 63% [13, 18, 19], что зачастую определяет отказ в оказании радикального хирургического пособия пациентам пожилого и старческого возраста.

В настоящем исследовании показано, выполнение радикальных операций у лиц пожилого и старческого возраста при раке ободочной кишки оправдано, не утяжеляет течение послеоперационного периода и не ухудшает непосредственные результаты лечения.

## Заключение

Таким образом, у подавляющего большинства возрастных пациентов с раком ободочной кишки и коморбидным фоном возможно безопасное и эффективное выполнение радикального хирургического вмешательства. Современное развитие медицины в лечении пациентов старших возрастных групп диктует необходимость пересмотра существующих возраст-связанных клинических рекомендаций, а также проведения специфических геронтологических исследований, направленных на оптимизацию лечебных подходов и улучшение результатов лечения пациентов не только пожилого, но и старческого возраста.

В настоящем исследовании продемонстрирована высокая эффективность и безопасность хирургического (в т.ч. лапароскопического), лечения рака ободочной кишки у пациентов пожилого и старческого возраста. Непосредственные результаты хирургического лечения убеждают в том, что современный уровень онкохирургии, анестезиологии и интенсивной терапии послеоперационного периода дают возможность выполнять хирургическое лечение пациентов данной возрастной группы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Jung Y.H., Kim J.Y., Jang Y.N. et al. Clinical characteristics and treatment propensity in elderly patients aged over 80 years with colorectal cancer. *Korean J Intern Med.* 2018 Nov;33(6):1182–1193. doi: 10.3904/kjim.2016.181.
2. Matsumoto A., Shinohara H., Suzuki H. Laparoscopic and open surgery in patients with transverse colon cancer: short-term and oncological outcomes. *BJS Open.* 2021 Sep 6;5(5): zrab078. doi: 10.1093/bjsopen/zrab078.
3. Shuayb M., Mehedi Hasan M., Hoque M.R., Mushtaq Hussain Q., Begum R., Reza M.S. Survival and prognostic association in stage IV colorectal cancer patients treated with chemotherapy in Bangladesh. *Jpn J Clin Oncol.* 2021 Apr 1;51(4):552–559. doi: 10.1093/jjco/hyaa228.
4. Audisio R.A., Papamichael D. Treatment of colorectal cancer in older patients. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2012; 9(12): 716–725.
5. Grande R., Natoli C., Ciancola F. et al. Treatment of Metastatic Colorectal Cancer Patients  $\geq 75$  Years Old in Clinical Practice: A Multicenter Analysis. *PLoS One.* 2016 Jul 21;11(7): e0157751. doi: 10.1371/journal.pone.0157751.
6. Hisada H., Takahashi Y., Kubota M., et al. Clinical and therapeutic features and prognostic factors of metastatic colorectal cancer over age 80: a retrospective study. *BMC Gastroenterol.* 2021 May 1;21(1):199. doi: 10.1186/s12876-021-01791-9.
7. Muss H.B., Biganzoli L., Aapro M. Adjuvant therapy in the elderly: making the right decision. *J. Clin. Oncol.* 2007; 25: 1870–1875.
8. Schnitzbauer V., Gerken M., Benz S. et al. Laparoscopic and open surgery in rectal cancer patients in Germany: short and long-term results of a large 10-year population-based cohort. *Surg Endosc.* 2020 Mar;34(3):1132–1141. doi: 10.1007/s00464-019-06861-4.
9. Van den Broek C.B. The survival gap between middle-aged and elderly colon cancer patients. Time trends in treatment and survival. *Eur J Surg Oncol.* 2011;37(10):904–12.
10. Draeger T., Völkel V., Schnitzbauer V. et al. Laparoscopic and open resection of rectal cancer—is age an effect modifier for short- and long-term survival? *Int J Colorectal Dis.* 2019 May;34(5):821–828. doi: 10.1007/s00384-019-03265-7.
11. Chudasama Y.V., Khunti K.K., Zaccardi F. et al. Physical activity, multimorbidity, and life expectancy: a UK Biobank longitudinal study. *BMC Med.* 2019 Jun 12;17(1):108. doi: 10.1186/s12916-019-1339-0.
12. Asmis T.R., Ding K., Seymour L. et al. Age and comorbidity as independent prognostic factors in the treatment of non small-cell lung cancer: a review of National Cancer Institute of Canada Clinical Trials Group trials. *J Clin Oncol.* 2008 Jan 1;26(1):54–9. doi: 10.1200/JCO.2007.12.8322.
13. Prout G.R., Wesley M.N., Yancik R. et al. Age and comorbidity impact surgical therapy in older bladder carcinoma patients: a population-based study. *Cancer.* 2005 Oct 15;104(8):1638–47. doi: 10.1002/cncr.21354. PMID: 16130136.
14. Kim Y.W., Kim I.Y. Factors associated with postoperative complications and 1-year mortality after surgery for colorectal cancer in octogenarians and nonagenarians. *Clin. Interv. Aging.* — 2016; 11: 689–697.
15. Tsar'kov P.V., Nikoda V.V., Stamov V.I., Markarian D.R., Tulina I.A. [The efficacy of the multidisciplinary approach in colorectal cancer surgery in elderly patients]. *Khirurgiia (Mosk).* 2012;(2):4–13. Russian. PMID: 22678468.
16. Jorgensen T.L., Hallas J., Friis S., Herrstedt J. Comorbidity in elderly cancer patients in relation to overall and cancer-specific mortality. *Br.J. Cancer.* 2012;106(7):1353–1360.
17. Ichikawa N., Homma S., Nakanishi K. et al. Safety of Laparoscopic Colorectal Resection in Patients with Severe Comorbidities. *Surg. Laparosc. Endosc. Percutan.* 2016;26(6): 503–507. doi:10.1097/sle.0000000000000333
18. Tashiro J., Yamaguchi S., Ishii T. et al. Efficacy of laparoscopic colorectal resection for risk patients with severe comorbidity. *Hepatogastroenterology.* 2012; 59 (119): 2173–2176.
19. Lüchtenborg M., Jakobsen E., Krasnik M. et al. The effect of comorbidity on stage-specific survival in resected non-small cell lung cancer patients. *Eur J Cancer.* 2012 Dec;48(18):3386–95. doi: 10.1016/j.ejca.2012.06.012.

# СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В УЛУЧШЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА С ОСЛОЖНЕННЫМИ ФОРМАМИ РАКА ОБОДОЧНОЙ КИШКИ

## MODERN POSSIBILITIES IN IMPROVING THE RESULTS OF TREATMENT OF ELDERLY AND SENILE PATIENTS WITH COMPLICATED FORMS OF COLON CANCER

**N. Glushkov  
A. Belyaev  
T. Gorshenin**

*Summary.* The article presents the results of treatment of elderly and senile patients with complications of colon cancer, in whose perioperative management a multidisciplinary approach was used. The peculiarity of patients in older age groups, caused by polymorbidity, the phenomenon of mutual complication, requires the use of a non-standard approach in the treatment of complicated colon cancer, since the latter is accompanied by negative results.

A comparative analysis of the results of treatment of 289 elderly and senile patients with complicated colon cancer by the traditional method and using a multidisciplinary approach was carried out. The patients were divided into two groups: study and control. In addition to the introduction of the principles of a multidisciplinary approach, additional diagnostic methods were used in the main group in order to more specifically determine the type, severity of complications, staging of the window process and determine functional operability. Patients of the main group, taking into account the implementation of a multidisciplinary approach, were operated using endovideosurgical technologies.

In the group of patients where a multidisciplinary approach was used using additional diagnostic methods and minimally invasive treatment methods, a more favorable course of the postoperative period was noted with a decrease in postoperative complications (from 44.9% to 27.8%) and mortality (from 8.9% to 5, 3%).

*Keywords:* colon cancer, surgical treatment, elderly and senile age.

**Глушков Николай Иванович**

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный  
медицинский университет имени И.И. Мечникова»  
Министерства Здравоохранения Российской Федерации;  
СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн»  
nikolay.glushkov@szgtmu.ru

**Беляев Алексей Михайлович**

ФГБУ «Национальный исследовательский  
медицинский центр имени Н.Н. Петрова»  
Министерства Здравоохранения Российской Федерации  
Bat281060@yandex.ru

**Горшенин Тимофей Леонидович**

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный  
медицинский университет имени И.И. Мечникова»  
Министерства Здравоохранения Российской Федерации;  
СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн»  
tgorshenin@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты лечения больных пожилого и старческого возраста с осложненными формами рака ободочной кишки в периоперационном ведении которых использовался мультидисциплинарный подход. Особенность больных старших возрастных групп обусловлена полиморбидностью, феноменом взаимного отягощения. Это требует использования нестандартного подхода в лечении осложненных форм рака ободочной кишки.

Проведен сравнительный анализ результатов лечения 289 больных пожилого и старческого возраста с осложненным раком ободочной кишки традиционным методом и с использованием мультидисциплинарного подхода и современных методов диагностики и лечения. Больные были распределены на две группы: основную и контрольную. Помимо внедрения принципов мультидисциплинарного подхода в основной группе применялись дополнительные методы диагностики с целью более конкретного определения вида, тяжести осложнения и определения функциональной операбельности. Больным основной группы с учетом реализации мультидисциплинарного подхода операции выполняли с помощью эндовидеохирургических технологий.

В группе больных, где использовался мультидисциплинарный подход современные методы диагностики и лечения отмечено более благоприятное течение послеоперационного периода со снижением послеоперационных осложнений (с 44,9% до 27,8%) и послеоперационной летальности (с 8,9% до 5,3%).

*Ключевые слова:* рак ободочной кишки, хирургическое лечение, пожилой и старческий возраст.

## Введение

Вопросы лечения больных пожилого и старческого возраста с осложнениями рака ободочной кишки (РОК) сохраняют свою актуальность, что обусловлено высокой заболеваемостью данной онокопатологией на фоне общемировых тенденций старения населения, длительным бессимптомным течением, ошибками в диагностике [2, с. 236; 5, с. 721; 7, с. 19; 8, с. 1307]. Кроме того, пандемия SARS-CoV-2 еще более обострила эту проблему — перепрофилирование специализированного коечного фонда на инфекционный привело к тому, что часть пациентов не смогли получить своевременно необходимую помощь [6, с. 727]. В результате увеличилось количество больных с осложненными формами рака ободочной кишки, и, особенно, среди людей пожилого и старческого возраста [5, с. 726; 6, с. 727].

Пациенты пожилого и старческого возраста с осложненными формами рака ободочной кишки представляют особую группу больных. Наличие выраженной сопутствующей патологии является фактором с одной стороны ограничивающим расширение объема оперативного вмешательства, а с другой, обуславливающим неблагоприятное течение послеоперационного периода. В настоящее время одним из путей улучшения результатов лечения рака ободочной кишки у больных пожилого и старческого возраста является применение мультидисциплинарного подхода с использованием широкого спектра клиничко-диагностических методов определения уровня функциональных резервов организма и диагностики сопутствующих заболеваний [1, с. 117; 3, с. 152; 4, с. 5]. Принцип мультидисциплинарного подхода предусматривает участие и взаимодействие многих врачей разной специальности в ведении одного пациента, что позволяет оптимизировать процессы диагностики и лечения.

## Цель

Улучшить результаты лечения больных пожилого и старческого возраста с осложненным раком ободочной кишки путем внедрения мультидисциплинарного подхода.

## Материалы и методы

В основу исследования положен анализ результатов лечения 289 больных пожилого и старческого возраста с осложненным раком ободочной кишки, находившихся на лечении в отделении общей хирургии СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» в период с 2008 по 2020 гг. Все больные были разделены на две группы — контрольная (n=156) и основная — (n=133). Больным контрольной группы диагностика и лечение осложнений рака

ободочной кишки осуществлялась согласно традиционному подходу. Ведение пациентов основной группы осуществлялось по принципам мультидисциплинарного подхода с использованием современных методов диагностики и лечения. С целью реализации всех пунктов междисциплинарного подхода из исследования были исключены пациенты, требовавшие экстренного оперативного вмешательства по абсолютным показаниям (перфорация толстой кишки, декомпенсированная степень острой толстокишечной непроходимости).

Возраст больных варьировал от 62 до 95 лет, составив в среднем 80,4 — в контрольной группе и 81 — в основной. У всех больных обеих групп имелась сопутствующая патология, наиболее часто со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем (рисунок 1).

Влияние коморбидности на течение периоперационного периода оценивали с помощью возраст-зависимого коэффициента Charlson. Медиана индекса Charlson составила 7,6 [4, с. 5] в обеих группах. Вероятность развития летального исхода в послеоперационном периоде согласно шкалы CR-POSSUM варьировала в пределах 2,5–81,4, составив в среднем 20,7 в контрольной группе и 20,6% — в основной. У большинства (176 (60,9%)) больных обеих групп отмечалась третья степень операционно-анестезиологического риска по ASA.

Чаще у больных обеих групп опухоли локализовались в левой половине ободочной кишки и особенно в сигмовидной кишке (рисунок 2).

В контрольной группе вторая стадия онкологического процесса диагностирована у 68 больных, третья — у 57, четвертая — у 31. В основной группе: II стадия — у 61, III — у 44, IV — у 28 пациентов.

Таким образом, больные контрольной и основной групп были сопоставимы по полу, возрасту, наличию и тяжести сопутствующей патологии, степени операционно-анестезиологического риска и стадии онкологического процесса.

Для оптимизации мультидисциплинарного подхода лечебно-диагностический процесс был разделен на отдельные этапы: дооперационный, операционный и послеоперационный.

При развитии у больного осложнения рака ободочной кишки, не требовавшего экстренного оперативного вмешательства его госпитализация осуществлялась не хирургическое отделение. В данном случае было возможным более широко и полноценно реализовать принципы мультидисциплинарного подхода. Очевидно, что больному с осложнением рака ободочной киш-



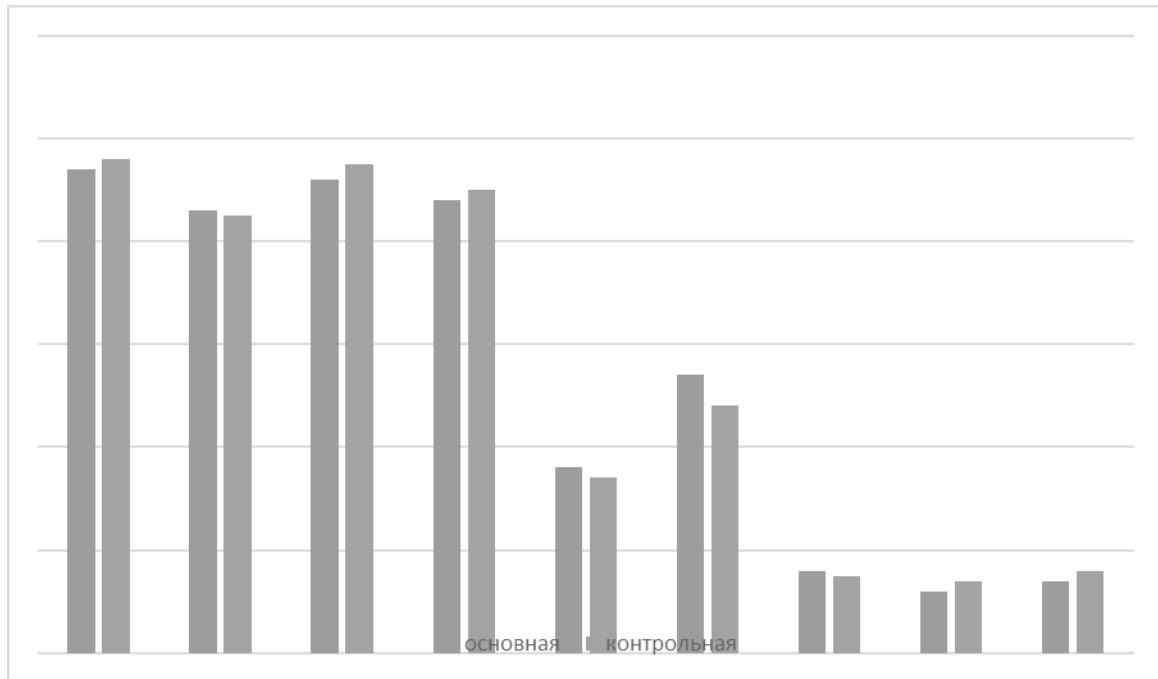


Рис. 1. Распределение больных согласно сопутствующей патологии

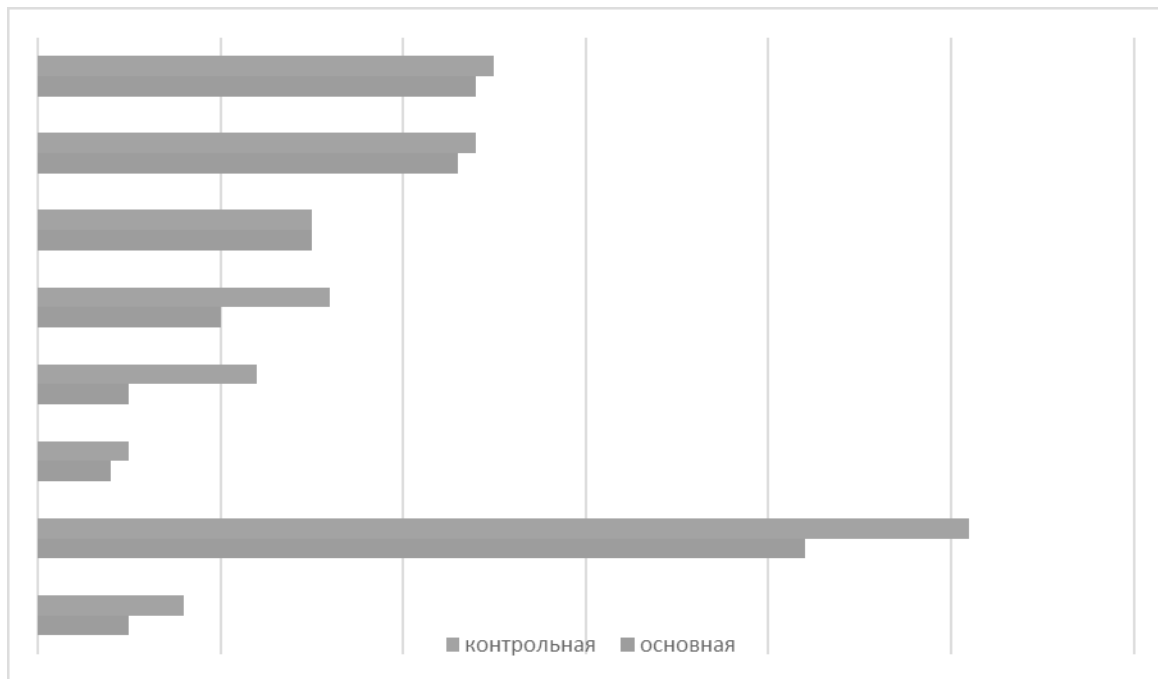


Рис. 2. Распределение больных согласно локализации опухолей в ободочной кишке

ки операция неизбежна в краткосрочной перспективе. В этом контексте, основной задачей мультидисциплинарной бригады на предоперационном этапе было максимально быстро и эффективно подготовить больного к предстоящей операции. Ключевым моментом мульт-

тидисциплинарного подхода, позволяющим реализовать весь его потенциал является временной фактор. Для «удлинения» появившейся паузы важно правильно интерпретировать осложнение РОК, его тяжесть. Диагностика осложнений рака ободочной кишки строится



Рис. 3. а. Цветная параметрическая карта скорости кровотока (BF). б. Мультипланарная реконструкция в аксиальной проекции в артериальную фазу. в. График зависимости «время — плотность» в брюшной аорте (ROI 1), опухоли ректосигмоидного отдела ободочной кишки (ROI 2) и интактной кишечной стенке (ROI 3)

на стандартных методах обследования. При этом вопрос о сроках и объеме оперативного вмешательства решается зачастую на субъективных данных. Так, при острой кишечной непроходимости, необходимо установить не только факт непроходимости, но и ее степень, так как это играет существенную роль при выборе тактики лечения. Известно, что компенсированная степень кишечной непроходимости, как правило, хорошо поддается консервативному лечению, а при субкомпенсированной степени, консервативные мероприятия, проводимые в течение 14–20 часов не ухудшают состояние пациента. В этой связи, правильная установка степени острой толстокишечной непроходимости (ОТКН) играет существенную роль. Однако, трактовка степени ОТКН лишь на основании клинико-рентгенологических данных не всегда точна. Пациентам основной группы, наряду с традиционными методами диагностики мы использовали измерение внутрибрюшного давления (ВБД), исследование гемодинамических показателей в непарных артериях брюшной аорты. Измерение внутрибрюшного давления позволяет более достоверно судить о степени ОТКН. Исследование ВБД проводили от 2 до 4 раз в сутки в зависимости от тяжести состояния больных путем измерения давления в мочевом пузыре. При компенсированной степени ОТКН внутрибрюшное давление варьировало от 8 до 15 мм рт.ст., составив в среднем  $12,8 \pm 1,7$  мм рт.ст. При субкомпенсированной степени ОТКН показатели ВБД варьировали от 15 до 20 мм рт.ст., составив в среднем  $17,8 \pm 2,1$  мм рт.ст. Нарастание степени ОТКН сопровождается повышением внутрибрюшного давления. В свою очередь, повышающееся внутрибрюшное давление оказывает прямое или опосредованное влияние практически на все органы и системы, в том числе

и на спланхничный кровоток. Для оценки регионарного кровотока в непарных артериях брюшной аорты использовали доплерографическое исследование. Кишечная непроходимость сопровождалась редукцией кровотока — уменьшался диаметра сосуда, снижалась объемная скорость кровотока при увеличении индекса резистентности сосудистой стенки. Причем, чем выше степень ОТКН, тем более выражены были эти изменения.

Имелась достоверная связь между степенью кишечной непроходимости, уровнем внутрибрюшной гипертензии (ВБГ) и показателями гемодинамики. Таким образом, исследование ВБД наряду с гемодинамическими показателями сосудов брюшной аорты позволяла получать более достоверное представление о степени ОТКН. Кроме того, оценка этих показателей в процессе консервативного лечения давала представление о динамике течения кишечной непроходимости, тем самым позволяла более четко определиться со сроками оперативного вмешательства.

При раке ободочной кишки, осложненном перифокальным воспалением, срочность оперативного вмешательства определяется степенью выраженности параканкрозных воспалительных изменений, которые могут варьировать от формирования перифокального инфильтрата до перитонита. Очевидно, что только на основании клинико-лабораторных данных и ультразвукового исследования органов брюшной полости судить о выраженности воспалительных изменений трудно. В этом контексте важно более широко использовать спиральную компьютерную томографию. Больным основной группы, помимо СКТ, мы выполняли ее разно-

видность — перфузионную компьютерную томографию (ПКТ). Это исследование позволяло более точно осуществить стадирование опухоли по системе TNM, оценить характер паратуморозных изменений, а также провести дифференциальную диагностику между воспалительными и онкологическими поражениями ободочной кишки (рисунок 3).

Использование описанных дополнительных методов диагностики позволяло большую часть больных основной группы оперировать в отсроченном порядке.

Наряду с диагностикой вида развившегося осложнения и стадирования онкологического процесса важное значение имеет оценка функционального состояния органов и систем. Обычно для этого используется ЭКГ, реже ЭхоКГ, оценка функции внешнего дыхания и осмотр врачей специалистов. Однако использование лишь этих методов не позволяет получить полноценное представление о функциональной операбельности больного. Вместе с указанными методами больным основной группы проводилось исследование миокардиального (Tei) индекса и оценка трофологического статуса. Известно, что состояние сердечно-сосудистой системы имеет одно из решающих значений в выборе объема и метода оперативного вмешательства и определяет риски развития сосудистых послеоперационных осложнений. Определение миокардиального индекса позволяет судить об эффективности сократимости левого желудочка. При величине миокардиального индекса более 0,79 у пациентов диагностировались клинико-инструментальные предикторы развития острой левожелудочковой недостаточности. Больные с подобными значениями Tei-индекса были отнесены нами в “группу риска”. Дальнейшая кардиотропная фармакологическая коррекция позволяла профилировать возможные сердечно-сосудистые осложнения. Также у больных обеих групп оценивали трофологический статус. При этом пациентам основной группы определяли не только исходное состояние пациента, но и динамику изменения массы тела за предшествующие 2 мес. до госпитализации. Так, несмотря на то, что у большинства больных ИМТ был нормальным или выше нормы, более у половины из них имелась белково-энергетическая недостаточность, требовавшая коррекции. Что нами и осуществлялось согласно разработанному протоколу.

Основными задачами, стоящими перед хирургом при выполнении операции по поводу осложнений рака ободочной кишки, наряду с устранением самого осложнения, являются минимизация хирургической агрессии при сохранении адекватного онкологического объема и функционального результата. Значимый прогресс в лечении рака толстой кишки связан с активным внедрением эндовидеохирургических технологий. Проведенные

рандомизированные исследования доказали преимущество лапароскопических операций на толстой кишке при ее онкопатологии по сравнению с традиционными, в том числе и у пациентов пожилого и старческого возраста. Дискутабельным остается вопрос о выполнении лапароскопических операций в случаях развития осложнений рака толстой кишки. Несомненно, операции, проводимые в условиях напряженного карбоксиперитонеума у возрастного пациента с наличием ряда сопутствующих заболеваний, таят в себе негативные моменты. С другой, стремление хирурга уменьшить хирургическую агрессию дает основание включить эти операции в арсенал помощи пациентам с осложнениями рака толстой кишки. По нашему мнению, внедрение и использование эндовидеохирургических технологий в лечении осложненных форм рака ободочной кишки является основополагающим моментом мультидисциплинарного подхода в принятии решения об объеме оперативного вмешательства у конкретного больного.

Основой мультидисциплинарного подхода в послеоперационном периоде являлось продолжение коллегиального ведения пациентов под руководством лечащего врача. Кроме того, в послеоперационном периоде использовались принципы протоколов ускоренного выздоровления и реабилитации после хирургических операций (ERAS, FAST TRACK): уменьшение времени пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии, ранняя активизация, ранняя энтеральная терапия, раннее удаление катетеров, зондов и дренажей, рациональная антибактериальная терапия, проведение физиотерапевтического лечения.

Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью программ Statistica 8.0 for Windows и Microsoft Excel. Анализ достоверности различия средних величин проведен по критерию Стьюдента (t-критерий), оценку сопряженности качественных признаков проводили с использованием критерия Пирсона  $\chi^2$ . Статистически значимыми считали результаты при значении  $p < 0,05$ .

## Результаты

Больные обеих групп были оперированы в срочном и отсроченном порядке. В основной группе, с учетом реализации мультидисциплинарного подхода в предоперационном периоде, операции выполнялись с помощью эндовидеохирургических технологий, в контрольной — традиционно (таблица 1).

Традиционные и видеоассистированные операции были сопоставимы по времени, однако сопровождалась меньшим объемом интраоперационной кровопотери (таблица 2)

Таблица 1. Объем оперативных вмешательств

Объем оперативного вмешательства	Методы оперативных вмешательств		Всего
	Тр.	М.	
Правосторонняя гемиколэктомия	58	53	111
Левосторонняя гемиколэктомия	11	5	16
Резекция поперечной ободочной кишки	6	2	8
Резекция сигмовидной кишки	20	14	34
Операция типа Гартмана	37	27	64
Илеотрансверзостомия	11	17	28
Колостомия	13	15	28
Итого	156	133	289

Примечание: Тр.— традиционные. М.— минимальноинвазивные.

Таблица 2. Объем интраоперационной кровопотери

Объем оперативного вмешательства	Методы оперативных вмешательств		
	Тр.	М.	p
Правосторонняя гемиколэктомия	220	45	0,001
Левосторонняя гемиколэктомия	240	60	0,001
Резекция поперечной ободочной кишки	150	130	0,699
Резекция сигмовидной кишки	200	400	0,001
Операция типа Гартмана	190	60	0,001
Илеотрансверзостомия	80	50	0,05
Колостомия	140	40	0,001

Примечание: Тр.— традиционные. М.— минимальноинвазивные.

Все больные после перенесенных оперативных вмешательств доставлялись в отделение реанимации и интенсивной терапии. В реанимационном отделении обезболивание осуществлялось путем введения анестетиков непосредственно в эпидуральное пространство в сочетании с системным назначением НПВС. Антибактериальная терапия в послеоперационном периоде была назначена 22 (16,5%) больным основной группы. Это достоверно ( $p < 0,01$ ) меньше, чем больным ретроспективной группы, которым антибактериальные препараты назначались во всех случаях, эмпирически и вне зависимости развившегося осложнения РОК. Пациентам основной группы в большинстве случаев введение антибактериальных препаратов ограничивалось периоперационной антибиотикопрофилактикой. Энтеральное питание при отсутствии или купировании явлений кишечной непроходимости пациентам основной группы начиналась с первых суток с введения в назогастральный зонд глюкозо-электролитных смеси в объеме 250–500 мл. Больным контрольной группы энтеральное введение жидкостей начиналось не ранее вторых суток. Перевод на хирургическое отделение осуществлялся на 1–3 суток. Среднее время нахождения пациентов основной группы в реанимации составило 1,6 суток. Это достоверно ( $p < 0,001$ ) меньше, чем у больных контроль-

ной группы (3,4 суток). На хирургическом отделении продолжались консервативные мероприятия, включавшие в себя инфузионную терапию, профилактику венозных тромбо-эмболических осложнений (ВТЭО) (низкомолекулярные гепарины). Длительность инфузионной терапии составила в среднем 5,4 суток, что достоверно меньше ( $p < 0,01$ ), чем в контрольной группе — 7,2 суток. Введение низкомолекулярных гепаринов продолжалась вплоть до выписки пациента из стационара. Важным моментом послеоперационного периода являлась ранняя активизация пациентов. С первых суток в хирургическом отделении осуществлялась мобилизация и вертикализация пациенты с помощью младшего и среднего персонала отделения и специалистов лечебной физкультуры. Продолжалась энтеральная терапия по разработанному протоколу. Назогастральный зонд удалялся на 1–3 сутки (1,5) у больных основной группы и на 3–5 (4,6) контрольной. Мочевой катетер извлекался на 2–4 сутки (3,1). Дренажи из брюшной полости извлекались на 4–6 сутки (4,6) (таблица 3).

В послеоперационном периоде оценивали динамику купирования болевого синдрома, восстановление перистальтики кишечника, развитие осложнений, длительность послеоперационного койко-дня.

Таблица 3. Мероприятия раннего послеоперационного периода

Мероприятия	Группы		
	Контрольная	Основная	p
Время нахождения в реанимации (сут.)	3,4	1,6	0,001
Начало энтеральной терапии	2,8	1,3	0,001
Длительность антибактериальной терапии	6,4	5,2	0,001
Длительность инфузионной терапии	7,2	5,4	0,01
Начало мобилизации	3,2	1,4	0,001
Извлечение н/гастрального зонда (сут.)	4,6	1,5	0,001
Извлечение мочевого катетера (сут.)	5,2	3,1	0,01
Удаление дренажей (сут.)	4,8	4,6	0,069

Таблица 4. Послеоперационные осложнения у больных раком ободочной кишки

Осложнения	Тяжесть осложнений по Clavien-Dindo										Всего		
	I		II		III		IV		V				
	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	
ИОХВ-I	43	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	24
Эвентрация	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	8	4
Пневмония	0	0	15	8	0	0	2	0	3	2	20	10	
Спаечная кишечная непроходимость	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	
Несостоятельность анастомоза	0	0	0	0	0	0	3	0	3	2	6	2	
Некроз стомы	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	4	2	
Внутрибрюшное кровотечение	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	4	1	
ОИМ	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	5	1	
ААК	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	8	4	
ТЭЛА	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1	5	1	
Сердечно-сосудистая недостаточность	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	
ЖКК	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	
Итого	43	24	23	12	8	6	20	3	14	7	108	52	

Примечание: К — контрольная группа. О — основная группа;

Выраженность болевого синдрома в послеоперационном периоде оценивали с помощью визуально-аналоговой шкалы. У больных, оперированных лапароскопически (основная группа) болевой синдром был выражен значительно меньше по сравнению с группой больных, оперированных традиционными методами (контрольная группа). Не требовалось назначения наркотических анальгетиков. Болевой синдром хорошо купировался назначением НПВС и у большинства больных к 6 суткам он был незначительным. Прямое влияние на выраженность болевого синдрома оказывала операционная травма, и в значительной мере величина лапаротомии.

Ритмичная перистальтика при неосложненном течении послеоперационного периода после лапароскопических операций отмечалась на вторые — третьи стуки. В это время начинали отходить газы. Первый стул отходил на 4–6 сутки. В контрольной восстановление функции кишечника происходила на 1–2 дня позже. Хотя перистальтика и определялась раньше у больных основ-

ной группы, но следует понимать, что это глубоко субъективный показатель, зависящий от многих факторов.

При сравнительном анализе послеоперационных осложнений выявлено, что они достоверно чаще ( $p=0,015$ ) возникали в контрольной группе — 70 (44,9%), чем в основной — 37 (27,8%) (таблица 4).

В обеих группах преобладали раневые осложнения: 51 (32,7%) — в контрольной и 28 (21,1%) — в основной. Меньшая операционная травма, и как следствие более ранняя мобилизация больных обусловили тот факт, что пневмония в послеоперационном периоде развилась реже (10 (7,5%)) в основной группе, чем в контрольной (20 (12,8%)). Несостоятельность межкишечных анастомозов отмечена в двух случаях (1,5%) в основной группе и в 6 (3,8%) в контрольной. Проведение периоперационной антибиотикопрофилактики и отказ от необоснованной антибиотикотерапии в основной группе привело к тому, что такое грозное осложнение, как

антибиотик-ассоциированный колит зарегистрирован только у четырех больных, в то время, как в контрольной группе, где у большинства больных проводилась эмпирическая антибиотикотерапия, это осложнение развилось у 8 пациентов. Исследование Tei-индекса в основной группе с последующей коррекцией кардиологической фармакотерапии привели к снижению количества сердечно-сосудистых осложнений по сравнению с контрольной группы. В структуре осложнений по Clavien-Dindo в обеих группах преобладали осложнения I и II степени, не требовавшие хирургического вмешательства. В то же время, тяжелые осложнения (III и IV ст.) значительно чаще выявлены у пациентов контрольной — 28 (17,9%) (в основной — 9 (6,8%) ( $p < 0,05$ ) группы.

Летальный исход в основной группе отмечен у 7 больных, в контрольной — 14. Причиной смерти у больных основной группы в четырех случаях явилась интоксикация, в двух — сердечно-сосудистая недостаточность и в одном — ТЭЛА. В контрольной группе причиной летальных исходов стали: интоксикация (6 случаев), ТЭЛА (4 случая), сердечно-сосудистая недостаточность (2 случая), острый инфаркт миокарда (1 случай), внутрибрюшное кровотечение (1 случай). Таким образом, послеоперационная летальность достоверно ниже оказа-

лась в основной группе (5,3%), чем контрольной (8,9%) ( $p = 0,05$ ).

Более благоприятное течение послеоперационного периода у больных основной группы привело к сокращению длительности их пребывания в стационаре ( $M = 10$ ) по сравнению с пациентами контрольной группы ( $M = 14$ ) ( $p = 0,001$ ).

## Заключение

Таким образом, использование мультидисциплинарного подхода в лечении больных пожилого и старческого возраста с осложнениями рака ободочной кишки позволяет сократить число послеоперационных осложнений, снизить летальность.

## Выводы

Современные принципы оказания медицинской помощи больным пожилого и старческого возраста с осложненными формами рака ободочной кишки, основанные на мультидисциплинарном подходе и современных методах диагностики и лечения позволяют снизить количество послеоперационных осложнений с 44,9% до 27,8%, а послеоперационную летальность с 8,9% до 5,3%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Захаренко А.А. Мультидисциплинарный подход в лечении больного осложнённой формой рака прямой кишки и текущего инфаркта миокарда / А.А. Захаренко, И.В. Шлык, Д.В. Овчаренко [и др.]. // Вестник хирургии имени ИИ Грекова. 2017. Т. 176, № 2.
2. Каприн А.Д. Злокачественные новообразования в России в 2016 г. (заболеваемость и смертность) / А.Д. Каприн, В.В. Старинский, Г.В. Петрова // М.: МНИОИ им. П.А. Герцена. 2017. [Kaprin A.D. Malignant neoplasms in Russia in 2016 (morbidity and mortality) / A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, G.V. Petrov. // М.: MNI OI them. P.A. Herzen. 2017. (In Russian)]
3. Лукьянюк П.П. Пути повышения мультидисциплинарного подхода в хирургическом лечении больных местнораспространенными опухолями, осложненными некрозом / П.П. Лукьянюк, Б.Г. Безмозгин, Д.А. Суров и др. // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2020. Т. 15. № 1.
4. Павелец К.В. Мультидисциплинарный подход в хирургическом лечении колоректального рака у больных пожилого и старческого возраста с высоким операционно-анестезиологическим риском / Павелец К.В., Лобанов М.Ю., Шишликова Ю.С., Русанов Д.С. // Современные проблемы науки и образования. 2018.
5. Pellino G., Spinelli A. — Diseases of the Colon & Rectum, 2020 — June 2020 Volume 63 Issue 6.
6. Shaikat A, Church T. Lancet GastroenterolHepatol. 2020 Aug;5(8):726–727. doi: 10.1016/S2468–1253 (20)30191–6. Epub 2020 Jun 19.
7. Milojkovic B. Surgical treatment of acute intestinal obstruction caused by colorectal cancer / B. Milojkovic, D. Mihajlovic, N. Ignjatovic // ActaMedicaMedianae. 2015. V.54, № 4.
8. Lu PW, Fields AC, Yoo J, Irani J, Goldberg JE, Bleday R, Melnitchouk N. Sociodemographic predictors of surgery refusal in patients with stage I–III colon cancer. J SurgOncol. 2020 Jun;121(8):1306–1313. doi: 10.1002/jso.25917. Epub 2020 Mar 29. PMID: 32227344.

© Глушков Николай Иванович ( nikolay.glushkov@szgmu.ru ),

Беляев Алексей Михайлович ( Vam281060@yandex.ru ), Горшенин Тимофей Леонидович ( tgorshenin@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СИНДРОМ ИНТРААБДОМИНАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

## INTRA-ABDOMINAL HYPERTENSION SYNDROME IN ABDOMINAL SURGERY

**I. Dolakov  
R. Gezgieva  
D. Gagieva  
M. Gezgiev**

*Summary.* Intra-abdominal hypertension is a common complication in critically ill patients that can lead to multiple organ failure and is associated with poor outcome. Despite the fact that today a large amount of data on this pathology has accumulated, modern algorithms for the treatment of intra-abdominal hypertension still have limitations due to insufficient evidence base. This article is aimed at consolidating existing knowledge about the tactics of managing patients with intra-abdominal hypertension syndrome in abdominal surgery.

*Keywords:* intra-abdominal hypertension syndrome, abdominal compartment syndrome, abdominal surgery, IAH.

**Долаков Ибрагим Гапурович**

К.м.н., Ингушский государственный университет,  
г. Магас

[i\\_dolakov@mail.ru](mailto:i_dolakov@mail.ru)

**Гезгиева Райшат Каримовна**

К.м.н., Ингушский государственный университет,  
г. Магас

[rgezgieva@mail.ru](mailto:rgezgieva@mail.ru)

**Гагиева Долатхан Алиевна**

К.м.н., Ингушский государственный университет,  
г. Магас

[dola\\_70@mail.ru](mailto:dola_70@mail.ru)

**Гезгиев Мусса Магомедович**

Главный врач, ГБУ «Республиканский онкологический  
диспансер» Республики Ингушетия  
[goldeneagle111@mail.ru](mailto:goldeneagle111@mail.ru)

*Аннотация.* Интраабдоминальная гипертензия является частым осложнением у пациентов в критическом состоянии, которое может привести к полиорганной недостаточности и связано с неблагоприятным исходом. Несмотря на то, что на сегодняшний день накопился большой объем данных по данной патологии, современные алгоритмы лечения интраабдоминальной гипертензии все еще имеют ограничения ввиду недостаточной доказательной базы. Эта статья направлена на консолидацию существующих знаний о тактике ведения пациентов с синдромом интраабдоминальной гипертензии в абдоминальной хирургии.

*Ключевые слова:* синдром интраабдоминальной гипертензии, абдоминальный компартмент-синдром, абдоминальная хирургия, ИАГ.

## Введение

**И**нтраабдоминальная гипертензия (ИАГ) определяется как повышенное внутрибрюшное давление (ВБД) до 12 мм рт. ст. или выше, выявляемое при трех последовательных измерениях, проводимых с интервалом от 4 до 6 часов [1]. ИАГ возникает у 20–40% пациентов интенсивной терапии [2] и оказывает значи-

тельное влияние на исход заболевания. Высокие нефизиологические уровни давления мешают перфузии тканей, что может привести к тяжелым ишемическим или циркуляторным изменениям. Корреляция между органной дисфункцией и повышенным ВБД была продемонстрирована у пациентов, страдающих абдоминальными патологиями, что приводило к ухудшению общего состояния пациента [3, 4].

Отметим, что за последние годы частота ИАГ снизилась [5], вероятно, за счет раннего выявления данной патологии. Другие факторы включают улучшение периоперационного и интенсивного лечения. Тем не менее, ИАГ продолжает оставаться серьезной проблемой в определенных подгруппах, например, у пациентов с ожирением и абдоминальной патологией [5]. Данный факт и определил направленность нашего исследования.

В этой работе представлен всесторонний обзор современных знаний о тактике ведения пациентов с ИАГ в абдоминальной хирургии. Внимание также уделяется патофизиологии, факторам риска, измерению ВБД, показателям к лечению и исходам ИАГ.

## Материал и методы

Был проведен поиск среди научных работ в базах данных Science Direct, CochraneLibrary, PubMed по ключевым словам. Ключевые слова включали «внутрибрюшную гипертензию», «абдоминальный компартмент-синдром», «абдоминальную хирургию», «лечение».

Учитывая неоднородность современных научных работ и отсутствие в литературе крупных многоцентровых исследований, авторы данной статьи не ограничивали поиск размерами исследований или конкретными когортами пациентов.

## Результаты и обсуждение

### Измерение ВБД и степени тяжести ИАГ

ВБД — это стационарное давление в брюшной полости. Поскольку давление обычно передается равномерно, ВБД можно измерить почти в любой части брюшной полости. Отметим, что клиническая оценка ВБД на основе пальпации живота является ненадежной, так как клинически значимая ИАГ может присутствовать при отсутствии вздутия живота.

ВБД можно измерить непосредственно с помощью катетеров, помещенных в брюшную полость, например, во время лапароскопии. Косвенное ВБД можно измерить в полых органах. В отделениях интенсивной терапии (ОИТ) измерения ВБД через мочевого пузыря или желудок наиболее практичны. При этом внутрипузырное измерение ВБД считается золотым стандартом.

ВБД измеряется в положении лежа на спине, в конце выдоха, при отсутствии сокращения мышц живота и при нулевой отметке датчика на уровне средней подмышечной линии [1]. Всемирное общество абдоминального компартмент-синдрома (WSACS) рекомендует измерять

ВБД каждые 4–6 ч у пациентов в критическом состоянии с одним или несколькими факторами риска развития ИАГ или абдоминального компартмент-синдрома (АКС). Непрерывный мониторинг ВБД возможен, но в настоящее время не является стандартной практикой.

Нормальное ВБД находится в диапазоне от 0 до 11 мм рт. ст. [4] (до 5 мм рт. ст. у взрослых по данным Milanese R., Caregnato R.C.A. [1]). Пороговое значение 12 мм рт. ст. для ИАГ первоначально было определено эмпирически, но в настоящее время подтверждается рядом исследований [6, 7]. В зависимости от уровня ВБД ИАГ классифицируют следующим образом: а) при I степени ВБД составляет от 12 до 15 мм рт. ст.; б) при II степени ВБД составляет от 16 до 20 мм рт. ст.; в) при III степени ВБД составляет от 21 до 25 мм рт. ст.; г) при IV степени ВБД составляет более 25 мм рт. ст.

Наиболее тяжелой формой ИАГ является АКС, определяемый как устойчиво повышенное ВБД до 20 мм рт. ст. и более в сочетании с органной недостаточностью.

В проспективном обсервационном одноцентровом исследовании Kim I.B. et al. [8] в смешанной популяции пациентов ОИТ общая заболеваемость ИАГ составила 42%, в то время как ИАГ I степени встречалась у 23%, II степени у 14%, III степени у 3% и IV степени у 2% пациентов с ИАГ. Kim I.B. et al. [8] отметили, что пациенты с ИАГ имели более высокие баллы по шкале APACHE II и III, индекс массы тела (ИМТ) и более высокую частоту сепсиса по сравнению с пациентами без ИАГ. Однако не было различий в продолжительности пребывания в ОИТ или госпитальной летальности у пациентов с ИАГ (независимо от степени тяжести) по сравнению с пациентами без ИАГ.

В исследовании Iyer D. et al. [9] частота ИАГ составила 39%, АКС — 2%. ИАГ I степени встречалась у 27% пациентов, II степени — у 9%, III степени — у 2% и IV степени — у 1%. Что касается исходов, у пациентов с ИАГ значительно увеличивалась продолжительность искусственной вентиляции легких и продолжительность пребывания в ОИТ и в стационаре. Различий в смертности между пациентами с ИАГ и без нее выявлено не было; однако у пациентов с ИАГ более высоких степеней (II–IV) смертность в ОИТ была выше (13% против 3,4%,  $p = 0,003$ ).

Malbrain M. et al. [10] в систематическом обзоре и метаанализе сообщали о распределении значений ВБД среди 1669 пациентов в критическом состоянии при поступлении в ОИТ. Среднее ВБД составило 9,9 мм рт. ст.; тогда как 27,7% пациентов имели ИАГ и 2,7% АКС при поступлении. Что касается исходов, продолжительность пребывания в ОИТ, госпитальная летальность были значительно выше в группе ИАГ.



Отметим, что наряду с тяжестью ИАГ необходимо принимать во внимание характер и течение основной патологии. Более высокие степени ИАГ могут быть менее опасными, если заболевание излечено (например, после абдоминальной хирургии), тогда как ИАГ I–II степени может иметь дополнительный отягчающий эффект у пациентов с неконтролируемой первичной патологией (например, шок с сохраняющейся потребностью в инфузионной терапии). У больных с панкреатитом или интраабдоминальными инфекциями уже легкая ИАГ заслуживает пристального внимания как признак повышенного формирования отека. У таких пациентов развитие ИАГ/АКС в первую очередь обусловлено воспалительным процессом внутри брюшной полости и может усугубляться агрессивной инфузионной терапией.

Кроме того, отметим, что во время беременности ВБД физиологически увеличивается. Однако влияние ИАГ у этой конкретной группы пациенток изучено недостаточно. Sawchuck D.J., Wittmann B.K. [11] было высказано предположение, что неспособность адаптироваться к увеличивающемуся ВБД, выражающаяся в устойчивом повышении ВБД выше 12 мм рт. ст., может быть вовлечена в этиопатогенез преэклампсии.

Дети также требуют отдельного подхода. Сообщалось, что органная дисфункция у детей возникает при ВБД от 10 до 15 мм рт. ст., а АКС может развиться уже при ВБД 16 мм рт. ст. [12]. При этом после плановой пластики грыжи живота транзиторное повышение ВБД до 18 мм рт. ст. может быть хорошо перенесено [13].

### Факторы риска и патофизиология ИАГ

На сегодняшний день опубликовано значительное количество исследований факторов риска ИАГ и АКС, но их интерпретация затруднена из-за значительной неоднородности между работами. Систематический обзор и метаанализ Holodinsky J.K. et al. [14] показал, что диагноз сепсиса, абдоминальной инфекции, абдоминальной хирургии, печеночной недостаточности, цирроза, желудочно-кишечного кровотечения и кишечная непроходимость были факторами риска развития ИАГ у пациентов ОРТ.

В исследовании Blaser A.R. et al. [15] ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>, положительное давление в конце выдоха более 10 см Н<sub>2</sub>O, РаО<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 300, применение вазопрессоров, применение инотропных средств, панкреатит, печеночная недостаточность, цирроз печени с асцитом, желудочно-кишечное кровотечение и лапаротомия в день поступления были факторами риска ИАГ.

Также можно выделить несколько механизмов, которые могут привести к ИАГ: а) исходно повышенное ВБД

(например, ожирение); б) увеличение внутрибрюшного объема (например, асцит или отек); в) снижение податливости брюшной стенки (например, после герниопластики).

Повышенное ВБД приводит к сдавлению нижней полой вены, вызывая снижение венозного возврата к сердцу. Это уменьшение преднагрузки приводит к уменьшению сердечного выброса, что приводит к уменьшению притока крови к органам. Отметим, что снижение сердечного выброса приводит к снижению почечной перфузии, что способствует развитию острого повреждения почек. Так, олигурия может быть одним из самых ранних признаков АКС [16].

Результатом подъема диафрагмы из-за высокого ВБД может быть высокое внутригрудное давление. Податливость грудной клетки снижается, что приводит к увеличению давления в дыхательных путях и увеличению работы органов дыхания. Экспериментальные исследования показали, что при ИАГ общая емкость легких и функциональная остаточная емкость могут быть снижены на 40% [17]. Повышение внутригрудного давления ухудшает венозный возврат из головного мозга, тем самым повышая внутричерепное давление и, следовательно, уменьшая мозговой кровоток.

Жидкостная реанимация еще больше усиливает отек и снижает растяжимость брюшной и грудной полостей. Отек кишечника увеличивает объем органа, добавляя к этому порочному кругу повышение ВБД и снижение перфузии. По данным Diebel L.N., Dulchavsky S.A., Brown W.J. [18] снижение внутренистой перфузии приводит к снижению кровотока в слизистой оболочке и бактериальной транслокации.

### Показания к лечению ИАГ

В целом WSACS предлагает начинать медикаментозное лечение при ВБД 12 мм рт. ст. [4]. Считается, что нормальное ВБД у пациентов в критическом состоянии находится в пределах 5–7 мм рт. ст. [4], но на сегодняшний день имеется недостаточно данных для определения нормальных значений у пациентов со спонтанным дыханием.

Отметим, что самостоятельно дышащие пациенты ни в одном из исследований специально не изучались. Поэтому неизвестно, применимо ли значение 12 мм рт. ст. к этой группе пациентов.

Также открытым остается вопрос о показаниях к лечению ИАГ у пациентов с ожирением и беременных. Так, оба состояния развиваются относительно медленно, и организм человека адаптируется к этим патофизио-

логическим и физиологическим изменениям. Поэтому уровни ВБД, которые являются показанием к лечению, скорее всего, должны быть выше. De Keulenaer B.L. et al. [19] отмечают, что исходные уровни ВБД составляют от 9 до 14 мм рт. ст. у пациентов с морбидным ожирением.

### Тактика ведения пациентов с ИАГ

Во многих современных исследованиях ИАГ ассоциировалась с повышенной заболеваемостью и смертностью. Однако остается неясным, улучшает ли терапия или профилактика этого состояния результаты лечения пациентов. Кроме того, на сегодняшний день не проводилось исследований, чтобы ответить на вопрос, какой пациент нуждается в консервативном или хирургическом лечении АКС. Таким образом, показания и время проведения декомпрессионной лапаротомии при АКС до сих пор неизвестны [5].

Как было отмечено ранее, WSACS предлагает начинать медикаментозное лечение при ВБД 12 мм рт. ст. или выше и адаптировать лечение для поддержания ВБД ниже 15 мм рт. ст. [4]. При этом предполагается поэтапное лечение ИАГ: от медикаментозных и минимально инвазивных методов до агрессивной хирургической декомпрессии. De Laet I.E., Malbrain M.L.N.G., De Waele J.J. [20] отмечают, что выбор метода лечения ИАГ должен определяться как причиной, приведшей к ИАГ, так и степенью органной дисфункции. Знание причины ИАГ может помочь предсказать влияние конкретного вмешательства на ИАГ как по величине, так и по времени достижения эффекта.

В 2013 г. WSACS опубликовала алгоритм медикаментозного лечения ИАГ/АКС, состоящий из пяти терапевтических вмешательств [4]. Однако общее качество имеющихся доказательств для разработки рекомендаций было низким. В небольших исследованиях изучались отдельные меры и их влияние на ВБД, а не на исход.

В настоящее время адекватная инфузионная терапия для коррекции гиповолемии и восстановления адекватной перфузии остается центральным элементом ведения пациентов в критическом состоянии. Инфузионная терапия должна обеспечивать баланс между достижением адекватной тканевой перфузии и оксигенации, но при этом избегать гиперволемию, которая часто идентифицируется как независимый предиктор развития АКС [21].

В 2007 г. Hoste E. et al. [22] было опубликовано первое проспективное исследование нейромышечной блокады при лечении ИАГ, в котором сообщалось о временном снижении ИАГ у 9 из 10 пациентов. В проспективном исследовании эпидуральной и внутривенной послеоперационной обезболивающей терапии было проде-

монстрировано, что эти два метода имеют одинаковую эффективность для снижения ВБД [23].

Дренирование любых выявленных интраабдоминальных скоплений жидкости также является безопасным и эффективным методом снижения ВБД. Удаление даже несколько сотен миллилитров жидкости могут привести к заметному снижению ВБД при наличии выраженной ИАГ [24].

Доказательства в поддержку декомпрессионной лапаротомии ограничены, так как были проведены только небольшие нерандомизированные исследования. По данным систематического обзора и метаанализа Van Damme L., De Waele J.J. [25] декомпрессионная лапаротомия приводит к значительному снижению ВБД и улучшению гемодинамических, респираторных и почечных параметров. Летальность после декомпрессионной лапаротомии остается высокой и составляет 49,7% у взрослых пациентов. Van Damme L., De Waele J.J. [25] также выявлена корреляция между сроками выполнения декомпрессионной лапаротомии и смертностью.

Результаты мета-анализа Smit M., van Meurs M., Zijlstra J.G. [5] показывают, что декомпрессионную лапаротомию следует рассматривать при неэффективности медикаментозных методов лечения, даже несмотря на то, что остается неясным, какие пациенты получают наибольшую пользу от декомпрессионной лапаротомии.

Среди хирургических методов, используемых для декомпрессии, можно выделить срединную лапаротомию и двустороннюю поперечную подреберную лапаротомию [26]. Менее инвазивный вариант — подкожная фасциотомия белой линии живота, при которой делаются три коротких горизонтальных разреза кожи. Этот метод эффективен только у 50–70% пациентов [26]. При этом на сегодняшний день имеется мало данных в поддержку подкожной фасциотомии белой линии живота и двусторонней поперечной подреберной лапаротомии.

### Выводы

В результате проведенного анализа научной литературы мы пришли к следующим выводам:

1. Интраабдоминальная гипертензия — это повышенное ВБД (до 12 мм рт. ст. или выше), выявляемое при трех последовательных измерениях, проводимых с интервалом от 4 до 6 часов.
2. Оптимальный выбор лечения для конкретного пациента с ИАГ должен учитывать 4 элемента: а) причину ИАГ; б) значение ВБД; в) характеристики органной дисфункции; г) характер и течение основного заболевания.

3. Адекватная инфузионная терапия для коррекции гиповолемии и восстановления адекватной перфузии остается центральным элементом ведения пациентов.
4. Относительно безопасными и эффективными методами снижения ВБД являются: нейромышечная блокада, эпидуральная и внутривенная обезбо-  
ливающая терапия, дренирование интраабдоминальных скоплений.
5. Декомпрессивную лапаротомию следует рассматривать при неэффективности медикаментозных методов лечения.
6. Необходимы дальнейшие исследования для разработки эффективного алгоритма ведения пациентов с ИАГ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Milanese R., Caregnato R.C.A. Intra-abdominal pressure: an integrative review //Einstein (Sao Paulo).— 2016.— Т. 14.— P. 423–430.
2. Maddison L., Starkopf J., Blaser A.R. Mild to moderate intra-abdominal hypertension: Does it matter? //World journal of critical care medicine.— 2016.— Т. 5.— № 1.— P. 96.
3. Sánchez-Miralles A. et al. Abdominal compartment syndrome and acute intestinal distress syndrome //Medicina Intensiva.— 2012.— Т. 37.— № 2.— P. 99–109.
4. Kirkpatrick A.W. et al. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome //Intensive care medicine.— 2013.— Т. 39.— № 7.— P. 1190–1206.
5. Smit M., van Meurs M., Zijlstra J.G. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in critically ill patients: A narrative review of past, present, and future steps //Scandinavian Journal of Surgery.— 2021.— P. 1–12.
6. Vidal M.G. et al. Incidence and clinical effects of intra-abdominal hypertension in critically ill patients //Critical care medicine.— 2008.— Т. 36.— № 6.— P. 1823–1831.
7. Regueira T. et al. Intra-abdominal hypertension: incidence and association with organ dysfunction during early septic shock //Journal of critical care.— 2008.— Т. 23.— № 4.— P. 461–467.
8. Kim I.B. et al. Incidence, risk factors and outcome associations of intra-abdominal hypertension in critically ill patients //Anaesthesia and intensive care.— 2012.— Т. 40.— № 1.— P. 79–89.
9. Iyer D. et al. Early screening to identify patients at risk of developing intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome //Acta Anaesthesiologica Scandinavica.— 2014.— Т. 58.— № 10.— P. 1267–1275.
10. Malbrain M. et al. A systematic review and individual patient data meta-analysis on intra-abdominal hypertension in critically ill patients: the wake-up project. World initiative on Abdominal Hypertension Epidemiology, a Unifying Project (WAKE-Up!) //Minerva anesthesiologica.— 2014.— Т. 80.— № 3.— P. 293–306.
11. Sawchuck D.J., Wittmann B.K. Pre-eclampsia renamed and reframed: Intra-abdominal hypertension in pregnancy //Medical Hypotheses.— 2014.— Т. 83.— № 5.— P. 619–632.
12. De Waele J.J. et al. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in pancreatitis, paediatrics, and trauma //Anaesthesiology intensive therapy.— 2015.
13. Petro C.C. et al. Permissible intraabdominal hypertension following complex abdominal wall reconstruction //Plastic and reconstructive surgery.— 2015.— Т. 136.— № 4.— P. 868–881.
14. Holodinsky J.K. et al. Risk factors for intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome among adult intensive care unit patients: a systematic review and meta-analysis //Critical Care.— 2013.— Т. 17.— № 5.— P. 1–15.
15. Blaser A.R. et al. Risk factors for intra-abdominal hypertension in mechanically ventilated patients //Acta Anaesthesiologica Scandinavica.— 2011.— Т. 55.— № 5.— P. 607–614.
16. Mohmand H., Goldfarb S. Renal dysfunction associated with intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome //Journal of the American Society of Nephrology.— 2011.— Т. 22.— № 4.— P. 615–621.
17. Tonetti T. et al. Respiratory consequences of intra-abdominal hypertension //Minerva Anesthesiologica.— 2020.— Т. 86.— № 8.— P. 877–883.
18. Diebel L.N., Dulchavsky S.A., Brown W.J. Splanchnic ischemia and bacterial translocation in the abdominal compartment syndrome //Journal of Trauma and Acute Care Surgery.— 1997.— Т. 43.— № 5.— P. 852–855.
19. De Keulenaer B.L. et al. What is normal intra-abdominal pressure and how is it affected by positioning, body mass and positive end-expiratory pressure? //Intensive care medicine.— 2009.— Т. 35.— № 6.— P. 969–976.
20. De Laet I.E., Malbrain M.L.N.G., De Waele J.J. A clinician's guide to management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in critically ill patients //Critical care.— 2020.— Т. 24.— № 1.— P. 1–9.
21. Rastogi P. et al. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome: pathophysiological and non-operative management //Minerva anesthesiologica.— 2013.— Т. 80.— № 8.— P. 922–932.
22. Hoste E. et al. The effect of neuromuscular blockers in patients with intra-abdominal hypertension //Intensive care medicine.— 2007.— Т. 33.— № 10.— P. 1811–1814.
23. Varosyan A. et al. Epidural analgesia decreases intraabdominal pressure in postoperative patients with intraabdominal hypertension: 8AP1–8 //European Journal of Anaesthesiology (EJA).— 2007.— Т. 24.— P. 87.

24. Cheatham M.L. Nonoperative management of intraabdominal hypertension and abdominal compartment syndrome //World journal of surgery.— 2009.— Т. 33.— № . 6.— P. 1116–1122.
25. Van Damme L., De Waele J.J. Effect of decompressive laparotomy on organ function in patients with abdominal compartment syndrome: a systematic review and meta-analysis //Critical Care.— 2018.— Т. 22.— № . 1.— P. 1–11.
26. Leppäniemi A. Surgical management of abdominal compartment syndrome; indications and techniques //Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine.— 2009.— Т. 17.— № . 1.— P. 1–5.

---

© Долаков Ибрагим Гапурович ( i\_dolakov@mail.ru ), Гезгиева Райшат Каримовна ( rgezgieva@mail.ru ),  
Гагиева Долатхан Алиевна ( dola\_70@mail.ru ), Гезгиев Мусса Магомедович ( goldeneagle111@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ингушский государственный университет

# НОВЫЙ СПОСОБ РЕКОНСТРУКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ПОСЛЕ ГАСТРЭКТОМИИ

## A NEW METHOD RECONSTRUCTION DIGESTIVE TRACT AFTER TOTAL GASTRECTOMY

*Yu. Efremenko  
A. Baryshev*

*Summary.* The article presents the results of the first clinical application of a new method for restoring the continuity of the digestive tract after gastrectomy, which allows, due to the original technical solution, to prevent biliary reflux into the esophagus and slow down the passage of food through the small intestine, which, despite a large number of modifications, remains a constructive drawback of loop esophagojejunal anastomoses with interintestinal anastomosis according to Brown, one of the traditional method reconstruction digestive tract after gastrectomy.

*Keywords:* Gastric cancer, total gastrectomy, anastomosis, reflux esophagitis, quality of life.

**Ефременко Юрий Викторович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
tailerderden87@mail.ru

**Барышев Александр Геннадиевич**

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

*Аннотация.* В статье представлены результаты первого клинического применения нового способа реконструкции пищеварительного тракта после гастрэктомии, позволяющего за счет оригинального технического решения предотвратить билиарный рефлюкс в пищевод и замедлить пассаж пищи по тонкой кишке, что, не смотря на большое количество модификаций, остается конструктивным недостатком петлевых эзофагоэноанастомозов с межкишечным соустьем по Брауну, одного из традиционных способов восстановления непрерывности пищеварительного тракта после гастрэктомии.

*Ключевые слова:* рак желудка, гастрэктомия, анастомоз, пищеводный рефлюкс, качество жизни.

## Введение

**З**локачественные новообразования желудка с эпидемиологической точки зрения занимают значительную часть в структуре онкологической заболеваемости и смертности в мире. Рак желудка занимает шестое место по частоте встречаемости и второе место в структуре смертности по данным всемирного статистического исследования рака GLOBOCAN за 2018 г. [1, с. 2]. В России рак желудка занимает пятое место по частоте встречаемости, уступая только опухолям кожи, молочной железы, органов дыхания и ободочной кишки, и занимает второе место в структуре смертности от опухолей [2, с. 236]. Ежегодно регистрируется около 36 тыс. новых случаев рака желудка и более 34 тыс. умерших больных, при этом мужчины заболевают в 1,3 раза чаще женщин, а пик заболеваемости приходится на возраст старше 50 лет [3, с. 226].

Основным методом лечения у данной категории больных, остается хирургический, а гастрэктомия с расширенной лимфоденэктомией — наиболее частое оперативное вмешательство по поводу резектабельных злокачественных опухолей желудка [4, с. 136]. Количество выполняемых в мире гастрэктомий ежегодно исчисляется сотнями тысяч, вследствие распространенности рака

желудка. Вместе с неуклонным увеличением количества успешно прооперированных таким образом больных и улучшением отдаленных результатов, продолжает оставаться актуальной проблема постгастрэктомических синдромов, обусловленных полным удалением желудка и изменением нормальных анатомо-физиологических соотношений в пищеварительном тракте [5, с. 5].

Наиболее важное значение в улучшении непосредственных и отдаленных функциональных результатов гастрэктомии имеет усовершенствование имеющихся и внедрение новых способов формирования пищеодно-кишечного анастомоза. На сегодняшний день разработано более 70 различных модификаций этого анастомоза, что свидетельствует об отсутствии единства взглядов на решение этой проблемы и неудовлетворенности функциональными результатами предлагаемых способов [6, с. 37].

Одним из наиболее распространенных методов реконструкции после гастрэктомии является традиционный петлевой тип реконструкции с межкишечным соустьем по Брауну, так как этот метод наиболее простой и обоснованный с онкологической и хирургической точки зрения. К недостаткам эзофагоэноанастомоза с брауновским соустьем относят выключение из пище-

варения двенадцатиперстной кишки, высокую частоту рефлюкс-эзофагита и демпинг-синдрома. При этом установлено, что для уменьшения степени тяжести нарушения обмена веществ, следует замедлить пассаж пищи в тощей кишке для ее ритмичного адсорбирования, а также предотвратить билиарный рефлюкс в пищевод [6, с. 38; 7, с. 58].

Таким образом, проблема технического совершенствования способов реконструкции после гастрэктомии в плане снижения частоты функциональных осложнений послужила основанием для данной работы.

Цель исследования: разработать новый способ реконструкции пищеварительного тракта на основе традиционного петлевого эзофагоэюноанастомоза с брауновским соустьем для улучшения функциональных результатов гастрэктомии.

## Материалы и методы

На основании изучения современного опыта восстановления непрерывности пищеварительного тракта после гастрэктомии, оценки положительных и отрицательных сторон различных способов по данным литературы, сотрудниками кафедры хирургии № 1 ФПК и ППС ФГБУ ВО КубГМУ Минздрава России, разработан новый способ реконструкции (патент на изобретение № 2735811 «Способ восстановления непрерывности пищеварительного тракта после гастрэктомии», приоритет от 03.03.20 г., авторы: Барышев А.Г., Ефременко Ю.В.), применяющийся в оперативном лечении больных раком желудка в хирургических отделениях ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им.проф. С.В. Очаповского» г. Краснодар с 2018 г.

Предложенный способ реконструкции осуществляется следующим образом. После лимфодиссекции, мобилизации и удаления желудка, двенадцатиперстную кишку прошивали аппаратом УО-60, перитонизировали механический скрепочный шов двумя полукисетными швами. Выделялась начальная петля тонкой кишки длиной около 30 см от связки Трейца и проводилась к культе пищевода через бессосудистое окно в брыжейке поперечно-ободочной кишки. Соответственно диаметру пищевода, на протяжении 2–3 см поперечно пересекалась стенка тощей кишки. Формировался петлевой эзофагоэюноанастомоз — конец пищевода в бок приводящего колена петли тощей кишки с укутыванием швов анастомоза стенками приводящей кишки полукисетными швами и формированием перитонеальной муфты вокруг пищевода за счет затягивания салазочных швов. Отступив 12 см от эзофагоэюноанастомоза приводящую кишку, поперечно прошивали аппаратом УО-60, механический скрепочный шов перитонизировали обвивным серозно-мышечно-подслизистым швом, этой же нитью сшива-

ли между собой брыжейные края приводящей и отводящей кишки на расстоянии 5,0 см. выше и на 3,0 см. ниже линии механического шва. Формировали два межкишечных брауновских анастомоза, — проксимальный длиной 4,0 см для прохождения пищи из приводящей петли в отводящую и дистальный длиной 1,5 см — аналогично для прохождения желчи и панкреатического сока.

Новый способ апробирован у 25 больных (14 мужчин и 11 женщин) раком желудка с стадией опухолевого процесса от I до III. Всем пациентам оказан стандартный предоперационный комплекс обследований, включающий эзофагогастродуоденоскопию с гистологическим исследованием и верификацией аденокарциномы разной степени дифференцировки и определения глубины инвазии опухоли, а также компьютерную томографию трех зон с внутривенным контрастированием. После предоперационной подготовки всем больным выполнялась радикальная гастрэктомия с D2 лимфоаденэктомией и формированием петлевого эзофагоэюноанастомоза по разработанной методике.

В сроки через 6 и 12 месяцев после операции больным проводилась единая программа исследования функциональных показателей пищеварительной системы, включающая клинические, лабораторно-инструментальные методы и анкетирование качества жизни с помощью комбинации опросника QLQ-C30 с модулем STO22, принятого Европейской организацией по исследованию и лечению рака.

## Результаты

После гастрэктомии с реконструкцией пищеварительного тракта по предложенной методике, у всех 25 исследуемых пациентов не установлено каких-либо специфических хирургических осложнений связанных с выбором способа реконструкции, в том числе явлений несостоятельности швов эзофагоэюноанастомоза.

При рентгеноскопическом исследовании поступление бариевой взвеси из пищевода в тонкую кишку было свободным, в положении Тренделенбурга затек контраста в пищевод отсутствовал у всех исследуемых больных. В приводящей петле происходило замедление пассажа контраста до 40–60 минут с эффектом накопления и последующим ритмично-порционным прохождением через проксимальный межкишечный анастомоз в отводящую кишку. Дальнейшее продвижение бариевой взвеси по тонкой и толстой кишке происходило без особенностей. В отдаленные сроки на контрольной рентгеноскопии у больных стабильно регистрировалось отсутствие рефлюкса бариевой взвеси в пищевод и рентгенологические признаки рубцовой стриктуры эзофагоэюноанастомоза.

В раннем послеоперационном периоде, эндоскопически в зоне эзофагоюноанастомоза отмечался умеренный отек и гиперемия слизистой, признаков рефлюкса не было выявлено ни в одном случае. В отдаленные сроки после операции (через 1 год) при эндоскопическом исследовании в пищеводе отсутствовали воспалительные или рубцовые изменения у всех больных.

Клинически проявления раннего демпинг-синдрома спустя 1 год после операции наблюдались у 4 (16%) пациентов, из которых в легкой степени у 3 (75%), в средней степени тяжести у 1 (25%) больных. Проявления позднего демпинг-синдрома наблюдались у 2 (8%) пациентов спустя 1 год после операции.

Уровень сывороточного белка через 6 мес. в среднем составлял  $72,1 \pm 2,3$  г/л, при этом количество альбумина —  $42,3 \pm 2,1$  г/л, глобулина  $29,8 \pm 2,4$  г/л. Спустя 1 год концентрация сывороточного белка составляла  $75,6 \pm 2,2$  г/л, при этом количество альбумина —  $44,0 \pm 2,1$  г/л, глобулина  $31,6 \pm 2,3$  г/л.

Характер усвоения принимаемой пищи по результатам копрограммы оценивался удовлетворительно. Измененные мышечные волокна в кале через 6 месяцев отмечались у 4 (16%) больных, через 1 год у 4 (16%) больных. Нейтральный жир в кале через 6 месяцев был у 4 (16%) больных, через 1 год у 3 (12%) больных. Крахмал в кале спустя 6 месяцев выявлен у 8 (32%) больных, через 1 год у 5 (20%) больных.

Для оценки нутритивной эффективности нового способа эзофагоюностомии у пациентов проводилась оценка трофологического статуса. Спустя 6 месяцев после операции индекс массы тела (ИМТ) от 18,5 до 25 кг/м<sup>2</sup> отмечался у 14 (56%) пациентов, ИМТ от 17,5 до 18,5 кг/м<sup>2</sup> — у 8 (32%), ИМТ от 16,0 до 17,5 кг/м<sup>2</sup>–3 (12%) пациентов. Через 1 год ИМТ от 18,5 до 25 кг/м<sup>2</sup> был у 18 (72%) больных, ИМТ от 17,5 до 18,5 кг/м<sup>2</sup> — у 7 (28%) больных, ИМТ от 16,0 до 17,5 кг/м<sup>2</sup> — не отмечался.

При исследовании качества жизни, факторами ограничивающими нормальное существование после хирургического вмешательства являлись боль, отсутствие аппетита, дисфагия, бессонница, тревожность, пониженное настроение, эмоциональность и тревожность, которые купировались к 6 месяцу. Спустя 1 год после операции 18 пациентов (72%) смогли вернуться в свое исходное функциональное состояние.

## Обсуждение

При анализе непосредственных результатов гастрэктомии не отмечалось признаков несостоятельности эзофагоюноанастомоза и билиарного пищеводного

рефлюкса, что обусловлено наличием надежного муфтообразного пищеводно-тонкокишечного анастомоза с арефлюксной целью дополненного механическим швом, разобщающим в приводящем колене петли тонкой кишки прохождение желчи и пищеварительных ферментов от эзофагоюноанастомоза. При этом изоперистальтический эффект от анастомозирования пищевода с приводящей петлей тощей кишки и наличия ее изгиба в обход линии аппаратного шва, обеспечивает накопление и более физиологичный порционный пассаж пищи. Раздражение рецепторов начального отдела слизистой оболочки тощей кишки приводит к секреции интестинальных ферментов в просвет кишки и выделения энтерогенных гормонов в кровь, а депонирование пищевых масс обеспечивает эффект пролонгированного воздействия. Далее пища, поступающая через проксимальный межкишечный анастомоз в отводящую кишку, по мере продвижения смешивается с желчью панкреатическими ферментами, поступающими из двенадцатиперстной кишки через дистальный межкишечный анастомоз. Детальный анализ рентгеноскопических данных подтвердил достаточную резервуарную функцию участка приводящей петли тонкой кишки, находящегося между эзофагоюноанастомозом и поперечным механическим скрепочным швом, что отразилось в минимальном числе больных с клиническими проявлениями вегетативных, демпинговых реакций в ответ на углеводную нагрузку через 6 месяцев и дальнейшем их уменьшении через 1 год.

Видеоэндоскопическая эзофагоэнтероскопия проводимая пациентам для визуализации состояния эзофагоюноанастомоза, определения наличия воспалительных проявлений или рубцовых стриктур подтвердила высокие антирефлюксные качества разработанного способа реконструкции пищеварительного тракта.

Гастрэктомия является сложной операцией, как для больного, так и для пациента, она закономерно приводит к ухудшению послеоперационного качества жизни пациента. Лабораторные анализы исследуемых больных свидетельствуют о положительной динамике восстановления обменных процессов и гомеостаза. Большая часть пациентов отметили у себя возможность после проведенного оперативного вмешательства в дальнейшем вести активный образ жизни, выполнять по нашей рекомендации регулярные физические нагрузки (прогулки, езда на велосипеде, плавание) способствующие повышению аппетита, улучшению кровообращения и микроциркуляции, социальной реабилитации после хирургического лечения.

## Заключение

Таким образом, разработан и апробирован в клинике новый способ реконструкции пищеварительного тракта

после гастрэктомии. Отсутствие осложнений связанных с формированием пищеводно-кишечного соустья, признаков рефлюкс-эзофагита, а также небольшое число больных с алиментарно-энтерогенным вегетативным синдромом, демонстрируют позитивную роль предложенного способа реконструкции пищеварительного тракта в предупреждении развития ранних послеоперационных и отдаленных функциональных осложнений, что приводит к улучшению качества жизни и скорейшей социальной реабилитации пациентов перенесших гастрэктомию. Использование нового способа рекон-

струкции пищеварительного тракта может служить методом выбора реконструкции после гастрэктомии у пациентов с потенциально благоприятным клиническим прогнозом заболевания.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

---

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I. et al. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. SA: *ACancerJournalforClinicians* 2018.
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В.: Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2019.
3. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 г. Под редакцией М.И. Давыдова и Е.М. Аксель М., Издательская группа РОНЦ, 2014.
4. Осложнения гастрэктомии / А.Ф. Черноусов, Т.В. Хоробрых, П.В. Ногтев. — М.: Практическая медицина, 2017.
5. Чайка А.В., Хомяков В.М., Рябов А.Б. Функциональные последствия операций по поводу злокачественных опухолей желудка: профилактика, диагностика и лечение пострезекционных нарушений. *Рос журн гастроэнтерол гепатол колопроктол* 2018; 28(3).
6. Олексеев В.В., Ефетов С.В., Захаров В.А., и др. Функциональные результаты реконструкции пищеварительного тракта после гастрэктомии. *Хирургия*. 2017.
7. Ручкин Д.В., Ян Ц. Еюногастропластика как альтернативный способ реконструкции пищеварительного тракта после гастрэктомии. *Хирургия*. 2015; 9.

---

© Ефременко Юрий Викторович ( tailerderden87@mail.ru ), Барышев Александр Геннадиевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ВЛИЯНИЕ ТИПА ВСКАРМЛИВАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

## INFLUENCE OF THE TYPE OF FEEDING ON THE STATE OF HARD TISSUES OF TEETH IN YOUNG CHILDREN

**N. Kovalev  
K. Lichidova  
I. Kovalev**

*Summary.* This article is devoted to the problem of the state of hard dental tissues in young children, depending on the type of feeding. This problem is the subject of study of such specialists, pediatricians and pediatric dentists. Today it is known that the prevalence of caries and dental pathologies in children reaches 90–95%. Various factors can cause these diseases, among them — the type of feeding of young children. If the child was or is bottle-fed, he often develops a pathological condition, caries develops and careful observance of preventive measures is required. The foregoing determined the relevance of our study.

*Keywords:* feeding features, caries in young children, rationality of nutrition, dependence of the state of dental hard tissues on feeding.

**Ковалев Никита Андреевич**

Санкт-петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет  
niko1923@mail.ru

**Личидова Кристина Александровна**

Санкт-петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет  
kristina\_125@mail.ru

**Ковалев Илья Андреевич**

Санкт-петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет  
i.LyaZzz@mail.ru

*Аннотация.* Данная статья посвящена проблеме состояния твердых тканей зубов у детей раннего возраста в зависимости от типа вскармливания. Данная проблема является предметом изучения таких специалистов, педиатры и детские стоматологи. Сегодня известно, что распространенность кариеса и зубочелюстных патологий у детей доходит до 90–95%. Различные факторы способны вызвать подобные заболевания, среди них — тип вскармливания детей раннего возраста. Если ребенок находился или находится на искусственном вскармливании, у него чаще формируется патологическое состояние, развивается кариес и требуется тщательное соблюдение профилактических мер. Вышесказанное обусловило актуальность нашего исследования.

*Ключевые слова:* особенности вскармливания, кариес у детей раннего возраста, рациональность питания, зависимость состояния твердых тканей зубов от вскармливания.

## Введение

Сегодня уровень развития современных научных технологий, в том числе и в сфере детской стоматологии, очень высок, однако, с каждым годом, тем не менее растет количество стоматологических заболеваний у детей. Отмечено увеличение числа зарегистрированных случаев такого поражения твердых тканей зубов, как кариес у детей, на сегодня распространенность данной патологии достигает 90–95%.

Причинами патологических изменений твердых тканей зубов детей раннего возраста могут быть различные заболевания, однако наиболее значимым фактором является тип вскармливания. Современные мамы часто отказываются от грудного вскармливания в пользу искусственного, мотивы таких поступков различны, и в ряде случаев достаточно аргументированы, например — необходимость раннего выхода на работу, необходимость

ограничивать себя в питании, гипогалактия и медицинские показатели [1], также отмечаются и социальные причины.

Зачастую, применение искусственных смесей в кормлении детей раннего возраста ведет к возникновению различного спектра заболеваний зубочелюстной системы детей. Показано, что такой тип питания в 2,5 раза повышает риск развития дистальной окклюзии. При этом большое значение должно быть уделено подбору соски и времени её использования. Необходимо обращать пристальное внимание на соску, которой пользуется ребенок, ее размер, материал из которого она изготовлена и форму, которая также имеет большое значение [1].

На рынке существует большое количество фирм, которые предлагают для вскармливания детей физиологические соски, но сам факт искусственного вскармливания сказывается на здоровье ребенка исключительно

отрицательно, страдают жевательные мускулы ребенка из-за отрицательного влияния на движения языка. Итогом такого влияния становится неадекватное развитие и нарушение роста зубочелюстной системы ребенка.

По данным исследований, у детей, которые находились на искусственном вскармливании в 2,3 раза чаще, чем при естественном типе питания, наблюдается развитие дистальной окклюзии, а у 35,6% детей деформируются зубные дуги. Это связано с тем, что форма, размер и упругость соски, а также величина ее отверстия определяют положение языка и характер работы жевательной и мимической мускулатуры, что оказывает влияние на формирование зубочелюстного комплекса [6].

При неправильном развитии челюстно-лицевой области у детей страдает как внешность ребенка, так и его пищеварительная система. То есть проблема, кроме функциональных нарушений, приобретает и психологический характер [2]. При возрасте ребенка меньше одного года может развиваться патология твердых тканей зубов вследствие того, что при искусственном вскармливании в рацион вводится большое количество сладких кисломолочных и молочных продуктов, пищи, богатой углеводами. Такое питание в будущем использование приводит, чаще всего, к удалению молочных зубов преждевременно [3].

Таким образом, актуальность исследования обуславливается распространением поражений твердых тканей зуба у ребенка до одного года, а также формированием зубочелюстных аномалий.

Цель данного исследования — исследование типа вскармливания детей (искусственное или естественное вскармливание) раннего возраста на состояние твердых тканей зубов детей раннего возраста.

### Материалы и методы исследования

Нами было проведено аналитическое исследование проблемы на базе 5 стоматологических поликлиник г. Санкт-Петербург (СПб ГБУЗ СП № 9, ГДСП № 6, СПб ГБУЗ СП № 4, детское поликлиническое отделение № 2, Стоматологическая поликлиника № 12, детское отделение, Детская стоматологическая поликлиника № 3).

В исследовании принимали участие дети в возрастной группе от 6 месяцев до 6 лет, которые были как на естественном, так и на искусственном вскармливании, и обратились в поликлинику с целью лечения стоматологических заболеваний и осложнений, которые они могут вызвать. В исследовании не были включены дети, которые обращались к стоматологу по поводу

травм или врождённых патологий, а также в случае отказа родителей от участия в исследовании.

При проведении работы были проанализированы амбулаторные карты детей в количестве 250 штук. В каждой поликлинике анализировали по 50 карт детей, охватывающие период с 2018 по 2021 годы.

В исследовании принимали участие дети, проходившие лечение по поводу стоматологических заболеваний в возрастной группе от 6 месяцев до 6 лет.

Были выделены три возрастные группы:

1 — Дети от 6 месяцев до 1 года;

2 — Дети от 1 до 3-х лет;

3 — Дети от 3-х до 6 лет.

Анкетирование было проведено с участием 100 родителей, в каждой поликлинике было опрошено по 20 родителей. Анкета содержала 10 вопросов о том, на каком вскармливании находится ребенок в том числе, вопросы помогли выявить факторы риск развития патологии зубочелюстной системы у детей. В процессе опроса родителей были установлены данные относительно сосок, которые выбирают родители, прикорм, питание и еще ряд важных моментов, которые позволили установить связь между типом питания и заболеваниями зубочелюстной системы у детей [4].

### Результаты и обсуждение

Подводя итоги исследования, следует обратить внимание на то, что на естественном вскармливании находилось 87% опрошенных, но еще до того, как дети достигли возраста в 6 месяцев их перевели на искусственное вскармливание. Меньше месяца естественно питались 19% всех детей, в возрасте от 3-х до 6 месяцев на искусственное вскармливание перевели еще 50%, еще 18% перевели после достижения возраста в 6 месяцев.

Далее было установлено, что только 27% детей, не достигших возраста одного года, были на естественном вскармливании. Основную массу детей перевели на искусственное питание после 6 месяцев или же начали давать смешанное питание до достижения 1 года (73% опрошенных и участвующих в исследовании родителей). Родителями были приведены различные аргументы для перевода ребенка с естественного на искусственное вскармливание, в том числе гипогалактия — малое количество молока или его полную потерю, еще одна распространённая причина — необходимость выйти на работу, что не давало кормить ребенка грудью.

При анкетировании родителей было показано, что большинство из них не в полной мере осведомлены

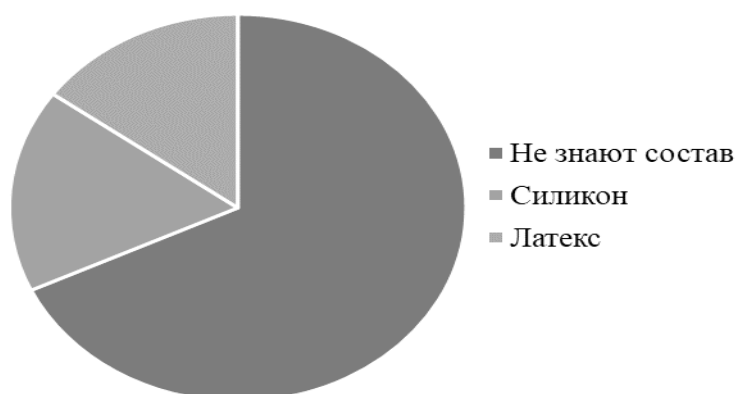


Рис. 1. Результаты анкетирования родителей по поводу состава сосок



Рис. 2. Причины выбора сосок

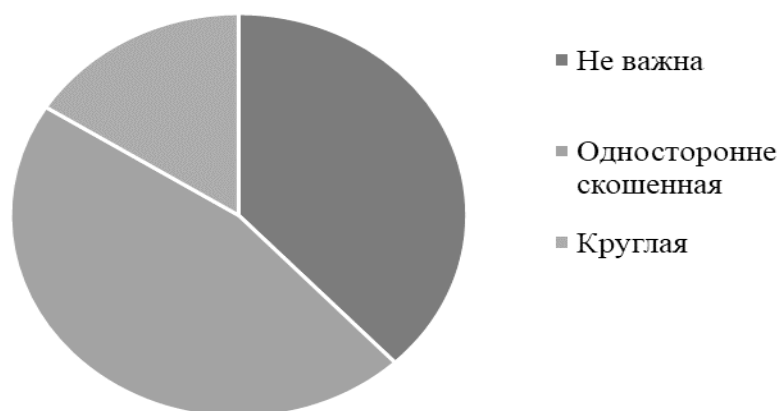


Рис. 3. Мнение родителей по форме сосок



Рис. 4. Результаты опроса родителей по выбору искусственного питания

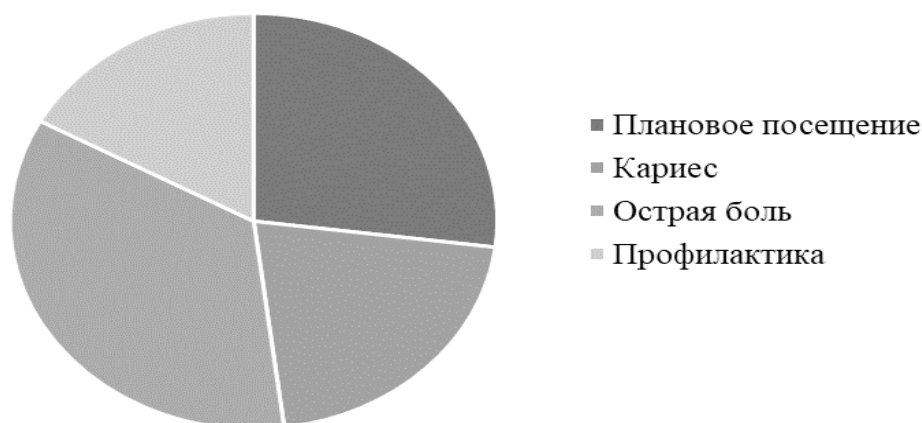


Рис. 5. Питание детей раннего возраста

о особенностях искусственного вскармливания. Так, более половины опрошенных родителей (68%) не имели представления, из какого материала была сделана выбранная ими соска. Остальные родители использовали силиконовые или латексные соски в примерно равном соотношении (рисунок 1).

Раздел анкеты, посвященный особенностям искусственного вскармливания, так же вызвал у родителей ряд затруднений (рисунок 2).

Таким образом, определяющим является выбор соски, подходящей по возрасту ребенка, в то время как другим характеристикам родители практически не уделяют много внимания.

Не все родители осознают важность формы соски. 38% опрошенных указали, что это совершенно не важно, односторонне скошенную соску выбрали 46% родителей, считая, что она более физиологична, в то время как круглую соску предпочитают 16% [5] (рисунок 3).

12% всех опрошенных родителей при выборе искусственного питания прислушивались к советам родных или знакомых, так же они руководствовались статьями из интернета, разной информацией из блогов, статей, исследований; рекомендациям врача — педиатра следуют 73% опрошенных и только 15% самостоятельно принимали решение о том, какое искусственное питание использовать (рисунок 4).

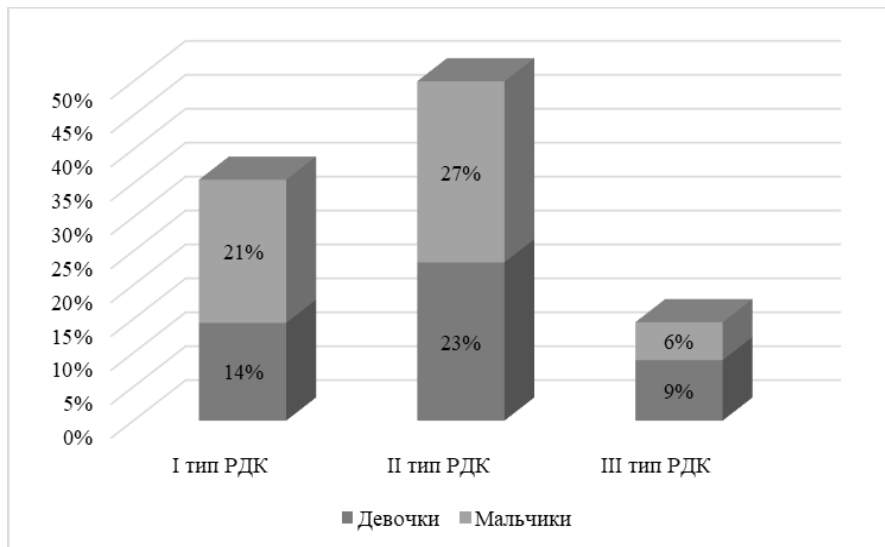


Рис. 6. Распределение детей по форме раннего детского кариеса (ДТК)

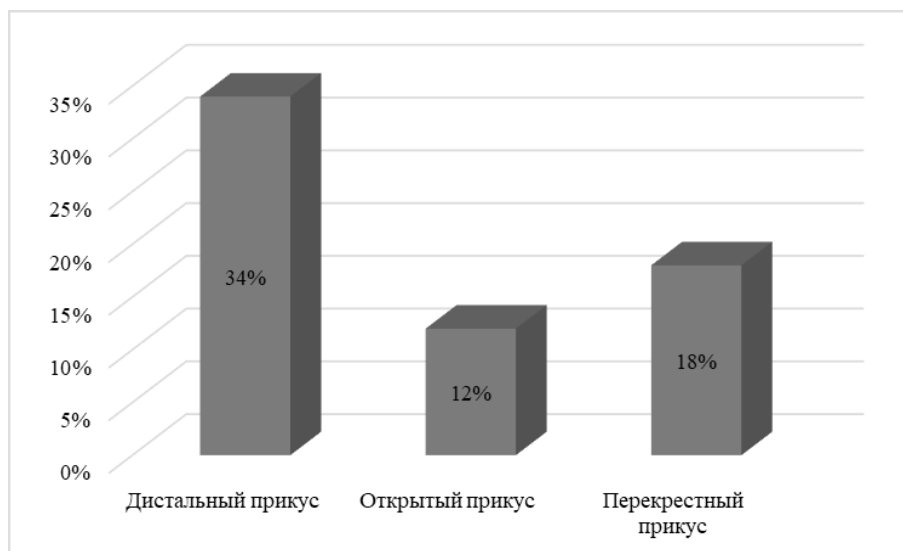


Рис. 7. Распределение выявленной патологии у детей, находившихся на искусственном вскармливании

Согласно результатам анкетирования многие родители (65% опрошенных), дают детям перед сном сладкие кисломолочные продукты, из них за помощью к стоматологу в плановом порядке обратились 27% по причине кариеса, 21% обратились по причине острой боли, в то время как в плановом профилактическом порядке обратились только 17% (рисунок 5).

По мере того, как изучались истории болезни детей в возрасте от 6 месяцев до года было установлено, что 75% детей обратились за помощью в поликлинику по причине поражения резцов верхней челюсти. Из ана-

мнеза так же известно, что эти дети перед тем, как заснуть употребляли в пищу сладкие кисломолочные продукты, возможно засыпали с ними во рту.

В возрастной группе от года до трех лет 83% случаев обращения к стоматологу происходили по причине кариозного поражения зубов и осложнений, связанных с ним, удалением зуба закончилось 34% случаев.

У половины пациентов кариозные повреждения локализовались на вестибулярных поверхностях резцов верхней челюсти и молочных молярах (50,0%). Мень-

ший процент детей имели изолированные поражения на этих зубах (35,6%). Пациенты с поражением практически всех зубов, включая резцы нижней челюсти, встречались в 14,5% случаев (рисунок 6).

В возрасте от 3-х лет до 6 с заболевания твердых тканей зубов имеют 67% пациентов, но в этом возрасте родители стали обращаться за помощью еще и к ортодонту, так как зубы, леченные ранее, было необходимо покрыть коронками или изготовить конструкции замещения при удалении зуба.

Также нами были проанализированы случаи аномалии развития зубочелюстной системы у детей (рисунок 7).

Было показано, что 34% пациентов имели дистальную окклюзию, открытый прикус наблюдался у 12%, перекрестный прикус — у 18% пациентов. Патологии прикуса у детей с естественным вскармливанием не было выявлено у 77% детей [5].

## Выводы

Известно, что важную роль при формировании зубочелюстной системы ребенка играет тип вскармливания. Так, если ребенок находился или находится на искусственном вскармливании у него чаще формируется патологическое состояние и развивается поражение твердых тканей зубов. Такие дети находятся в группе риска и следует уделять внимание мерам профилактики.

Результаты нашего аналитического исследования подтверждаются рядом исследований, в ходе которых подтверждается, что у детей младшего возраста, находившихся на искусственном вскармливании с использованием стандартных сосок, аномалии зубных рядов и окклюзии выявлены у 76,4% пациентов. Среди нарушений окклюзии превалирует дистальная окклюзия (67,6%) с глубокой резцовой дизокклюзией (33,8%), глубокой резцовой окклюзией (26,5%). Вертикальная резцовая дизокклюзия выявлена у 11,8% пациентов. Характерными признаками нарушенного формирования зубных рядов являлись: сужение в области боковых зубов и апикального базиса зубных дуг челюстей (на 10,3+1,5%), удлине-

ние переднего отрезка верхней зубной дуги и уплощение переднего отрезка нижней зубной дуги [7].

Для того, чтобы профилактика была рациональной, ее следует систематизировать, проводить среди родителей беседы на тему типа вскармливания и профилактических мер по предупреждению стоматологических патологий. Такая работа должна вестись, прежде всего, среди беременных, чтобы осветить вопросы преимуществ естественного вскармливания для малыша, объяснить, что это может стать причиной формирования у детей стоматологических заболеваний. Естественное вскармливание должно быть у ребенка до достижения первого года жизни. Родителям следует отказаться от прикормов и кормлений ребенка сладкими молочными продуктами, подбирать анатомические соски [3]. Родители должны быть осведомлены, что если у ребенка сильно выражен сосательный рефлекс, стоит удлинить время вскармливания, время применения соски пустышки напротив сократить и полностью от нее отказаться к первому году жизни, в это время каждый прием пищи должен сопровождаться жеванием.

Родителей следует правильно мотивировать, чтобы они обращались к стоматологу не только для лечения уже сформированного заболевания, но и для профилактики, так как ряд патологий проще предотвратить, чем потом лечить. Питание очень важно для здоровья ребенка, особенно в том, что касается состояния твердых тканей зубов у детей раннего возраста [1].

Ранний детский кариес — заболевание, степень и распространенность которого, увеличивается пропорционально возрасту ребенка. Несмотря на многофакторную природу, существуют факторы первостепенной важности, определяющие развитие кариеса. К их числу относятся: количество потребляемых углеводов, кислотообразующие микроорганизмы, наличие налета из-за неправильной и нерегулярной гигиены полости рта [1].

Для каждого возрастного периода ребенка характерна разная степень выраженности и комбинация факторов риска, что следует учитывать при проведении лечебных и профилактических мероприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

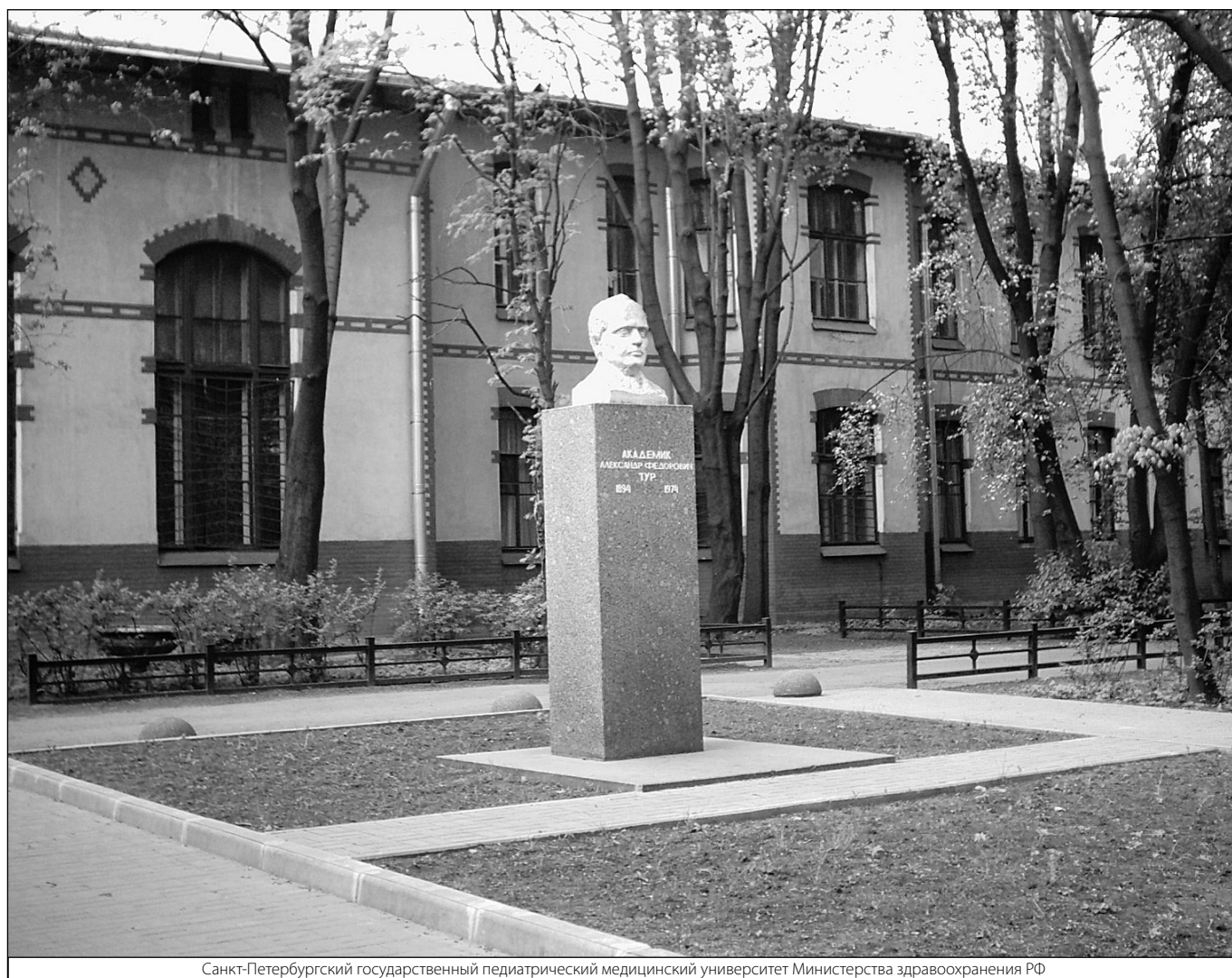
1. Антоненко А.Н. Эпидемиология, этиология, оценка риска, профилактика и лечение кариеса зубов у детей раннего возраста 2019 г. Электронный ресурс: epidemiologiya-etiologya-otsenka-riska-profilaktika-i-lechenie-kariеса-zubov-u-detey-rannego-vozrasta Дата обращения: 17.02.2022
2. Данилова М.А., Шевцова Ю.В. ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ РАННЕГО ДЕТСКОГО КАРИЕСА // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 4.;
3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14100> (дата обращения: 16.02.2022).
4. Детская стоматология / под ред. О.О. Янушевича, Л.П. Кисельниковой, О.З. Топольницкого. — М.: ГЭОТАРМедиа, 2017
5. Кормление и питание грудных детей и детей раннего возраста. //МР ВОЗ № 87, Копенгаген, 2018. — С. 157,291.

6. Казанцева И.А., Социальные аспекты взаимоотношений врача и пациента при выборе инновационной технологии лечения кариеса зубов // Биоэтика. — 2015. — № 1 (15). — С. 43–45.
7. Лечение временных зубов у детей. Учебное пособие. — СПб.: ДентАрт, 2013. — 44 с.
8. Профилактика стоматологических заболеваний у детей. Лечение кариеса зубов и его осложнений у детей разных возрастных групп: Учебно-методическое пособие, 2017.
9. Попова Н.В., Антропометрический анализ моделей челюстей у детей 1–3 лет, находившихся на естественном и искусственном вскармливании различными видами сосок // Ортодонтия. — 2019. — № 1. — С.80.
10. Попова Н.В., Особенности формирования зубочелюстной системы у детей раннего возраста в зависимости от вида вскармливания/ Ортодонтия. — 2019. М: С. 54
11. Стоматологическая заболеваемость населения России / под ред. Э.М. Кузьминой. — М., 2009. — 228 с.
12. Скаюркина А.С. Влияние характера вскармливания на состояние твердых тканей зубов у детей раннего возраста 2012 г. Электронный ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-haraktera-vskarmlivaniyana-sostoyaniye-tverdyh-tkaney-zubov-u-detey-rannego-vozrasta> (Дата обращения 18.02.2022)
13. Шаковец Наталья Вячеславовна Рекомендации экспертов ВОЗ 2017 года по профилактике кариеса у детей раннего возраста 2018 год. Электронный ресурс: [rekomendatsii-ekspertov-voz-2017-goda-po-profilaktike-kariеса-zubovu-detey-rannego-vozrasta](https://www.rekomendatsii-ekspertov-voz-2017-goda-po-profilaktike-kariеса-zubovu-detey-rannego-vozrasta). (Дата обращения 18.02.2022)
14. Arsenina O., Nadtochij A., Popova N., Popova A., Starikova N. Evaluation of sucking behavior between breast and artificial nipple fed babies // Abstracts of 82nd Congress of the European Orthodontic Society. — Vienna, 2016. — P.127.

© Ковалев Никита Андреевич ( niko1923@mail.ru ),

Личидова Кристина Александровна ( kristina\_l25@mail.ru ), Ковалев Илья Андреевич ( i.LyaZzz@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИГИПОКСАНТОВ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ОСТРЫХ ОСТЕОМИЕЛИТОВ ЧЕЛЮСТЕЙ

### USE OF ANTIHYPOXANTS IN COMPLEX TREATMENT OF ACUTE JAW OSTEOMYELITIS

V. Kokoev  
L. Tsokova  
G. Toboev

*Summary.* The problem of increasing the effectiveness of treatment of patients with acute odontogenic inflammatory diseases of the maxillofacial region is currently one of the most urgent in dentistry and maxillofacial surgery. The success of treatment of patients with acute odontogenic osteomyelitis of the jaws depends on early diagnosis, an objective assessment of the severity of the patient's condition. This contingent of patients requires active, sometimes expensive treatment in a specialized hospital. The purpose of the study: to evaluate the effectiveness of the use of Acizol in the complex therapy of acute odontogenic osteomyelitis of the jaw. Treatment in the control group lasted 9–11 days. The study confirmed the positive therapeutic effect of the antihypoxic drug Acizol, which showed an increase in the effectiveness of treatment and a reduction in the duration of hospitalization in patients with acute odontogenic osteomyelitis of the jaw.

*Keywords:* effectiveness of therapy, acyzol, odontogenic osteomyelitis, purulent-necrotic focus.

**Кокоев Владислав Анатольевич**

Ассистент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ  
kokoev701@mail.ru

**Цокова Лалита Викторовна**

Ассистент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ  
tsokova.lolita@yandex.ru

**Тобоев Георгий Владимирович**

Д.м.н., доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ  
gtoboev@yandex.ru

*Аннотация.* Проблема повышения эффективности лечения больных острыми одонтогенными воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области в настоящее время является одной из наиболее актуальных в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Успех лечения больных острым одонтогенным остеомиелитом челюстей зависит от ранней диагностики, объективной оценки тяжести состояния больного. Этот контингент больных требует активного, порой дорогостоящего лечения в условиях специализированного стационара. Цель исследования: оценить эффективность применения Ацизола в комплексной терапии острого одонтогенного остеомиелита челюсти. Лечение в контрольной группе длилось 9–11 дней. Исследование подтвердило положительный терапевтический эффект антигипоксанта препарата Ацизол, который показал повышение эффективности лечения и сокращение продолжительности госпитализации больных острым одонтогенным остеомиелитом челюсти.

*Ключевые слова:* эффективность терапии, ацизол, одонтогенный остеомиелит, гнойно-некротический очаг.

**П**роблема повышения эффективности лечения больных острыми одонтогенными воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области в настоящее время является одной из наиболее актуальных в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. В то же время среди одонтогенных воспалительных заболеваний, в том числе осложненных флегмоной мягких тканей, преобладает острый одонтогенный остеомиелит челюсти [5, 7].

Успех лечения больных острым одонтогенным остеомиелитом челюстей зависит от ранней диагностики, объективной оценки тяжести состояния больного. Несмотря на успехи медицинской практики, лечение

острого и хронического остеомиелита челюсти остается сложным и малоэффективным. Одной из причин этого в последние десятилетия является ухудшение клинического течения, тенденция к генерализации процесса, тяжелые септические осложнения и неблагоприятные исходы [4, 8].

Этот контингент больных требует активного, порой дорогостоящего лечения в условиях специализированного стационара. В то же время у 65,7–74,3% больных хронический остеомиелит челюсти длится от 6 месяцев до нескольких лет и включает длительное лечение, включающее множественные оперативные вмешательства [2, 3].



Поэтому анализ комплексных схем лечения больных одонтогенным остеомиелитом челюсти и разработка принципов стандартизации лечения в настоящее время является актуальным вопросом [6].

Схемы комбинированной терапии острого остеомиелита челюсти требуют алгоритмизации и оценки.

Первое место в фармакотерапии данной патологии занимают антибиотики. В контексте воспалительной реакции препаратами выбора являются антибактериальные и противовоспалительные препараты. Однако в последние годы во всем мире значительно возросла устойчивость возбудителей к антибактериальным препаратам [1].

По данным ведущих мировых экспертов, почти в 50% случаев антибактериальная терапия назначается безосновательно. В результате, помимо подавления патогенных микробов, возникают отрицательные побочные эффекты в виде дисбактериоза и повышенной чувствительности. Кроме того, влияние большинства антибиотиков на организм пациента может привести к снижению интенсивности специфического иммунного ответа и фагоцитоза. В некоторых случаях их действие может иметь парадоксальный эффект — воспаление длится дольше, рецидивирует или становится хроническим.

В современной медицине большое внимание уделяется применению препаратов с антигипоксическими свойствами.

Одним из препаратов такого действия является фармакологический препарат «Ацизол». Ацизол используется как профилактическое средство против риска отравлений и при тяжелых отравлениях угарным газом и другими продуктами термического окислительного распада. Предотвращает, уменьшает и устраняет последствия кислородного голодания на клеточном уровне, уменьшает образование токсичных продуктов перекисного окисления липидов, снижает потребление кислорода во время интенсивных физических нагрузок. Антигипоксичный эффект связан с наличием в его структуре полифенольного убихинона компонента и возникает в результате участия в тканевом дыхании. Антиоксидантное действие обусловлено тиосульфатной группой, способствующей разрушению продуктов перекисного окисления липидов.

Ацизол обладает высоким уровнем безопасности, хорошей переносимостью, отсутствием побочных эффектов. Быстро проникает в жидкости и ткани организма, увеличивает скорость анаэробных гликолитических реакций, освобождает клетки от недостаточно окисленных продуктов обмена.

Показаниями к применению ацизола являются:

- ◆ гипоксия, развивающаяся при экстремальных состояниях организма: гипертермия, гиповентиляция легких, длительная интенсивная умственная деятельность, хроническая усталость;
- ◆ лечение и профилактика гипоксических состояний, сопровождающих различные заболевания: стенокардия, сердечная, почечная и печеночная недостаточность, пневмония, бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, вирусные инфекции и др.;
- ◆ сокращение периода восстановления после чрезмерных физических нагрузок, травм, хирургических вмешательств.

Назначение этого препарата не отменяет антибиотикотерапию.

### Цель исследования

Оценить эффективность применения Ацизола в комплексной терапии острого одонтогенного остеомиелита челюсти.

### Материал и способы исследования

Мы рассмотрели клинические результаты применения этого препарата. Было 58 пациентов (39 мужчин и 19 женщин) в возрасте от 19 до 52 лет. 46 больных госпитализированы с локализацией гнойно-воспалительного процесса на нижней челюсти, 12 — на верхней. У 40 больных острый остеомиелит осложнился флегмонами подчелюстных участков, у 7 больных — дна полости рта, 6 — щечных участков. Во всех случаях гнойно-воспалительный процесс имеет гиперергический тип.

Клиническое исследование начинается с исследования пациентов, в ходе которого более подробно описываются жалобы, история болезни и жизнь пациента. У всех больных анализируются причинные факторы развития заболевания, предпосылки его возникновения.

Всем больным в день поступления проведено оперативное вмешательство: вскрытие гнойно-воспалительного очага с дренированием послеоперационной раны, удаление «причинных» зубов и корней.

Кроме общепринятой противовоспалительной терапии у 30 больных и процедур и физиотерапии использовался фармакологический препарат «Ацизол» по 1 мл. 1 раз в день в течение 5–7 дней.

Для сравнения полученных результатов наблюдали контрольную группу из 28 пациентов с подобной пато-

логией, получавших лечение одновременно с основной группой, но без применения ацизола.

Клиническое течение воспалительного процесса восстановления больных в послеоперационном периоде оценивают по следующим критериям: интенсивность и длительность болей в ране, наличие отека мягких тканей, оплодотворение раны и величина послеоперационного повреждения. Динамику наблюдали каждый день до полного исчезновения воспаления и выписки пациентов из стационара.

### Результаты исследования

У пациентов первой группы из 7 пациентов наблюдалось субъективное улучшение в виде улучшения общего состояния, уменьшение интенсивности боли в участке локализации в течение первых двух дней комплексного лечения, третьих суток — 17, на пятую — 4. У 2 человек субъективные ощущения не изменились. Наблюдаемая динамика воспалительного процесса у большинства больных (28 человек) положительна и позволяет отметить лечение антибиотиками через 4–5 дней после начала лечения.

Следует отметить, что все пациенты хорошо переносят препарат.

У больных со стандартной схемой лечения наблюдается гноетечение из ран, достаточно выраженное до седьмых суток послеоперационного периода. На восьмой день оно почти останавливалось. Применение ацизола позволило снизить интенсивность этого симптома к пятым суткам.

Исследования величины послеоперационного повреждения в обеих группах в течение 2–3 дней оставались схожими: оказалось, что тяжело удалить фибриновый налет, удаление которого приводило к сильному кровотечению из раны. К пятым суткам у пациентов первой группы вследствие сближения краев раны в разной степени уменьшились размеры раневого дефекта. В контрольной группе лечебные процессы были не столь эффективны, как у пациентов, получавших ацизол.

Установлено, что лечение в контрольной группе длилось 9–11 дней, трем пациентам было проведено повторное хирургическое вмешательство по поводу ревизии гнойно-некротического очага.

Таким образом, наше исследование подтвердило положительный терапевтический эффект антигипоксанта препарата Ацизол, который показал повышение эффективности лечения и сокращение продолжительности госпитализации больных острым одонтогенным остеомиелитом челюсти.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Артемова, А.В. Частота встречаемости остеомиелитов в практике челюстно-лицевого хирурга /А.В. Артемова, А.А. Дикусар, Л.А. Щекина //Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013. Т. 3, № 11. С. 1212.
2. Егорова, Е.А. Особенности остеомиелита челюстно-лицевой области при иммунодефицитных состояниях /Е.А. Егорова, И.С. Зорина //Сибирский медицинский журнал. 2010. Т. 25. № 3. С. 86.
3. Казакова, Ю.М. Частота гнойно-воспалительных осложнений одонтогенной этиологии в околочелюстных мягких тканях нижней челюсти /Ю.М. Казакова, И.О. Походенько-Чудакова //Российский стоматологический журнал. 2005. № 4. С. 20–22.
4. Робустова, Т.Г. Современная клиника, диагностика и лечение одонтогенных воспалительных заболеваний / Т.Г. Робустова // Российский стоматологический журнал. 2003. № 4. С. 11–16.
5. Тобоев, Г.В. Характеристика динамики показателей перекисного окисления липидов, антиоксидантной защиты и фагоцитарной активности нейтрофилов при лечении мелаксеном острого одонтогенного остеомиелита челюстей / Г.В. Тобоев, К.И. Алиев // Медико-фармацевтический журнал Пульс. 2020. Т. 22. № 9. С. 26–30.
6. Bronkhorst M.A. Osteomyelitis of the jaws /M.A. Bronkhorst, P.A. Damme //Ned Tijdschr Tandheelkd. 2006. Vol. 113, № 6. P. 222–225.
7. Chen L. Risk factors of recurrence and life-threatening complications for patients hospitalized with chronic suppurative osteomyelitis of the jaw /L. Chen, T. Li, W. Tang et al //BMC Infect Dis. 2013. Vol. 11, № 13. P. 313.

© Кокоев Владислав Анатольевич ( kokoev701@mail.ru ),

Цокова Лалита Викторовна ( tsokova.lolita@yandex.ru ), Тобоев Георгий Владимирович ( gtoboev@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## РАННИЕ МАРКЕРЫ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ПРОГНОЗА У ПАЦИЕНТОВ С ИБС, СТАБИЛЬНАЯ СТЕНОКАРДИЯ ПОСЛЕ СТЕНТИРОВАНИЯ КОРОНАРНЫХ СОСУДОВ

### EARLY MARKERS OF AN UNFAVORABLE PROGNOSIS OF PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE, STABLE ANGINA PECTORIS AFTER STENTING OF CORONARY VESSELS

**E. Markelova  
A. Semenikhin  
A. Kostyushko**

*Summary.* Diseases of the circulatory system currently occupy a leading position in mortality in the developed countries of the world. Percutaneous coronary intervention (PCI) is a modern type of surgical intervention on a working heart, performed in the conditions of X-ray surgery, for the treatment of coronary artery disease. One of the main problems of modern endovascular surgery is restenosis, repeated narrowing of more than 50% in the area of the previously implanted stent, which can be regarded as an unfavorable outcome of surgical treatment. According to foreign and domestic sources, the incidence of restenosis inside the stent is 5–18.4%. The search and study of early markers of an unfavorable outcome in patients with coronary artery disease, stable angina after coronary artery stenting can improve their duration and quality of life, as well as reduce the economic costs of treatment of this category of patients.

*Keywords:* Cytokines, growth factors, MMP and their inhibitors, coronary heart disease, stable angina pectoris, PCI, restenosis.

**Маркелова Елена Владимировна**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
г. Владивосток*

**Семенихин Андрей Анатольевич**

*Врач-специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, аспирант, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Владивосток  
andsema@mail.ru*

**Костюшко Анна Валерьевна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
г. Владивосток*

*Аннотация.* Болезни системы кровообращения в настоящее время занимают лидирующую позицию по смертности в развитых странах мира. Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) — современный вид хирургического вмешательства на работающем сердце, выполняемое в условиях рентгено-операционной, для лечения ИБС. Одной из основных проблем современной эндоваскулярной хирургии является рестеноз, повторное сужение более 50% в зоне ранее имплантированного стента, что может расцениваться, как неблагоприятный исход оперативного лечения. Согласно зарубежным и отечественным источникам, частота развития рестеноза внутри стента составляет 5–18,4%. Поиск и изучение ранних маркеров неблагоприятного исхода у пациентов с ИБС, стабильная стенокардия после стентирования коронарных артерий может улучшить их продолжительность и качество жизни, а также снизить экономические затраты на лечение данной категории больных.

*Ключевые слова:* цитокины, факторы роста, ММП и их ингибиторы, ИБС, стабильная стенокардия, ЧКВ, рестеноз.

**Б**олезни системы кровообращения в настоящее время занимают лидирующую позицию по смертности в развитых странах мира. В Российской Федерации смертность от болезней системы кровообращения составляет 573,6 случаев на 100 тыс. населения (~ 841729 в год) [4]. Ишемической болезни сердца (ИБС) отводится ведущая роль в структуре сердечно-сосудистых заболеваний. Стоит отметить, что 42% от всех умерших в результате ИБС находились в трудоспособном возрасте. Больные с установленным диагнозом ста-

бильной стенокардии умирают в 2 раза чаще, чем лица без этого заболевания. ИБС — поражение миокарда, вызванное нарушением кровотока по коронарным артериям. Главной причиной органического поражения считается эндотелиальную дисфункцию с развитием атеросклеротической бляшки в русле коронарной артерии. К функциональным изменениям относят спазм сосудов и внутрисосудистый тромбоз. Наиболее распространенная форма ИБС — стабильная стенокардия напряжения, которая в свою очередь подразделяется на IV функци-

ональных класса по Канадской классификации [2]. Золотым стандартом диагностики ИБС на сегодняшний день является коронарография, которая в свою очередь позволяет оценить не только характер и степень поражения коронарного русла, но и помочь в выборе дальнейшей тактики оперативного лечения. Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) — современный вид хирургического вмешательства на работающем сердце, выполняемое в условиях рентгенооперационной, для лечения ИБС. Количество центров рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения в РФ на 2019 год составило 367, выполнивших 334972 ЧКВ [1]. Одной из основных проблем современной эндоваскулярной хирургии является рестеноз, повторное сужение более 50% в зоне ранее имплантированного стента, что может расцениваться, как неблагоприятный исход оперативного лечения. Согласно зарубежным источникам, частота развития рестеноза внутри стента составляет 5–10% [15]. Недавнее Российское исследование, включавшее 225 пациентов со стабильным течением ИБС, которым было выполнено ЧКВ, показало развитие рестеноза у 18,4% в течении 14,5 мес. [3]. Наличие рестеноза является независимым предиктором сердечной смерти, повторной реваскуляризации целевого поражения и поздним тромбозом стента [6].

В последние годы активно ведется разработка прогностической оценки маркеров воспаления, которые могли бы служить ранними индикаторами появления поражений в коронарном русле и патологии в стенке [5]. Поиск и изучение ранних маркеров неблагоприятного исхода у пациентов с ИБС, стабильная стенокардия после стентирования коронарных артерий может улучшить их продолжительность и качество жизни, а также снизить экономические затраты на лечение данной категории больных.

### Цель исследования

Выявить и определить пороговые значения ранних маркеров неблагоприятного исхода у пациентов с ИБС, стабильная стенокардия после стентирования коронарных артерий.

**Материалы и методы.** В рамках данного исследования нами было обследовано 98 пациентов с диагнозом ишемическая болезнь сердца, стабильная стенокардия 2–3 ФК, которым было выполнено чрескожное коронарное вмешательство. Больные были разделены на две основные группы: 1-я — с гладким послеоперационным течением (79 пациентов) и 2-я — с неблагоприятным исходом (рестеноз) после ЧКВ (19 пациентов).

В качестве биологического материала для иммунологических проб нами использовалась венозная кровь.

У всех пациентов производился забор венозной крови до ЧКВ, на 1-е и 3-е сутки после выполненного оперативного вмешательства. Все пациенты через 1 год приглашались в клинику для контрольного обследования и выполнения коронарографии. Группа контроля была сформирована из 30 здоровых добровольцев, сопоставимых по возрасту и полу. Для данной группы забор биологического материала осуществлялся однократно.

Оценка уровня содержания цитокинов в сыворотке крови методом сэндвич-варианта твердофазного иммуноферментного анализа согласно прилагаемых инструкций. Определение уровня цитокинов с провоспалительными (ИЛ-1 $\beta$ , ФНО- $\alpha$ , ФНО- $\beta$ , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-17, ИФН- $\gamma$ ) и с преимущественно противовоспалительными функциями (ИЛ-4, ИЛ-10, ИЛ-13), факторов роста (ТФР- $\alpha$ , ТФР- $\beta$ 1, ТФР- $\beta$ 2, VEGF) и показателей, влияющих на состояние межклеточного матрикса (ММП-1, ММП-2, ММП-8, ММП-9, ТИМП-1, ТИМП-2, ММП-9/ТИМП-1) проводили с помощью специфических реактивов фирмы «R&D Diagnostic. Inc» (США). Расчеты количества цитокинов, металлопротеиназ и их ингибиторов проводились путем построения калибровочной кривой, используя компьютерную программу. Количество отображалось в пг/мл, нг/мл. Достоверность различий между сравниваемыми группами оценивалась по методу Уилкоксона-Манна-Уитни. Были построены прогностические модели, включившие в себя те цитокины, концентрации которых статистически значимо отличались в группах исследования по развитию неблагоприятного исхода в послеоперационном периоде. Проведены множественные логистические регрессионные анализы факторов риска развития осложнений раннего периода после ЧКВ и тестирование комплекса потенциальных маркеров и их концентраций на чувствительность и специфичность с помощью построения ROC кривых и определения их площади под кривой (от англ. AUC –area under curve).

### Результаты и их обсуждение

В ряде научных работ была продемонстрирована ассоциация повышенной концентрации ФНО- $\alpha$  на фоне интервенционных вмешательств на коронарных артериях с развитием осложнений [9]. В то время как работе Ya. Ueki, (2016) было обнаружено, что эндоваскулярное вмешательство значительно увеличивает уровни ИЛ-6, хемоаттрактантного белка моноцитов (MCP-1) и ФНО- $\alpha$ , однако, данный эффект не связан с более высокой частотой рестеноза внутри стента [14]. Следует отметить, что ФНО- $\beta$ , также, как и ФНО- $\alpha$  играет роль одного из основных регуляторов воспалительного ответа, способных влиять на интенсивность образования неинтимы, процесса, лежащего в основе рестеноза у пациентов с интервенционными вмешательствами [10, 12]. Не смотря на наличие ряда статей, подтверждающих роль ИЛ-8 в развитии по-

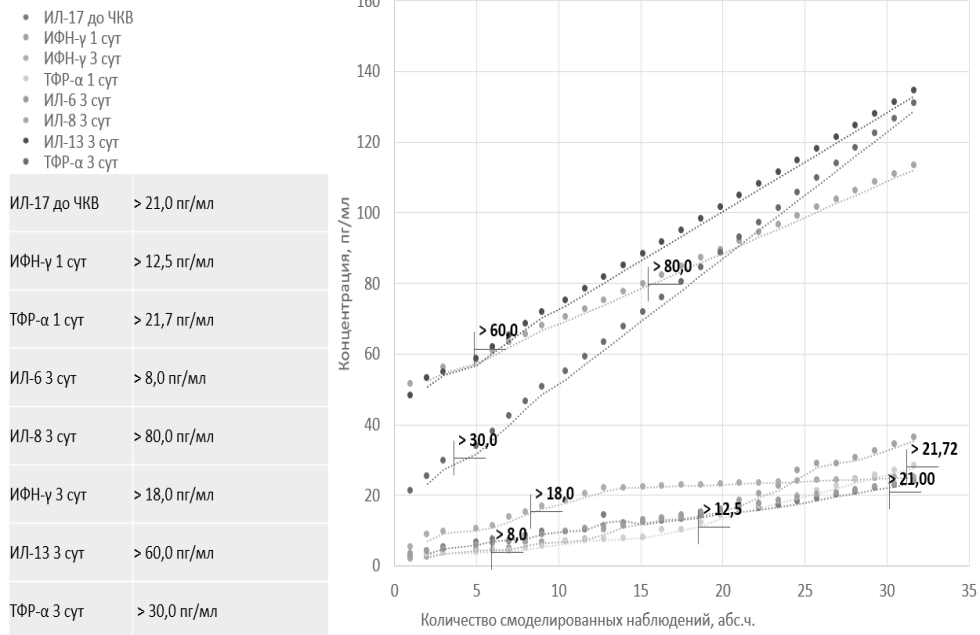


Рис. 1. Пороговые концентрации цитокинов в прогнозировании риска развития осложнений раннего периода после ЧКВ.

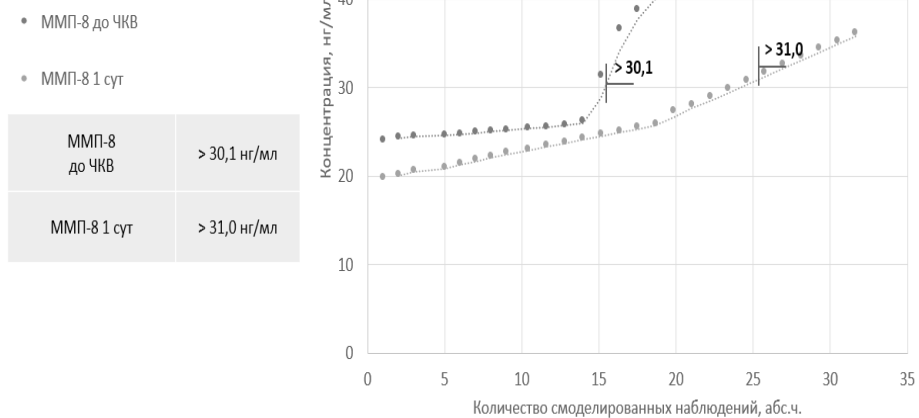
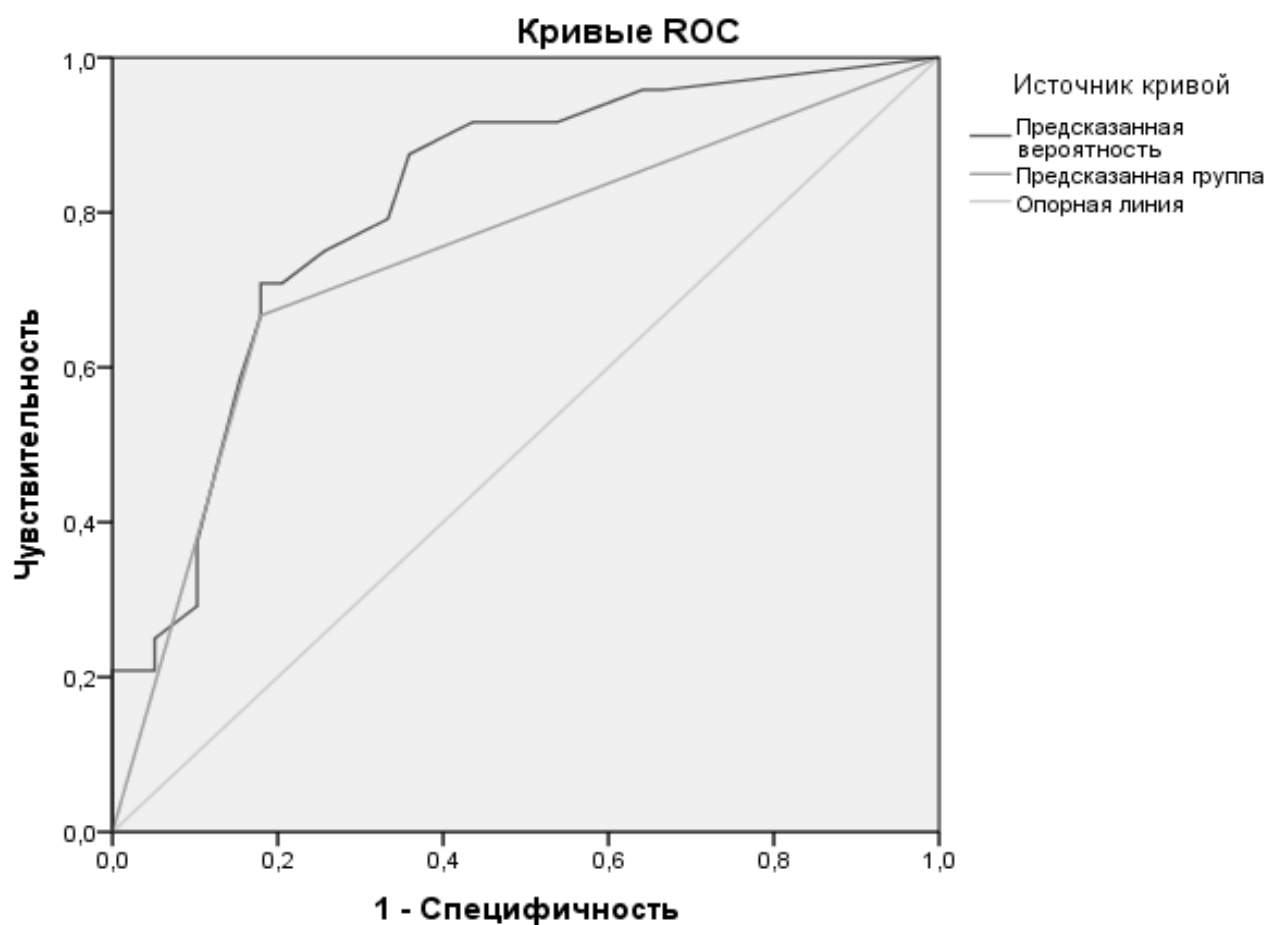


Рис. 2. Пороговые концентрации показателей ММП в прогнозировании риска развития осложнений раннего периода после ЧКВ.



Диагональные сегменты формируются совпадениями.

Рис. 3. РОК кривая диагностической точности факторов риска развития осложнений послеоперационного периода до ЧКВ.

стинтервенционных осложнений остается неясным референсный диапазон, который мог бы применяться для определения прогноза после ЧКВ [7]. Согласно данным работы G. Cheng и соавт. (2009), ИЛ-17 может быть важным фактором в образовании неоинтимы и рестенозе после вызванного транслюминальной баллонной ангиопластикой сосудистого ремоделирования [8]. Взаимосвязь повышенной концентрации ИФН-γ и сосудистого ремоделирования является дискуссионной, не смотря на некоторые связи, обнаруженные в предыдущих исследованиях [11]. Роль ИЛ-13 в развитии рестеноза двояка, вероятно, она может быть обусловлена его ингибирующей активностью на высвобождение воспалительных цитокинов в ответ на окислительный стресс и механическое повреждение интимы с одной стороны, а с другой — следует учитывать профиброгенные свойства, заключающиеся в поляризации макрофагов в M2a направлении, тем самым способствуя продукции факторов роста, а также индукции экспрессии фибробластами TGF-β, которые, в свою очередь,

стимулируют синтез коллагена [13]. Не смотря на большие предпосылки для изучения роли ТФР-α в развитии атеросклероза и реакций стенки сосуда на воспаление, вызванное введением стента, на сегодняшний день нет доступных научных работ по изучению концентрации ТФР-α в сыворотке крови пациентов со стабильной стенокардией до и после проведения ЧКВ. На сегодняшний день, металлопротеиназы и их ингибиторы являются предметом исследования многих ученых, однако их роль при различных заболеваниях значительно варьирует.

У пациентов со стабильной стенокардией зарегистрировано повышение в сыворотке крови провоспалительных цитокинов (ИЛ-1β, ФНО-α, ФНО-β, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-17, ИФН-γ) до ЧКВ и сохранение высоких значений до третьих суток мониторинга в раннем послеоперационном периоде всех исследованных цитокинов со значительным увеличением ИЛ-6 и ИЛ-8 в первые сутки после вмешательства и достижения максимальных зна-

чений на третьи сутки после ЧКВ. В группе с осложнениями (рестенозом) после ЧКВ ФНО- $\alpha$ , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-17, ИФН- $\gamma$  были повышены ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,04$ ) до и на первые сутки после ЧКВ, на третьи сутки после вмешательства показатели ФНО- $\alpha$ , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-17, ИФН- $\gamma$  сохраняли высокие значения ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,04$ ).

Установлен высокий уровень противовоспалительных цитокинов ИЛ-4 и ИЛ-13 у пациентов со стабильной стенокардией по сравнению с контрольной группой до ЧКВ ( $p < 0,001$ ), в то время как ИЛ-10 не отличался от референсных значений. В группе с осложнениями после ЧКВ ИЛ-13 до ЧКВ и первые сутки после ( $p < 0,001$ ), а на третьи сутки: ИЛ-4, ИЛ-10, ИЛ-13 были выше по сравнению с группой без осложнений ( $p < 0,001$ ).

У пациентов со стабильной стенокардией в период до оперативного вмешательства и на протяжении первых трех суток после интервенции зарегистрировано повышение ТФР- $\alpha$  ( $p < 0,00$ ), в особенности, в группе с осложнённым течением. Определен дефицит ТФР- $\beta$ 2 и VEGF до оперативного вмешательства, на первые и третьи сутки после интервенции, по сравнению с контролем, но в группе пациентов с осложнённым течением установлено относительное повышение их уровня по сравнению с группой гладкого течения в первые трое суток после ЧКВ.

Зарегистрировано, что ММП-8 ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ) и ТИМП-1 ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) были достоверно выше цифр контроля на всех этапах исследования, содержание ТИМП-2 и комплекса ММП-9/ТИМП-1 не достигало референсных величин ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,05$ ). У пациентов с рестенозом определен высокий уровень ММП-8, как до ЧКВ, так и на первые сутки после вмешательства ( $p < 0,001$ ), содержание ММП-9 оставалось в пределах референсных значений. В группе с благоприятным исходом после интервенции уровни ММП-2 и ТИМП-1 до ЧКВ ( $p < 0,05$ ) и ММП-2 ( $p < 0,01$ ) на третьи сутки после ( $p < 0,01$ ) вмешательства были достоверно выше, чем в группе с рестенозом после ЧКВ.

На рисунке 1, 2 проиллюстрированы пороговые концентрации, при достижении которых значение маркера можно считать критическим и предпринимать допол-

нительные лечебные и диагностические мероприятия, наряду с мониторингом осложнений. Пациент с превышением пороговых концентраций должен быть отнесен к группе риска развития осложнений после ЧКВ.

После процедуры регрессионного анализа, нами было проведено тестирование комплекса потенциальных маркеров и их концентраций на чувствительность и специфичность с помощью построения РОК кривых и определения их площади под кривой (от англ. AUC – area under curve). Комплексное влияние изменения концентрации цитокинов ИЛ-17 до ЧКВ, ММП-8 до ЧКВ и 1 сутки, ИФН- $\gamma$  1 и 3 сутки, ТФР- $\alpha$  1 и 3 сутки, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-13 на 3 сутки после вмешательства продемонстрировали высокую диагностическую точность для прогнозирования неблагоприятных исходов (AUC = 0,83;  $p < 0,01$ ; чувствительность модели = 89,3%, специфичность 92,1%; очень хорошее качество модели) (Рис. 3)

## ВЫВОДЫ

1. Определены наиболее значимые ранние биомаркеры прогнозирования неблагоприятного исхода (рестеноз): до ЧКВ ИЛ-17 ( $> 21,0$  пг/мл), ММП-8 ( $> 30,1$  нг/мл), на 1-е сутки после ЧКВ ИФН- $\gamma$  ( $> 12,5$  пг/мл), ТФР- $\alpha$  ( $> 21,7$  пг/мл), ММП-8 ( $> 31,0$  нг/мл) и на 3-е сутки после ЧКВ ИЛ-6 ( $> 8,0$  пг/мл), ИЛ-8 ( $> 80,0$  пг/мл), ИФН- $\gamma$  ( $> 18,0$  пг/мл), ИЛ-13 ( $> 60,0$  пг/мл), ТФР- $\alpha$  ( $> 30,0$  пг/мл). Достижение данных пороговых значений может служить предиктором высокого риска развития неблагоприятных исходов (рестеноз) и может быть обоснованием для дополнительных лечебных и диагностических мероприятий, наряду с мониторингом осложнений.
2. Комплексное влияние изменения концентрации цитокинов ИЛ-17 до ЧКВ, ММП-8 до ЧКВ и 1 сутки, ИФН- $\gamma$  1 и 3 сутки, ТФР- $\alpha$  1 и 3 сутки, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-13 на 3 сутки после вмешательства продемонстрировали высокую диагностическую точность для прогнозирования неблагоприятных исходов (AUC = 0,83;  $p < 0,01$ ; чувствительность модели = 89,3%, специфичность 92,1%; очень хорошее качество модели).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алекян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации — 2019 год // Эндovasкулярная хирургия. — 2020. — Т. 7, № 2 (Специальный выпуск). — С5–230.
2. Барбараш О.Л., Карпов Ю.А., Кашталап В.В., Бощенко А.А., Руда М.М. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020 // Российский кардиологический журнал. — 2020. — Т. 25, № 11. — С. 201–250.
3. Сваровская А.В., Кужелева Е.А., Аржаник А.А., Федюнина В.А., Александренко В.А., Старченко А.Д., Гарганеева А.А. Предикторы развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов с ишемической болезнью сердца, перенесших чрескожное коронарное вмешательство // Российский кардиологический журнал. — 2020. — Т. 25, № 6. — С. 95–101.

4. Терещенко А.С., Меркулов Е.В., Самко А.Н., Ускач Т.М., Кондратова Н.В., Арутюнян Г.К., Абугов С.А. Возможность применения новых антиагрегантов у пациентов после проведения планового чрескожного коронарного вмешательства // Эндovasкулярная хирургия. — 2020. — Т. 7, № 1. — С. 14–23.
5. Чазов Е.И., Карпов Ю.А. Рациональная фармакотерапия сердечно-сосудистых заболеваний. Руководство для практикующих врачей. — М.: Литтерра, 2014. — 758 с.
6. Шумаков Д.В., Шехян Г.Г., Зыбин Д.И. и др. Поздние осложнения чрескожных коронарных вмешательств // РМЖ. — 2020. — № 10. — С. 25–28.
7. Caixeta A.M. et al. Enhanced inflammatory response to coronary stenting marks the development of clinically relevant restenosis // Catheterization and Cardiovascular Interventions. — 2007. — Vol. 69. — № 4. — P. 500–507.
8. Cheng G. et al. IL-17 stimulates migration of carotid artery vascular smooth muscle cells in an MMP-9 dependent manner via p38 MAPK and ERK1/2-dependent NF- $\kappa$ B and AP-1 activation // Cellular and molecular neurobiology. — 2009. — Vol. 29. — № 8. — P. 1161.
9. Kerkmeijer L.S., Tenekecioglu E., Wykrzykowska J.J. Stent thrombosis in patients with drug eluting stents and bioresorbable vascular scaffolds: the feared complication // Polish archives of internal medicine. — 2018. — V. 128. — № 1. — P. 943–950.
10. Koch W. et al. Tumor necrosis factor- $\alpha$ , lymphotoxin- $\alpha$ , and interleukin-10 gene polymorphisms and restenosis after coronary artery stenting // Cytokine. — 2003. — Vol. 24. — № 4. — P. 161–171.
11. Moss J.W.E., Ramji D.P. Interferon- $\gamma$ : Promising therapeutic target in atherosclerosis // World journal of experimental medicine. — 2015. — V. 5. — № 3. — P. 154.
12. Murat S.N. et al. The relationship between lymphocyte-to-monocyte ratio and bare-metal stent in-stent restenosis in patients with stable coronary artery disease // Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis. — 2017. — V. 23. — № 3. — P. 235–240.
13. Ramirez G.A. et al. Vascular inflammation in Systemic autoimmunity // Frontiers in immunology. — 2016. — Vol. 7. — 471 p.
14. Ueki Y, Miura T, Miyashita Y, et al. Inflammatory Cytokine Levels After Endovascular Therapy in Patients With Peripheral Artery Disease // Angiology. — 2017. — V. 68. — № 8. — P. 742.
15. Wang Z., Liu C., Fang H. Blood Cell Parameters and Predicting Coronary In-Stent Restenosis // Angiology — 2019. — V. 70. — № 8. — P. 711–718.

---

© Маркелова Елена Владимировна, Семенихин Андрей Анатольевич ( andsema@mail.ru ),

Костюшко Анна Валерьевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ РЕПРОДУКЦИИ ФОРМЫ ЗУБНЫХ ДУГ НА ОРТОДОНТИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С АНОМАЛИЯМИ ОККЛЮЗИИ

## INFLUENCE OF DENTAL ARCH SHAPE REPRODUCTION METHODS ON ORTHODONTIC TREATMENT OF PATIENTS WITH OCCLUSION ANOMALIES

**M. Puzdyreva**  
**M. Rozhkova**  
**S. Fischev**  
**A. Lepilin**  
**A. Klimov**  
**A. Sevastyanov**  
**I. Orlova**  
**V. Popov**

*Summary.* Despite the fact that many modern methods of graphic reproductions of dental arches have been proposed, there is practically no information about recommendations for their use, taking into account the types of dental arches. It is required to improve the methods of graphical construction of arches with anomalies of their shape and size, taking into account the individual characteristics of the predicted dental arches.

*Keywords:* orthodontics, malocclusion, dental arches, reproduction of the shape of dental arches.

**Пуздырева Маргарита Николаевна**

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
seven-spb@yandex.ru

**Рожкова Мария Геннадьевна**

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет  
Министерства здравоохранения РФ  
rozmaria2010@yandex.ru

**Фищев Сергей Борисович**

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
super.kant@yandex.ru

**Лепилин Александр Викторович**

Д.м.н., профессор, Саратовский государственный  
медицинский университет имени В.И. Разумовского  
Министерства здравоохранения РФ  
lepilins@mail.ru

**Климов Андрей Геннадьевич**

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
pstom4@zdrav.spb.ru

**Севастьянов Аркадий Владимирович**

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
ardy.dkr@mail.ru

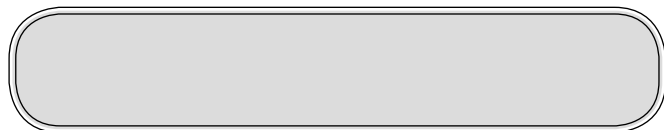
**Орлова Ирина Викторовна**

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
orisha@mail.ru

**Попов Владимир Петрович**

К.п.н., ассистент, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
vpopov5@mail.ru

*Аннотация.* Несмотря на то, что предложено множество современных методов графических репродукций зубных дуг, практически нет сведений о рекомендациях по их применению с учетом типов зубных дуг. Требуется совершенствование методов графического построения дуг при аномалиях их формы и размера с учетом индивидуальных особенностей прогнозируемых зубных дуг.



**П**роблемными и спорными остаются вопросы, связанные с определением линейных и угловых параметров дентальных дуг с учетом индивидуальных особенностей зубочелюстной системы. Дискутируются вопросы о вариантах физиологической функциональной нормы жевательного аппарата, связанной с особенностями морфологического строения дентальных арок и их связь с лицевым и мозговым отделами головы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Индивидуализации основных биометрических показателей зубных дуг и их связи с параметрами челюстно-лицевой области, посвящены исследования специалистов, опубликованные в отечественных и зарубежных источниках [7, 8, 9, 10].

В настоящее время недостаточно изученным остаётся: влияние индивидуальных особенностей зубочелюстной системы и их соразмерность зубным дугам на стабильность результатов лечения в клинике ортодонтии и протетической стоматологии, в частности при лечении аномальных форм дентальных арок [11, 12, 13].

Недостаточно внимания уделено исследованиям переднего сегмента зубных дуг с учётом геометрии круга и расчёта основных параметров, по отношению к стабильным величинам, к которым относят медиально-дентальные размеры коронок передних зубов.

Несмотря на то, что предложено множество современных методов графических репродукций зубных дуг, практически нет сведений о рекомендациях по их применению с учетом типов зубных дуг [14, 15, 16, 17].

### Цель исследования

Повышение эффективности диагностики и лечения пациентов с аномалиями прикуса за счет оптимизации методов математически-графической репродукции формы зубных дуг с учетом индивидуальных особенностей челюстно-лицевой области.

### материал и методы исследования

Проведено обследование 185 человек в возрасте 21–35 лет, которые были распределены на 2 группы. В первую группу входили 132 пациента с физиологическими видами прикуса (группа сравнения), во второй (основной) группе было 53 человек с аномалиями фор-

*Ключевые слова:* ортодонтия, аномалии прикуса, зубные дуги, репродукция формы зубных дуг.

мы и размеров зубных дуг. В каждой группе было выделено по 3 подгруппы с учетом трузионного типа зубных дуг. В 1 подгруппе были пациенты с мезотрузионным типом, во 2 подгруппе — с ретрузионным типом, а в 3 подгруппе определялся протрузионный тип дентальных дуг.

К основным методам биометрического исследования гипсовых моделей челюстей относят измерения зубов в различных направлениях (однотометрические или дентальные показатели), определение параметров зубных дуг (линейных и угловых) по сагиттали, трансверсали и диагонали.

Хрестоматийным методом графического построения зубной дуги является методика Хаулея-Герберера-Гербста (Howley-Herber-Herbst), основанная на размерах передних зубов.

Нами предложен метод, основанный на закономерностях геометрии круга. Формула расчета радиуса окружности, имела следующий вид:

$$R = \frac{\left(\frac{W_{(c-c')}}{2}\right)^2 + \left(D_{(in-c')}\right)^2}{2 \cdot \left(D_{(in-c')}\right)}$$

Где, R — радиус окружности;  $W_{(c-c')}$  — ширина переднего отдела дуги,  $D_{(in-c')}$  — глубина переднего отдела дуги.

Проводилась графическая репродукция дуги. При этом, от точки «in» по вертикали вниз откладывали точку «O», на величину, равную расчетному радиусу и очерчивали окружность, которая при физиологической окклюзии, как правило, проходила через клыковые точки (рис. 1).

Середину боковых линий (с-т) обозначали точками «А» и «В» от которых проводили перпендикулярные линии с пересечением их на вертикали «in-m'», величиной, равной длине зубной дуги (сумме ширины коронок 14 зубов) и обозначали их как линии А-Д и В-С, соответственно

От точек «С» и «Д» измеряли расстояние до клыковых точек (с) или до молярных точек (т) противоположной стороны и указанная величина являлась радиусом для дуги бокового сегмента зубной арки.

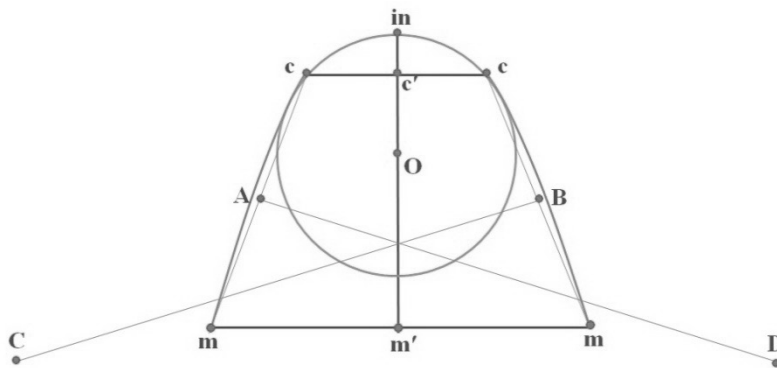


Рис. 1. Способ построения индивидуальной зубной дуги

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты обследования и биометрического анализа данных, полученных при измерении гипсовых моделей пациентов группы сравнения, показали, что длина зубной дуги для верхней и нижней челюсти, в целом соответствовала нормодонтизму, несмотря на то, что в группе сравнения были пациенты как с макро-, так и с микродентальным типами дентальных арок.

Практически все линейные параметры дентальных дуг верхней челюсти были больше, чем нижней. Индекс дуги, рассчитанный как отношение длины дуги к её ширине, был на верхней челюсти  $1,87 \pm 0,07$ , а на нижней —  $1,9 \pm 0,06$ .

Размеры зубов, которые составляли зубные дуги коррелировали с диагональными размерами арок. Отношение длины дуги к сумме диагональных размеров правой и левой стороны, в среднем для верхней челюсти составляло  $1,06 \pm 0,01$ , а для нижней —  $1,08 \pm 0,01$ . Указанный коэффициент может быть использован при расчете диагональных размеров дуг при неправильном (протрузионно/ретрузионном) положении резцов. Указанные величины были близки к показателям, полученным другими специалистами, изучающими особенности дентальных арок физиологических видов прикуса постоянных зубов.

У пациентов группы сравнения длина дуги переднего верхнечелюстного сегмента была достоверно больше, чем нижнечелюстного, что вполне очевидно и обусловлено различием мезиально-дистальных диаметров передних зубов. В тоже время отмечено, что сумма резцово-клыковых диагоналей правой и левой стороны была

незначительно меньше длины переднего сегмента и разницей в расчетах можно пренебречь. В связи с этим, для расчета диагональных размеров при аномалиях расположения передних зубов можно использовать суммарную величину передних зубов, что согласуется с данными Хаулея.

Глубина переднего сегмента, как верхней, так и нижней дентальной арки и ширина дуги между клыками, позволили нам рассчитать диагонально-трансверсальный угол через синус исследуемого параметра (отношение противоположного катета, которым являлась глубина дуги к гипотенузе, которая соответствовала величине резцово-клыковой диагонали).

У людей группы сравнения величина синуса составила  $0,42 \pm 0,01$  на верхней арке, и  $0,35 \pm 0,01$  — на нижней челюсти. Указанные величины соответствовали величине диагонально-трансверсального угла примерно в 25 градусов на верхней челюсти и около 20 градусов на нижнечелюстной арке.

Суммарные показатели одонтометрии (ширины коронок) четырех резцов верхнего зубного ряда составляла  $31,32 \pm 0,29$  мм. Размеры антагонизирующих зубов были  $23,07 \pm 0,21$ . Рассчитанный индекс Тона составил  $1,35 \pm 0,006$  и характеризовал нормальное соотношение размеров передних зубов.

Исходя из размеров передних зубов расчетная величина глубины переднего отдела по Korkhaus составила  $18,12 \pm 0,11$  на верхней арке и  $16,08 \pm 0,13$  на нижней зубной дуге. При этом отмечено, что фактическая и расчетная величина исследуемого параметра не имели достоверных различий. Указанный параметр позволил нам

оценивать межклыковое расстояние для людей с физиологическими видами прикуса.

Следует отметить, что у людей группы сравнения определялось не соответствие расчетных и фактических величин при анализе ширины переднего отдела дентальных арок по методу Pont. Расчетные показатели были достоверно больше на обеих челюстях, чем фактические величины. В тоже время нами отмечено, что фактическая ширина верхней зубной дуги по Pont и межклыковое расстояние не имели достоверных различий. Полученные биометрические данные гипсовых моделей челюстей позволили нам рассчитать радиус окружности для расположения передних зубов по различным методам графической репродукции дентальных арок.

Сравнительный анализ величины радиуса окружности для расположения передних зубов показал, что у людей с физиологической окклюзией постоянных зубов предложенная нами (авторская) методика была близка к показателям Хаулея для верхней дуги. В то же время для нижней челюсти радиус окружности по авторской методике был достоверно больше, чем при расчете Хаулея.

Величина радиуса окружности верхней дуги, рассчитанная по авторскому методу, была достоверно меньше, чем по методу, предложенному Ярадайкиной М.Н. с соавторами. Однако для нижней дуги радиусы окружности были примерно однотипными.

Метод расчета радиуса окружности по методу Ведешиной Э.Г., показал, что как на верхней, так и на нижней дуге, величины были достоверно меньше, чем при других методах графических репродукций.

При сравнении основных показателей дентальных арок установлено, что трансверсальные размеры (ширина между молярами), практически не имела достоверных различий, что было обусловлено тем, что в каждой подгруппе были дуги среднего, большого и малого размеров.

Различия были наиболее выражены в сагиттальном и диагональном направлениях. Глубина и диагональ переднего сегмента преобладала у людей с протрузионными типами зубных арок. Аналогичная ситуация отмечалась и при анализе параметров нижних дентальных дуг.

У людей группы сравнения с мезотрузионным типом дентальных арок величина синуса составила  $0,42 \pm 0,01$  на верхней арке и  $0,34 \pm 0,01$  — на нижней челюсти. Указанные величины соответствовали величине диагонально-трансверсального угла примерно в 25 градусов на верхней челюсти и около 20 градусов на нижней дуге.

У людей 2 подгруппы (ретрузионный тип дуг) группы сравнения величина синуса составила  $0,34 \pm 0,01$  на верхней арке, и  $0,26 \pm 0,01$  — на нижней челюсти. Указанные величины соответствовали величине диагонально-трансверсального угла примерно в 20 градусов на верхней челюсти и 15 градусов на нижней дуге.

У людей 3 подгруппы группы сравнения величина синуса составила  $0,5 \pm 0,01$  на верхней арке, и  $0,42 \pm 0,01$  — на нижней челюсти. Указанные величины соответствовали величине диагонально-трансверсального угла примерно в 30 градусов на верхней челюсти и 25 градусов на нижней дуге.

У людей 1 подгруппы (мезотрузия), также как и по группе сравнения в целом, фактическая ширина верхней зубной дуги по Pont и межклыковое расстояние не имели достоверных различий. В то же время у людей 2 подгруппы (ретрузионный тип) фактическая ширина верхней зубной дуги по Pont была достоверно больше, чем межклыковое расстояние и разница составляла более 2 мм. У пациентов 3 подгруппы (физиологическая протрузия) фактическая ширина верхней зубной дуги по Pont была достоверно меньше, чем межклыковое расстояние и разница составляла также более 2 мм.

Полученные данные могут быть использованы в качестве дополнительного критерия экспресс диагностики типа зубных дуг при физиологической окклюзии.

Полученные биометрические данные гипсовых моделей челюстей позволили нам рассчитать радиус окружности для расположения передних зубов по различным методам графической репродукции дентальных арок.

Сравнительный анализ величины радиуса окружности для расположения передних зубов показал, что у людей с физиологической окклюзией постоянных зубов и мезотрузионным типом дентальных арок (1 подгруппа), предложенная нами (авторская) методика была близка к показателям Хаулея для верхней дуги. В то же время для нижней челюсти радиус окружности по авторской методике был достоверно больше, чем при расчете Хаулея.

Величина радиуса окружности верхней дуги, рассчитанная по авторскому методу, так же как и в группе сравнения в целом, была достоверно меньше, чем по методу М.Н. Ярадайкиной. Однако для нижней дуги радиусы окружности были примерно однотипными. Метод расчета радиуса окружности по Ведешиной Э.Г., показал, что как на верхней, так и на нижней дуге, показатели были достоверно меньше, чем при других методах графических репродукций.

У людей 2 подгруппы с ретрузионным типом дентальных арок предложенная нами (авторская) методика была близка к показателям Ярадайкиной М.Н., для верхней дуги. В то же время для нижней челюсти радиус окружности по авторской методике был достоверно больше, чем при расчетах других исследователей. Метод расчета радиуса окружности по методу Ведешинной Э.Г., показал, что как на верхней, так и на нижней дуге, показатели были достоверно меньше, чем при других методах графических репродукций, однако были близки к расчетам Хаулея.

Анализ величины радиуса окружности для расположения передних зубов показал, что у людей 3 подгруппы с физиологической окклюзией постоянных зубов и протрузионным типом дентальных арок предложенная нами (авторская) методика была близка к показателям, рассчитанным по Ведешинной Э.Г., для верхней дуги. В то же время для нижней челюсти радиус окружности по авторской методике был близок к расчетам Хаулея. Метод расчета радиуса окружности по Ведешинной Э.Г., показал, что на верхней дуге, показатели были близки к расчетам по авторской методике, однако для нижней дуги показатели были меньше.

На нижней челюсти у людей с мезотрузионным типом нижних дентальных арок для графической репродукции приемлемыми методами является авторская методика и метод Ярадайкиной М.Н. Метод Хаулея не может быть использован в данном случае, так рассчитанный радиус дуги меньше фактической.

У людей с мезотрузионным типом нижних дентальных арок для графической репродукции приемлемыми методами является дуга авторская методика и метод Ярадайкиной М.Н. Метод Хаулея не может быть использован в данном случае, так рассчитанный радиус дуги меньше фактической.

В тоже время методы Хаулея и Ведешинной Э.Г., близки по значениям, но меньше фактической величины.

У людей 2 подгруппы с ретрузионным типом нижних дентальных арок для графической репродукции приемлемыми методами является только авторская методика. Метод Хаулея не может быть использован в данном случае, так рассчитанный радиус дуги меньше фактической. В тоже время методы Ярадайкиной М.Н. и Ведешинной Э.Г., для нижней челюсти близки по значениям, но меньше фактической величины.

Анализ графических репродукций переднего отдела дуги показал, что наиболее точной и универсальной была авторская методика построения. В тоже время

и другие графические репродукции могут быть использованы в клинической ортодонтии, но их применение ограничено особенностями трузсионных типов дентальных арок.

Полученные нами данные при обследовании пациентов группы сравнения позволили нам разработать метод графического построения прогнозируемых дентальных арок при аномалиях их формы и размеров и, особенно, при неправильном расположении передних зубов.

Построение прогнозируемой дуги включало ряд последовательных этапов. Во-первых, измеряли мезиально-дистальные размеры 14 зубов, составляющих зубной ряд. Полученные одонтометрические данные позволяли определить длину зубной дуги (сумма ширины коронок зубов, составляющих зубной ряд). По размерам зубов определяли дентальный тип дуги, а именно: нормо-, макро- и микродентальный.

Длину переднего сегмента определяли по одонтометрическим показателям (ширины коронок) фронтальных зубов, данный показатель, как правило, соответствовал суммарной величине передних диагоналей.

Диагональ верхнечелюстной зубной арки рассчитывалась как отношение половины длины дуги (суммы ширины коронок 14 зубов) к диагональному коэффициенту 1,06. На нижней челюсти диагональный дентальный коэффициент составлял 1,08.

Во-вторых, измерялась ширина зубной дуги между вторыми молярами. Отношение длины дуги к её трансверсальному размеру определял гнатический индекс дуги (мезо-, долихо- или брахигнатический). При мезогнатии гнатический индекс варьировал от 1,69 до 1,81 ед. Увеличение цифрового диапазона определяло долихогнатию, а уменьшение — брахигнатию. Сочетание гнатического и дентального показателей позволяло определить трузсионный тип дентальных арок. Так, при мезотрузионном типе дуг встречались 3 основных варианта дуг, а именно — нормодентальный мезогнатический; микродентальный долихогнатический; макродентальный брахигнатический.

В-третьих, сагиттальный параметр дуги (глубина) рассчитывалась по теореме Пифагора, где в качестве гипотенузы служила фронтально-молярная диагональ. Катет представляла половина межмолярной трансверсали.

Наиболее сложной задачей был расчет параметров переднего сегмента дуги. При этом в основе расчетов была величина диагонали переднего сегмента, равная сумме медиального резца, латерального резца и по-

ловины ширины клыка. Диагональ являлась стороной равнобедренного переднего дентального треугольника, основанием которого служила ширина арки между клыками. Высота треугольника делила его на два прямоугольных треугольника (правый и левый) и являлась глубиной переднего отдела дентальной арки. Расчет высоты проводили через синус диагонально-трансверсального клыкового угла.

Величину второго катета переднего прямоугольного треугольника рассчитывали по теореме Пифагора. Суммарная величина указанных катетов правого и левого треугольника составляла ширину переднего отдела дентальной арки. Полученные расчетные величины позволяли рассчитать радиус окружности, с использованием формул геометрии круга, на которой располагались передние зубы.

Для определения эффективности лечения аномалий окклюзий нами была сформирована основная группа пациентов, в которую входили пациенты с аномальными формами дуг и полным комплектом постоянных зубов. Как правило, у данных пациентов вторые моляры занимали относительно стабильное положение и определялись аномалии в переднем сегменте зубной арки. У всех пациентов были аномалии окклюзии, относящиеся к I классу по Angle.

## Выводы

Разработан метод исследования переднего сегмента зубных дуг на гипсовых моделях челюстей, заключающийся в ограничении дуги условной линией, соединяющей точки, расположенные на вершинах рвущих бугорков клыков. В результате исследования установлено, что основные отклонения от нормальных показателей касались диагональных и сагиттальных параметров дентальных арок, как в переднем сегменте, так и на дуге в целом.

При лечении пациентов использовалась несъемная дуговая аппаратура техника-эджуайс. Пропись брекетов и размеры дуг определялись с учетом типов дентальных арок и графической репродукции прогнозируемых дуг. После лечения, практически во всех случаях, происходила нормализация формы и размеров дентальных арок, которые, как правило, соответствовали графической репродукции прогнозируемой дуги.

Таким образом, результаты проведенного исследования и сравнение полученных показателей с данными других авторов, позволили нам оценить различные методы графических репродукций для диагностики и выбора лечебных мероприятий для пациентов с аномальными формами дентальных арок, что в целом было направлено на повышение эффективности лечения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ведешина Э.Г., Доменюк Д.А., Дмитриенко С.В. Зависимость формы и размеров зубочелюстных дуг от их стабильных параметров // Кубанский научный медицинский вестник. — 2016. — № 3. — С. 33–38.
2. Дмитриенко Т.Д., Гаджиев Н.А., Аюпджанова Э.Г., Захарченко И.С. Особенности морфологии зубных дуг у лиц мужского и женского пола // Беликовские чтения. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Сборник научных трудов. Пятигорск, 2018. — С. 307–311.
3. Кондратюк А.А., Пузырева М.Н., Фищев С.Б., Фомин И.В., Субботин Р.С. Диагностические возможности компьютерного совмещения различных видов рентгенограмм челюстно-лицевой области // Педиатр. — 2019. — Том 10. — № 3. — С. 51–56.
4. Пузырева М.Н., Субботин Р.С., Фищев С.Б., Фомин И.В., Кондратюк А.А., Орлова И.В. Дифференциальная диагностика патологических и физиологических видов резцового перекрытия // Педиатр. — 2019. — Т. 10. — № 4. — С. 39–44.
5. Ртищева С.С., Фищев С.Б., Севастьянов А.В. и др. Аномалии размеров зубов и основные варианты микродонтизма // Профилактика основных стоматологических заболеваний: Материалы республиканской конференции стоматологов. — Уфа, 2011. — С. 181–184.
6. Baeshen H. The Prevalence of Major Types of Occlusion Anomalies among Saudi Middle School Students // J. Contemp. Dent. — 2017. — Vol. 18. — № 2. — P. 142–146. DOI 10.5005/jp-journals-10024–2005. DOI 10.5005/jp-journals-10024–2005
7. Eslamipour F., Afshari Z., Najimi A. Prevalence of Malocclusion in Permanent Dentition of Iranian Population: A review Article // Iran. J. Public. Health. — 2018. — Vol. 47. — № 2. P. 178–187.
8. Dmitrienko S.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Enhancement of research method for spatial location of temporomandibular elements and maxillary and mandibular medial incisors // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 1. — P. 38–44.
9. Dmitrienko S.V., Lepilin A.V., Domenyuk D.A., A.A. Kondratyuk Clinical meaning of methods for identifying variability of mental prominence location // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 1. — P. 45–46.
10. Dmitrienko T.D., Domenyuk D.A., Porfyriadis M.P., Arutyunova A.G., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Connection between clinical and radiological torque of medial incisors at physiological occlusion // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 1. — P. 29–37.
11. Fischev S.B., Puzdryova M.N., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in peoples with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — P. 162–163.
12. Fomin I.V., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Arutyunova A.S. Effect of jaw growth on dentofacial angle in analyzing lateral telerradiographic images // Archiv EuroMedica. 2019. vol. 9, num. 2. P. 136–137.

13. Kondratyuk A., Subbotin R., Lepilin A., Puzdrev M., Fischev S., Sevastynov A., Doenyuk D, Rozhkova M. Dependence of facial morphometric parameters from masticatory muscles tone in people with horizontal type of increased dental abrasion // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 3. — P. 91–96.
14. Lepilin A.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Dmitrienko S.V., Budaychiev G.M-A. diagnostic value of cephalometric parameters at graphic reproduction of tooth dental arches in primary teeth occlusion // Archiv euromedica. — 2018. — V.8. — № 1. — P. 37–38.
15. Puzdryyova M.N., Fischev S.B., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in people with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9, Num. 1. — P.162–163.
16. Shen L. He F., Zhang C. Prevalence of malocclusion in primary dentition in mainland China, 1988–2017: a systematic review and meta-analysis // Sci. Rep.— 2018. — Vol. 8. — № 1. — P. 4716.
17. Singh S., Sharma A., Sandhu N. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India // J. Dent. Res. — 2016. — Vol. 27. — № 3. — P. 317–322.

© Пуздырева Маргарита Николаевна ( seven-spb@yandex.ru ), Рожкова Мария Геннадьевна ( rozmaria2010@yandex.ru ),  
 Фищев Сергей Борисович ( super.kant@yandex.ru ), Лепилин Александр Викторович ( lepilins@mail.ru ),  
 Климов Андрей Геннадьевич ( pstom4@zdrav.spb.ru ), Севастьянов Аркадий Владимирович ( ardy.dkr@mail.ru ),  
 Орлова Ирина Викторовна ( orisha@mail.ru ), Попов Владимир Петрович ( vrorov5@mail.ru ).  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Санкт-Петербург

## АППАРАТ ДЛЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

### A DEVICE FOR INTRAOPERATIONAL DIAGNOSIS OF BREAST CANCER

**M. Ramazanov**  
**E. Segal**  
**Z. Abdurakhmanova**  
**E. Aliyev**

*Summary.* A device has been developed to study the oxygen saturation of hemoglobin in arterial blood for the purpose of operational diagnosis of breast cancer and its prevalence. The breast cancer index was calculated. The device was used in 86 patients during breast surgery for cancer.

*Keywords:* intraoperational diagnosis of breast cancer, breast cancer index.

**Рамазанов Муталим Рамазанович**

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Махачкала  
rm.06–50@yandex.ru

**Сигал Евгений Иосифович**

Д.м.н., профессор, Казанская государственная  
медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО  
«Российская медицинская академия непрерывного  
профессионального образования» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, Казань  
sigal\_e@mail.ru

**Абдурахманова Загидат Мутаэлумовна**

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Махачкала  
z.m.abdurakhmanova@gmail.com

**Алиев Эльмирза Алиевич**

К.т.н., доцент, генеральный директор, ООО «Учебно-  
научно-производственный комплекс «Аура-Алиф»,  
Махачкала  
aura-alif@mail.ru

*Аннотация.* Разработан аппарат для определения насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови с целью операционной диагностики рака молочной железы и его распространённости.

Вычислен раковый индекс молочной железы. Аппарат применён у 55 больных во время операции на молочной железе по поводу рака.

*Ключевые слова:* интраоперационная диагностика рака молочной железы, раковый индекс молочной железы.

### Введение

**Р**ак молочной железы занимает в структуре заболеваемости среди злокачественных новообразований у женщин в Российской Федерации первое место [1], что является, несомненно, актуальной проблемой.

Несмотря на достигнутые успехи, диагностика и лечение рака молочной железы является сложной и до конца нерешённой проблемой [2], [3], [4], [5].

По данным А.С. Белохвостовой [6] после неoadъювантной химиолучевой терапии появлялись рецидивы рака молочной железы. Более того ряд авторов сооб-



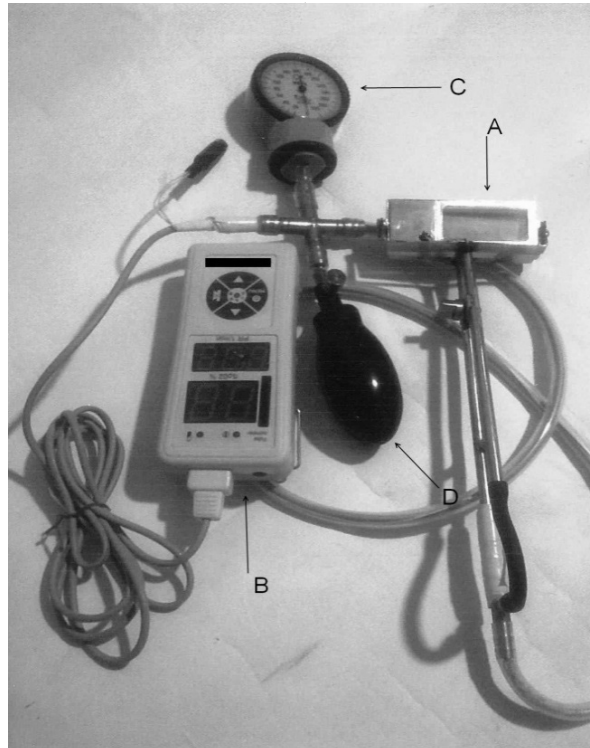


Рис. 1. Схема разработанного аппарата

щает об исследованиях лекарственной устойчивости и резистентности клеток злокачественной опухоли к химиопрепаратам [7]. В связи с приведёнными данными появилась необходимость выполнения интраоперационной диагностики рака молочной железы и его распространённости, так как от этого зависит объём операции.

В настоящее время гамма-щуп применяют во время операции с целью определения сигнального лимфатического узла и выполнения лимфодиссекции. Для этих целей накануне операции радиофармпрепарат вводят в опухоль или в подкожную клетчатку молочной железы [1].

Однако не во всех онкологических стационарах гамма-щуп имеется в наличии, и введение радиофармпрепарата в организм женщины может иметь негативные последствия. Разработка нового дешёвого и безопасного аппарата для исследования интраоперационной распространённости рака молочной железы является актуальной проблемой.

Целью настоящего исследования явилась разработка аппарата для операционной диагностики рака молочной железы и его распространённости.

В работе поставлены следующие задачи:

1. разработка аппарата для операционной диагностики рака молочной железы и его распространённости;
2. клиническое испытание аппарата операционной диагностики рака молочной железы и его распространённости;
3. разработка показателей насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови в очаге рака молочной железы и метастазе региональных лимфатических узлов молочной железы.

#### Материал и методы исследования

В работе приведены результаты применения в клинике разработанного нами аппарата для операционной диагностики рака молочной железы и его распространения у 55 больных.

Аппарат (рис. 1) содержит жёсткую общую камеру четырёхугольной формы длиной 56 мм, которая разделена с помощью металлической перегородки на 2 камеры длиной 19 мм и 37 мм соответственно. Ширина камеры составляет 27,5 мм. Внутри первой камеры установлены 3 светодиодные лампочки. Эта камера соединена штуцером в виде металлической трубки, на который в конце надевается резиновая трубка для прохождения провода к лампочкам от понижающего трансформатора.

Трубка соединена с манометром для измерения давления и с резиновой грушей для инсуффляции воздуха. К жёсткой камере прикрепляется металлический ободок, который состоит из органического стекла и металлической пластинки ободка, с помощью шурупов по бокам камеры, которые крутят через шайбу. Между металлическим ободком и камерой располагают резиновую мембрану. Поверх резиновой мембраны находится окуляр, который состоит из органического стекла над камерой и металлической пластинки, который находится над камерой излучателя. В металлической пластинке окуляра находится фотоприёмник. Держатель окуляра удерживает окуляр с помощью шурупов по бокам держателя окуляра. Фотоприёмник присоединяют с помощью проводов, которые проходят в бранше, к монитору. Окуляр, присоединённый к бранше, шарнирно движется вверх и вниз с фиксатором, соединяющим браншу со штуцером. В нужном положении окуляр удерживается с помощью гайки в прорези штуцера вилкой, которая находится на бранше аппарата. Бранша движется вверх и вниз на стойке, которая фиксирована к штуцеру.

Обозначения: А — аппарат для исследования насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови в паренхиме молочной железы и в раковой опухоли и определения кровяного давления в мобилизованной коже данного органа; В — монитор; С — манометр; D — груша для инсуффляции воздуха.

С помощью данного аппарата исследуют большую и малую грудные мышцы на наличие метастазов рака молочной железы. Для того чтобы оценить наличие или отсутствие метастазов рака в этих мышцах, исследуют насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови в грудных мышцах, которое в норме составляет 90%. Также исследуют насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови в пальце кисти, что соответствует системному насыщению кислородом гемоглобина артериальной крови, то есть всего организма. Соотношение насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови пальца кисти к насыщению гемоглобина артериальной крови в грудных мышцах, мы назвали кислородным индексом, диагностирующим метастазы рака молочной железы. При соотношении насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови пальца кисти к насыщению гемоглобина артериальной крови в грудных мышцах молочной железы индекс равен 1 (90% к 90% результат равен 1), что является нормой для грудных мышц. Насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови в раковой опухоли молочной железы равно 50%. Если вычислить соотношение насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови в раковой опухоли к насыщению кислородом гемоглобина в пальце кисти, можно диагностировать рак молочной железы.

Это соотношение, равное 0,5 (50% к 90%), мы назвали кислородным индексом рака молочной железы. В лимфатическом узле подключичной области в норме насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови составило 90%. При метастазе в подмышечный лимфоузел насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови составило 49%. Соотношение насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови в метастатическом лимфоузле к насыщению кислородом гемоглобина артериальной крови в пальце кисти также равно 0,5 (49% к 90%). Таким образом, **раковый индекс** лимфатического узла также равен 0,5.

Критериями включения пациентов в исследования были: наличие рака молочной железы, информированное письменное согласие пациента на участие в исследовании.

Критерии исключения больных из исследования составили: тяжёлая почечная или печёночная недостаточность, хроническая сердечная недостаточность, отказ пациента от участия в данном исследовании.

Критериями выхода больных из исследования были: появление побочных действий лекарственных препаратов; отказ пациента от продолжения исследования и лечения.

Статистический анализ данных проводили с использованием статистического пакета программ Microsoft Excel «Biostat».

## Результаты

Аппарат применён во время операции у 55 больных основной группы, а у 60 больных группы сравнения не применяли (таблица 1).

Нозологические формы пациентов приведены в таблице 1.

Технический результат от применения аппаратной операционной диагностики сводится к следующему.

1. Интраоперационная диагностика является дополнительным диагностическим критерием наличия рака молочной железы, так как в некоторых случаях предоперационная химиотерапия не чувствительна к раку молочной железы и метастазу. В очаге рака молочной железы кислородный индекс составляет 0,5. По статистике у 15% больных при интраоперационном цитологическом исследовании пунктата данной патологии допускают ошибки. Более того, пункционная биопсия способствует диссеминации рака.

Таблица 1. Нозологические формы пациенток, у которых выполнены хирургические операции по поводу рака молочной железы

№	Нозологическая форма/Стадия РМЖ	Кол-во больных		Название операции
		ОГ	ГС	
1.	T1N1M0 с метастазом в подключичный лимфоузел	25	30	Органосохранные операции с подключичной лимфаденэктомией
2.	T2N1M0 / метастаз в подключичный лимфоузел	30	30	Органосохранные операции с подключичной лимфаденэктомией
	Всего	55	60	
	Итого	115		

Обозначения в таблице:

ОГ — основная группа;

ГС — группа сравнения.

2. Приведённое исследование позволяет получить достоверные результаты интраоперационной диагностики распространения рака молочной железы для определения объёма операции. Способ устраняет необходимость повторных тонкоигольных пункционных биопсий.

### Обсуждение

У 25 больных в стадии T1N1M0 основной группы (первой подгруппы) обнаружена верхне-наружная локализация рака молочной железы с метастазом в подключичный лимфатический узел при аппаратной операционной диагностике. Поражение грудных мышц не обнаружено. Произведены органосохранные операции с подключичной лимфаденэктомией (табл. 1). Резекционная линия исследована на наличие раковых клеток интраоперационно. Роста раковых клеток не было. Наложены швы на рану после дренирования.

У 30 больных в стадии T2N1M0 основной группы (второй подгруппы) обнаружена верхне-наружная локализация рака молочной железы с метастазом в подключичный лимфатический узел. Поражение грудных мышц не обнаружено. Произведены органосохранные операции с подключичной лимфаденэктомией. Резекционная линия исследована на наличие раковых клеток интраоперационно. Роста раковых клеток не было. Произведе-

но орошение раны химиопрепаратом и дренирование с последующим наложением швов.

У 55 больных основной группы, у которых проведена аппаратная операционная диагностика и химиотерапия в послеоперационном периоде с определением чувствительности химиопрепарата к раку молочной железы не было рецидивов и метастазов после лечения.

У 60 больных с данной патологией группы сравнения аппаратная операционная диагностика и химиотерапия в послеоперационном периоде с определением чувствительности химиопрепарата к раку молочной железы не проведена.

В группе сравнения обнаружены рецидивы рака молочной железы у 7 больных и метастазы в другие органы у 3 больных.

### Выводы

1. Аппаратная интраоперационная диагностика с помощью разработанного нами аппарата позволяет уточнить диагноз рака молочной железы и его распространённость.
2. Применение аппаратной интраоперационной диагностики позволяет уточнить объём операции по поводу рака молочной железы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Криворотько П.В., Канаев С.В., Семиглазов В.Ф. и соавт. Методологические проблемы биопсии сигнальных лимфатических узлов у больных раком молочной железы // Вопросы онкологии. 2015. 61. 3. С. 418–423.
2. Семиглазов В.Ф., Семиглазов В.В., Дашян Г.А. Проблемы хирургического лечения рака молочной железы. (Целесообразность биопсии сигнальных лимфатических узлов. Местное хирургическое лечение при определяемых отдаленных метастазах) // Практическая онкология. 2011. Т. 11. 4. С. 217–220.

3. Слонимская Е.М. Как выбрать правильную тактику аксиллярной хирургии в отсутствие широкого доступа к БСЛУ // Большая онкологическая конференция RVSSCO «Рак молочной железы». Москва. 30–31. 2020.
4. Рак молочной железы / под ред. А.Д. Каприна. Москва, 2018. 456 с.
5. Morgow M. Оптимальные подходы к аксиллярной лимфодиссекции при раке молочной железы // Большая онкологическая конференция RUSSCO «Рак молочной железы». 30–31 января 2020, Москва.
6. Белохвостова А.С. Химиолучевая терапия в комбинированном лечении местнораспространенного Her-2-позитивного рака молочной железы: автореф. дисс. ..., к.м.н.: 14.01.13 / А.С. Белохвостова. Обнинск, 2018. 21 с.
7. Богущ Т.А., Дудко Е.А., Тихомиров М.В. и соавт. Способ иммунофлуоресцентного анализа маркеров множественной лекарственной резистентности в солидных опухолях человека. // Патент. 2017. RU2 413 948 C1.

---

© Рамазанов Муталим Рамазанович ( rm.06-50@yandex.ru ), Сигал Евгений Иосифович ( sigal\_e@mail.ru ),  
Абдурахманова Загидат Мутаэлумовна ( z.m.abdurakhmanova@gmail.com ), Алиев Эльмирза Алиевич ( aura-alif@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Махачкала

## СОСТОЯНИЕ ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ И ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ С СИСТЕМНЫМ ОСТЕОПОРОЗОМ

### THE STATE OF THE MAXILLARY SYSTEM AND PERIODONTAL TISSUES IN PATIENTS WITH SYSTEMIC OSTEOPOROSIS

*T. Simonyan*

*Summary.* This article is devoted to the state of the dental system of a person with systemic osteoporosis.

Numerous studies have been conducted in dentistry during which the relationship between systemic osteoporosis and periodontal tissue pathology has been established.

Scientists have determined the role of metabolic, enzymatic and immunological disorders in the development of pathological processes in periodontal disease. The connection of periodontal diseases with the age of patients was also revealed. The influence of external factors on the condition of periodontal tissues was noted. And finally, the relationship with the hormonal systems of the body is noted.

Generalized periodontitis is considered to be the main pathology of periodontal disease. The article discusses the features of the pathogenesis and course of this disease. There was a significant increase in this pathology in women over 45 years of age, which is associated with a violation of hormonal regulation in some patients.

The purpose of the article is to consider the effect of systemic osteoporosis on the state of the dental system.

*Keywords:* osteoporosis, periodontal tissue, periodontitis.

**Симонян Татьяна Владимировна**

*К.м.н., преподаватель, Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал Волгоградского государственного медицинского университета  
Sumonyan@mail.ru*

*Аннотация.* Данная статья посвящена вопросам состояния зубочелюстной системы человека с системным остеопорозом.

В стоматологии проводились многочисленные исследования в ходе которых была установлена взаимосвязь между системным остеопорозом и патологией тканей пародонта.

Ученые определили роль метаболических, ферментативных и иммунологических нарушений в развитии патологических процессов в пародонте. Так же выявлена связь заболеваний пародонта с возрастом пациентов. Отмечено влияние внешних факторов на состояние тканей пародонта. И в завершении отмечена взаимосвязь с гормональными системами организма.

Основной патологией пародонта принято считать генерализованный пародонтит. В статье рассмотрены особенности патогенеза и течения данного заболевания. Отмечен существенный рост данной патологии у женщин, старше 45 лет, что связано с нарушением гормональной регуляции у таких пациенток.

Целью статьи является рассмотрение влияния системного остеопороза на состояние зубочелюстной системы.

*Ключевые слова:* остеопороз, ткани пародонта, пародонтит.

**О**стеопороз является довольно распространенным системным заболеванием опорно-двигательного аппарата, которое проявляется экстремально низкой массой кости и нарушениями микроархитектоники костной ткани, комплекс этих дефектов приводит к увеличению ломкости костей и частым переломам.

Актуальность проблемы остеопороза растет с каждым годом. На современном этапе свою заинтересованность к проблеме остеопороза проявляют врачи-стоматологи. Для практикующих докторов данной специальности довольно таки остро стоит вопрос выбора эффективного комплексного лечения генерализованного пародонтита (ГП). Главную роль играет

альвеолярная кость, которая сходит в состав пародонта. Обосновывается это тем, что при генерализованном пародонтите наблюдается резкая убыль костной (альвеолярной) ткани, что приводит к быстрой потере зубов. Задачей стоматологов становится замедление разрушения этой ткани, и сохранение зубов.

Распространенность заболеваний пародонта среди населения составляет 80%, а у людей старше 40 лет в 100% случаев выявляются изменения в пародонтальных тканях.

Пародонт — это комплекс тканей, которые окружают зуб. Его основная функция — удержание зуба в альвеоле. Состоит он из самого зуба, периодонта, десны и альве-

олярной кости. Связывающим звеном этих тканей, является общность их происхождения. В онтогенезе формирование альвеолярной кости, межзубных костных перегородок, зубной альвеолы как раз таки совпадают по времени с формированием корня зуба. Само моделирование альвеолярной кости, начинается в момент прорезывания временных зубов. В костной ткани при этом преобладают процессы формирования над процессами рассасывания, это позволяет обеспечить нарастание костной массы альвеолярной кости. Заканчивает свое формирование альвеолярная кость, к моменту формирования корней постоянных зубов (6–7 лет после их прорезывания). Исходя из этого альвеолярная кость считается самой молодой костью в организме. Состояние альвеолярной кости напрямую зависит от воздействия не благоприятных факторов внутренней и внешней сред. Формирование и моделирование альвеолярного гребня продолжаются длительный период времени (до 18–20 лет). Завершение моделирования совпадает по времени с прорезыванием всех зубов.

В период формирования альвеолярной кости, а так же после его завершения происходит минерализация костной ткани, увеличение костной массы и плотности кости. Немаловажную роль в формировании костей коллагеновой матрицы играют такие макроэлементы, как: соли кальция, фосфора, а так же микроэлементы: фтор, магний, алюминий, железо. Так же необходимы витамины, такие как: С, В2, А, Е и другие.

Нельзя забывать о важности гормональной регуляции (надпочечники, гипофиз, гонады) в оссификации альвеолярной кости. Из ферментов, принимающих участие в развитии альвеолярной кости, можно отметить такие как: щелочная и кислая фосфатазы, протеаза.

Минерализация костной ткани довольно таки длительный процесс, длится она примерно до 20–30 лет, подтверждение этому повышенное содержание воды и уменьшенное количество неорганических веществ в челюстях.

Огромное значение в правильном моделировании и минерализации альвеолярной кости отводится гипоталамо-гипофизарной системе.

Доказано влияние гипоталамо-гипофизарной системы на состояние тканей пародонта. Большинство изменений происходит в период полового созревания, именно тогда на фоне диэнцефальных расстройств можно обнаружить дефекты пародонта у многих подростков.

Если в системе гипоталамус-гипофиз-половые железы будут присутствовать функциональные нарушения, это приведет к ухудшению процессов минерализации

костной скани скелета и в частности альвеолярной кости. Результатом этих нарушений будет низкий пик костной массы.

Ювенильный остеопороз, ювенильный гингивит, пародонтит могут наблюдаться у таких подростков в период полового созревания.

Что касается девочек-подростков, у которых нарушена менструальная функция, то у них часто обнаруживаются дефекты и нарушение функций тканей пародонта. Причина этому — недостаток эстрогенов.

У подростков со стоматологической патологией так же можно обнаружить нарушения в формировании пиковой костной массы и весомо низкий показатель минеральной плотности кости.

Альвеолярная кость отличается от остальных костей организма своей активностью. Процессы внутренней перестройки в ней протекают гораздо быстрее и активнее, в отличие от других костей.

Ремоделирование выполняет две основные функции, которые тесно связаны с разницей в функциональных нагрузках на зубной аппарат:

1. изменяет структурную анатомию так, что в максимально нагруженных и функционирующих трабекулах происходит укрепление структуры, а в менее затронутых и нагруженных в меньшей степени областях, наоборот, происходит истончение костных перекладин, что приводит к рассасыванию кости (закон Вольфа: форма является следствием функции);
2. контролирует обмен кальция и других минералов. Реструктуризация осуществляется в разных подразделениях по реконструкции, из общее количество иногда доходит до нескольких миллионов.

Инволютивное уменьшение высоты альвеолярного отростка связано со снижением функциональной нагрузки на зубной аппарат. Процесс ремоделирования позволяет перестраивать костную ткань так, чтобы ее структура отвечала требованиям нагрузки, наложенной на нее. Так же на инволютивные процессы, протекающие в альвеолярной кости оказывают свое влияние возрастные потери костной массы. Минерализация костной ткани протекает длительное время и максимальное ее значение приходится примерно на 25–35 лет. Далее происходит обратный процесс, и после 40 лет она начинает уменьшаться. За один год происходит снижение минерализации на 1% у женского пола и на 0.5% у мужского. При воздействии негативных факторов как внешней, так и внутренней сред и в сочетании с заболеваниями пародон-

донта, происходят сбои в физиологическом балансе кости, что приводит к нарушению процессов остеосинтеза и остеорезорбции. В результате преобладания процессов резорбции над процессами остеосинтеза, которые имеют место быть при воспалительных заболеваниях, происходит потеря костной ткани. Образование же новой кости при этом происходит очень медленно и не в силах компенсировать степень разрушения кости, которой она достигает при воздействии негативных факторов.

Значительные изменения происходят в тканях пародонта во время всей жизни. Зависят эти процессы от многих внутренних и внешних факторов и от возраста человека. С течением времени в организме снижается активность многих процессов, в частности замедляется обмен веществ и замедляется иммунологическая реактивность. Процесс старения пародонта является генетически обусловленным процессом, поэтому остановить его невозможно. Во время старения пародонта происходят такие процессы как, рецессия десен, обнажение корня зуба, остеопороз альвеолярного отростка, сужение периодонтальной щели. Дистрофические процессы, происходящие в пародонте, обычно сочетаются с инволютивными изменениями в околоушных тканях.

Выделяют 2 темпа старения пародонта:

1. медленный;
2. ускоренный.

Для первого типа характерны мало заметные изменения активности процессов, протекающих в костной ткани. В результате чего, процессы костеобразования и резорбции кости уравнивают друг друга. Для таких пациентов предпочтительным считается применение местной терапии заболеваний пародонта. Во время обострений, при хроническом течении пародонта, назначают остеотропные препараты.

При втором типе старения — ускоренном, процессы резорбции преобладают над процессами костеобразования. В результате чего возрастает активность дистрофически-деструктивных процессов в пародонте, которые имеют тесную взаимосвязь с нарушениями в структуре и функционировании костной системы. К этим нарушениям можно отнести: низкую минеральную плотность костей скелета, активность ремоделирования. В патогенезе резорбции альвеолярного отростка важная роль отводится остеопорозу и остеопении.

Для таких пациентов местной терапии будет недостаточно. Оптимальным считается комплексное лечение патологии.

Что касается этиологии и патогенеза заболеваний пародонта, тут по сей день ведутся споры. Механизмы

патогенеза достаточно сложны и до сих пор полностью не раскрыты. Весомое значение в развитии этих заболеваний отводится местным факторам, воздействующим на слизистую оболочку ротовой полости и составу микрофлоры. Микроорганизмы, входящие в состав зубного налета, обитают на поверхности зубов, в десневой борозде, межзубных промежутках, запускают воспалительные процессы в тканях пародонта, что в итоге приводит к ускоренному развитию патологических процессов и появлению пародонтальных карманов. Воспаление запускается в результате взаимодействия слизистой оболочки полости рта с микроорганизмами, живущими в ней и продуктами их жизнедеятельности. У людей с ослабленным иммунитетом эти процессы протекают гораздо активнее и агрессивнее. Воспалительный экссудат, внутриклеточная жидкость вызывают дегенерацию тканей десневой борозды, фибрилл десны. Благоприятными условиями для жизни микроорганизмов являются повреждения слизистой оболочки десен, где образуются карманы и ретенционные ниши. Здесь образуется нефиксированный слой зубного налета. Таким образом создается замкнутый патологический круг: патогенная микрофлора — воспаление десен — образование пародонтального кармана — увеличение количества микрофлоры. Из местных факторов, дающих начало и способствующих прогрессу патологических процессов в тканях пародонта, выделяют травматическую окклюзию. При более тесном расположении зубов, которые находятся за пределами дуги, развивается глубокий и прогностический прикус, окклюзионная травма и дистрофический процесс вследствие ишемии. Прогрессирующая потеря альвеолярного отростка при заболеваниях пародонта нарушает связочный аппарат зубов, что ведет к развитию травматической перегрузке некоторых зубов и их смещению. Подвижность зубов в результате патологической потери альвеолярного отростка, в свою очередь, запускает дистрофические процессы в костной ткани пародонта, тем самым усиливая остеокластическую резорбцию.

В патогенезе патологических процессов важное значение имеют такие нарушения как: иммунологические, ферментативные, метаболические и микроциркуляторные.

Установлено влияние остеопороза на состояние зубочелюстной системы. Костная ткань альвеолярного отростка, как и скелет, во многом зависит от гормональных механизмов, которые регулируют состояние всего организма в целом. Стоматологи и остеологи с помощью многочисленных исследований доказали роль гипопаратиреоза у женщин в постменопаузе в развитии системного остеопороза и патологических процессов при заболеваниях пародонта.

Наиболее распространенной патологией пародонта является генерализованный пародонтит (ГП). Можно выделить несколько особенностей, присущих этому заболеванию: воспалительная реакция при генерализованном пародонтите протекает вяло, однако длится длительный период времени, часто она способна прогрессировать, способствует значительному снижению местного иммунитета. Риск появления и прогрессирования болезней пародонта заметно увеличивается с возрастом. Высокий рост этих заболеваний наблюдается у женщин в пре- и постменопаузальном периодах. Примерно после 45 лет заболеваемость пародонтитом у женщин достигает 58,7%, у молодых 20–30-летних женщин эти цифры значительно ниже, примерно 26,6%. Был проведен ряд исследований, в ходе которых была

обнаружена тесная связь между минеральной плотностью костей скелета и высотой альвеолярного отростка в интерпроксимальных отделах. Уменьшение костной массы скелета приводит к снижению высоты межзубной костной перегородки, уменьшению прикрепления десны.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы: дистрофически-деструктивные процессы в тканях пародонта, метаболические процессы в костной ткани альвеолярного отростка имеют тесную взаимосвязь со структурно-функциональным состоянием костной системы, а также с активностью метаболических процессов и интенсивностью внутренней перестройки костей скелета.

---

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аболмасов Н.Н. Стратегия и тактика заболеваний пародонта / Н.Н. Аболмасов // Стоматология. 2017. — № 4. — С. 34–39.
2. Бажанов Н.Н. Стоматология / Н.Н. Бажанов: учебник для мед. вузов. 6-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2020. — 304 с.
3. Барер Г.М. Болезни пародонта: клиника, диагностика и лечение: учеб. пособие / Г.М. Барер, Т.Н. Лемецкая. — М.: ВУНМЦ, 2016. 86 с.
4. Нахманов В.В. и др. Состояние зубочелюстной системы и тканей пародонта у пациентов с системным остеопорозом // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. — 2015
5. Пигарова Е.А. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых // Проблемы эндокринологии. — 2016

---

© Симонян Татьяна Владимировна ( Sumonyan@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ТЕРАПИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ НА КЛИНИЧЕСКОМ ПРИМЕРЕ ПАЦИЕНТКИ С ИДИОПАТИЧЕСКОЙ ЛАГ

**Содномова Лариса Балдановна**

К.м.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО  
«Бурятский государственный университет»  
(г. Улан-Удэ)

Lar43099701@yandex.ru

**MODERN APPROACHES TO THE TREATMENT OF PULMONARY ARTERIAL HYPERTENSION ON THE CLINICAL EXAMPLE OF A PATIENT WITH IDIOPATHIC PAH**

**L. Sodnomova**

**Summary.** The views on the treatment of pulmonary arterial hypertension have recently undergone an evolution from monotherapy to risk-oriented combination therapy. The goal of the treatment of pulmonary arterial hypertension is to achieve the status of belonging to a low risk group. Accordingly, if such a goal is not achieved, optimization and escalation of therapy is performed up to a combined triple therapy with the inclusion of drugs from all known groups of LAG-specific drugs. The article provides a clinical example of a patient with idiopathic pulmonary hypertension, which traces the entire path of therapy from symptomatic to modern PAH-specific therapy.

**Keywords:** pulmonary arterial hypertension (PAH), right heart catheterization (CPOS), echocardiography, PAH-specific drugs, risk stratification.

**Аннотация.** Взгляды на лечение легочной артериальной гипертензии (ЛАГ) за последнее время претерпели эволюцию от монотерапии до комбинированной риск-ориентированной терапии. Целью лечения пациентов с легочной артериальной гипертензией является достижение статуса принадлежности к низкой группе риска. Соответственно, при недостижении такой цели производится оптимизация, эскалация терапии вплоть до комбинированной тройной терапии с включением препаратов из всех классификационных групп ЛАГ-специфических препаратов. В статье приводится клинический пример пациентки с идиопатической легочной гипертензией, на котором прослеживается весь путь терапии от симптоматической до современных схем ЛАГ-специфической терапии и паллиативной хирургии.

**Ключевые слова:** легочная артериальная гипертензия (ЛАГ), идиопатическая легочная артериальная гипертензия (ИЛАГ), катетеризация правых отделов сердца (КПОС), эхокардиография, ЛАГ — специфические препараты, стратификация риска.

## Введение

**И**диопатическая легочная гипертензия (ИЛАГ) является редким заболеванием сердечно-сосудистой системы неизвестной этиологии, но самой частой формой легочной артериальной гипертензии (ЛАГ), характеризуется повышением среднего давления в легочной артерии  $\geq 25$  мм рт. ст. и легочного сосудистого сопротивления  $> 3$  единиц Вуда. В регистре ЛАГ республики Бурятия состоят шесть пациентов с ИЛАГ, все женского пола, средний возраст — 34,5 лет. Диагноз ИЛАГ выставлен после выполнения диагностического алгоритма при наличии симптомов и признаков легочной гипертензии [1,2,9]. Цель лечения пациентов с ЛАГ заключается в достижении статуса низкого риска, который ассоциирован с низким риском летальности. В действующих руководствах по ЛАГ, начиная с рекомендаций ESC/ERS2015 г. рекомендуется многофакторная оценка риска как на этапе постановки диагноза, так и на этапах оценки терапии [1,2,7]. Регулярная оценка риска позво-

ляет как можно раньше подобрать оптимальную стратегию лечения для конкретного пациента [3,5,8]

Статус низкого риска смерти по шкале стратификации риска подразумевает низкий ФК (I–II), хорошую толерантность к физической нагрузке (дистанция ТШХ  $> 440$  м), благоприятный профиль гемодинамики по данным катетеризации правых камер сердца (давление в правом предсердии  $< 8$  мм рт.ст., сердечный индекс  $\geq 2,5$  л/мин/м<sup>2</sup>), низкий уровень NT-proBNP ( $< 330$  нг/л) и отсутствие признаков дисфункции правого желудочка [4].

Решение о терапии ЛАГ важно принимать, основываясь на частой регулярной оценке, чтобы своевременно заподозрить прогрессирование заболевания или клиническое ухудшение. При этом выявление признаков высокого и/или промежуточного риска должно стать сигналом к эскалации терапии, чтобы сохранить или вернуть пациента в группу низкого риска [6]. В настоящее время в клиническую практику внедрены ЛАГ-специфические

Таблица 1. Показатели КПОС в 2005г и принимаемая фармакотерапия после обследования

Показатель при КПОС	2005	Фармакотерапия
сДЛА/дДЛА/среддЛА	76/45/56 мм рт.ст.	дилтиазем, теотард, позднее + иФДЭ-5 типа силденафил
ОЛСС	10,8 ед Вуда	
СИ	3,6 л/мин*м <sup>2</sup>	
Вазомоторный тест	Положительный	

Таблица 2. Показатели КПОС в 2009г и принимаемая фармакотерапия после обследования

Показатель при КПОС	2009	Операция/ Фармакотерапия
сДЛА/дДЛА /среддЛА	110/44/71 мм тр.ст.	АСС, стентирование МПП (хирургия) ЛАГ-терапия: силденафил 25мгх3рвд, дилтиазем 120мгх1рвд варфарин 5мгх1рвд

препараты, влияющие, на ключевые звенья патогенеза ЛАГ: антагонисты рецепторов эндотелина (АРЭ), ингибиторы фосфодиэстеразы типа 5 (ИФДЭ-5), стимулятор расщеливаемой гуанилатциклазы и простаноиды.

### Цель работы

Демонстрация клинического случая ведения в течение 22 лет пациентки с идиопатической ЛАГ возможностей улучшения выживаемости пациентов с ЛАГ в настоящее время с появлением эффективных прогноз-модифицирующих ЛАГ-специфических препаратов

### Материал и методы

Анализ амбулаторной карты пациентки, выписок из стационаров, результатов обследования

**Результаты:** пациентка И., 38 лет длительно наблюдается в Республиканской клинической больнице с диагнозом идиопатическая легочная гипертензия (ИЛГ)

Из анамнеза известно, что с 1996 г. стала беспокоить одышка, снижение толерантности к физическим нагрузкам, 2 года спустя направлена к кардиологу. По аускультативной и эхокардиографической картине сердца заподозрен врожденный порок сердца (ВПС), дефект межпредсердной перегородки. Однако при проведении вентрикулографии, ангиопульмонографии ВПС не подтвержден, выставлен диагноз «Первичная легочная гипертензия. Трикуспидальная недостаточность». При КПОС в Республиканской больнице зарегистрировано давление в правом желудочке — 103/38–44 мм рт.ст. Вазомоторная проба не проводилась, но пробно назначена терапия блокатором кальциевых каналов нифедипином. Пациентка принимала по рекомендациям нифедипин 10мгх3рвд, дополнительно эуфиллин 0,15х3рвд. На фоне терапии через 3–4 года одышка стала прогрессировать, стали беспокоить эпизоды сердцебиения, боли в обла-

сти сердца. В 2005 г. пациентка направлена в Федеральный центр НИИПК им. Мешалкина, где проведена КПОС с вазомоторным тестом, подтвержден диагноз ИЛАГ, назначена терапия (табл 1).

Состояние на фоне принимаемой терапии некоторое время было удовлетворительным, затем одышка стала прогрессировать, стала хуже переносить физические нагрузки. Пациентка направлена в 2009г в НЦ ССХ им. Бакулева. С учетом ухудшения клинической картины, отрицательной динамики показателей КПОС в сравнении с 2005г (табл. 2) пациентке проведена паллиативная хирургическая операция — атриосептостомии (АСС) со стентированием межпредсердной перегородки (МПП). К прежней ЛАГ-терапии для профилактики тромбоза стента добавлен пероральный антикоагулянт варфарин 5мгх1рвд

Паллиативное вмешательство пациентке облегчения не принесло, через год одышка беспокоила уже в состоянии покоя, появились боли в прекардиальной области. Специалистами НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН рекомендован препарат из группы антагонистов эндотелина-1 бозентан (траклир) 125мгх2рвд. Препарат пациентка субъективно переносила плохо (головные боли, тошнота), прием препарата прекратила, продолжала принимать предыдущую терапию.

В 2011г прошла обследование в НИИПК им. Мешалкина (табл. 3), констатировано почти 4-кратное увеличение ОЛСС в динамике от 2005г (с 10,8 до 48, 8 ед Вуда), рекомендовано продолжить прием силденафила, варфарина, отменить дилтиазем виду неэффективности. В 2012 г. пациентка лечилась в Университетской клинике Хадасса (Иерусалим). При проведении риск-стратификации пациентка отнесена к группе высокого риска, дистанцию в тесте 6-МХ прошла только 120м. Проведена попытка лечения илопростом (вентависом), в виду плохой переносимости препарат отменен. Рекомендованы

Таблица 3. Показатели КПОС в 2011г и принимаемая фармакотерапия после обследования

Показатель при КПОС	2011	Фармакотерапия ЛАГ		
		2012–2014	2014–2016	2016–2018
сДЛА/дДЛА /средДЛА	94/50/65	силденафил 25мгх3рвд бозентан	силденафил 25мгх3рвд амбризентан 10мгх1рвд илопрост 2,5мгх6–9рвд с отменой	риоцигуат 2,5мгх3рвд, амбризентан 10мгх1рвд
ОЛСС	48,8 ед Вуда	62,5мгх2рвд		

Таблица 4. Показатели КПОС в 2018г и принимаемая фармакотерапия после обследования

Показатель при КПОС	2018	Фармакотерапия	
		2018–2020	с 2020
сДЛА/дДЛА /средДЛА	48/32/14 мм рт.ст.	риоцигуат 2,5мгх3рвд мацитентан 10мгх1рвд	риоцигуат 2,5мгх3рвд, мацитентан 10мгх1рвд, селексипаг 800мгх2рвд
ОЛСС	11,02 ед. Вуда		
СИ	2,1 л/мин*м <sup>2</sup>		

альтернативные варианты лечения: увеличить дозу силденафила до максимальной 240мг/сутки; возобновить прием бозентана или амбризентана в качестве второго ЛАГ — специфического препарата. При отсутствии эффекта от медикаментозной терапии рекомендовалась трансплантация легких, от которой пациентка категорически отказалась. После выписки из клиники находилась на двойной ЛАГ — специфической терапии — бозентан (траклир) 62,5мгх2рвд, силденафил 25мгх3рвд, сопровождающей терапии — варфарин 3,75мгх1рвд, верошпирон 25мгх1рвд. На фоне комбинированной терапии ЛАГ состояние пациентки улучшилось. В 2014г по шкале риск стратификации ЛАГ пациентка отнесена к группе промежуточного риска, для дальнейшего снижения риска назначена тройная комбинация ЛАГ-препаратов — силденафил 25мгх3рвд, амбризентан 10мгх1рвд, повторно попытка приема илопроста (вентависа) 2,5–5мгх6рвд через небулайзер. Субъективно состояние пациентки на фоне эскалации лечения улучшилось, возросла толерантность к нагрузке (тест 6МХ: дистанция увеличилась до 170м). Пациентка от применения илопроста отказалась в виду выраженного кашля и усиления одышки на фоне ингаляций препарата. При динамическом наблюдении в 2016 г по ЭхоКГ давление в ПЖ зафиксировано не менее 80 мм рт.ст. Проведена оптимизация ЛАГ-терапии — силденафил заменен на новый препарат — стимулятор растворимой гуанилатциклазы риоцигуат 2,5мгх3рвд + амбризентан 5мгх1рвд. На этом фоне у пациентки ощутимо уменьшилась одышка, стала лучше себя чувствовать

В 2018г при обследовании в НМИЦ им. Мешалкина уровень BNP в норме (49,4 пг/мл), данные КПОС с положительной динамикой относительно 2011г приведены

в табл. 4. Тем не менее, при сохранении промежуточного риска ЛАГ после оценки клинико-функционального статуса пациентки проведена оптимизация ЛАГ-терапии — амбризентан заменен на новый препарат из группы антагонистов ЭТ-1 мацитентан, вторым препаратом оставлен риоцигуат. После изменения терапии в течение нескольких месяцев состояние пациентки было удовлетворительным. С сентября 2019г вновь нарастание одышки, утомляемость при минимальной физической активности.

Обследована в НЦ ССХ им Бакулева в 2019 г.: по ЭхоКГ давление в ПЖ 60–70 мм рт.ст. ТН 2 ст. Стент в МПП с перекрестным сбросом. НПВ коллабирует >50%. Методом спирометрии выявлены значительные изменения ФВД по рестриктивному и обструктивному пути. По МСКТ ОГК в базальных отделах легких выявлены небольшие единичные спайки. По ЛАГ пациентка оставалась в группе промежуточного риска, одышка носила комбинированный генез за счет ЛАГ и нарушений ФВД. Продолжила комбинированную ЛАГ- специфическую терапию и прием бронходилататоров (спирива, пульмикорт). В марте 2020г пациентке проведена эскалация ЛАГ-специфической терапии — перевод на тройную комбинированную терапию, включающую мацитентан (опсамит) по 10 мг 1 раз в сутки в сочетании с риоцигуатом (адемпас) по 2,5 мг 3 раза в сутки и первым агонистом IP –рецепторов простаглицлина для перорального применения селексипагом (абправи) 200мгх3рвд с титрацией дозы.

Селексипаг пациентка стала принимать с апреля 2020 г. У пациентки развились побочные эффекты на приеме абправи — ринит, желудочно-кишечная диспепсия (тошнота, рвота, жидкий стул). Титрация дозы проведена

Таблица 5. Динамика ЭхоКГпоказателей 2020–2021г

Показатель	19.06.2020	06.03.2021	23.08.2021	норма
Аорта, см	2,5	2,4	2,5	2,5–3,7
ЛП, см	3,7	3,2	3,5	2,0–4,0
КДР ЛЖ, см	4,2	4,0	4,0	4,0–5,5
ФВ%	74	71	72	≥ 50
тМЖП, см	0,7	0,7	0,7	0,7–1,1
тЗСЛЖ, см	0,7	0,7	0,7	0,7–1,1
ДЗЛК, мм рт ст	12,8		12,4	< 15
Площадь ПП, см <sup>2</sup>	23	18,9	20	≤18
ПЗР ПЖ, см	2,8	3,3	3,1	< 3,0
тПЖ, см	0,8	0,7	0,7	≤ 0,5
ТАРСЕ	22	21	25	15–17
ФАС%	50			> 35
СДЛА/срДЛА мм рт.ст.	40/35	40/	61/46	< 36/< 25
ствол ЛА, см	3,5	3,2	3,3	< 2,5
НПВ 1,8, см	1,8	1,9	2,2	2,1
НПВ коллабирует	50%	< 50%	< 50%	> 50%
Степень ТР	-	1	1	-
Жидкость в перикарде	-	-	-	-

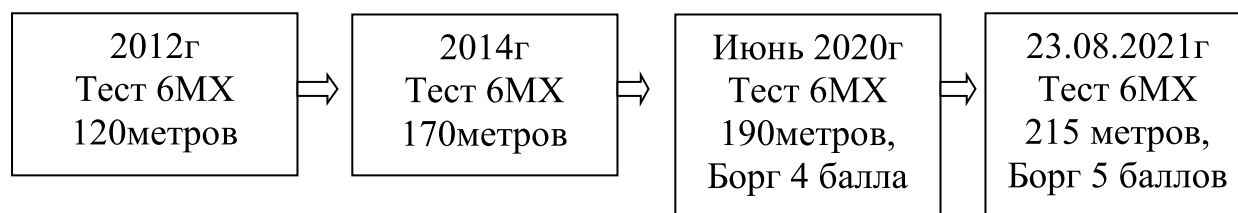


Рис. 1. Динамика толерантности к физической нагрузке 2012–2020г

до индивидуально переносимой дозы 800мгх2рвд. В ноябре 2020г пациентка перенесла COVID-19 с двусторонней вирусной пневмонией КТ-1 с обратным разрешением, продолжала принимать ЛАГ-терапию. В июне 2020г при лабораторном обследовании выявлена легкая железодефицитная анемия. По МСКТ ОГК инфильтративных изменений нет, признаки дилатации ствола ЛА, правой ЛА; компрессии среднедолевого бронха правого увеличенной ЛА. Методом спирометрии выявлено умеренное снижение ФВД по обструктивному типу

Продолжала прием мацитентана 10мгх1рвд, риоцигута 2,5мгх3рвд, селексипага 800мгх2рвд, дополнительно перорального антикоагулянта ривароксабана 15мгх1рвд, препарата железа сорбифер-дурулес 100мгх2рвд, бронхолитика спирава- респимат 5мгх1рвд

При осмотре в августе 2021г ИМТ-17,91 кг/м2. Периферических отеков нет. Дыхание жесткое, сухие рассе-

янные хрипы по легочным полям с обеих сторон. ЧДД 20 в мин. Сатурация кислорода в крови по пульсоксиметру — 99%. Границы сердца расширены вправо. Сердечные тоны ритмичные, систолический шум по левому краю грудины. ЧСС 55 в мин. АД 95/60 мм рт.ст. Печень не увеличена.

На фоне тройной ЛАГ — специфической комбинированной терапии толерантность к физической нагрузке увеличилась (рис. 1). В табл. 5 приведена динамика ЭхоКГ-ких показателей на фоне тройной ЛАГ специфической комбинированной терапии с некоторым нарастанием одного показателя СДЛА/ср ДЛА, на рис. 2 представлено фото камер сердца при ЭхоКГ от 23.08.2021 г.

С 1999г по 2018г СДЛА, сред ДЛА определялись при КПОС, далее расчетным способом по ЭхоКГ. Изменение объективных показателей гемодинамики было основной мерой эффективности проводимой терапии (рис. 3)

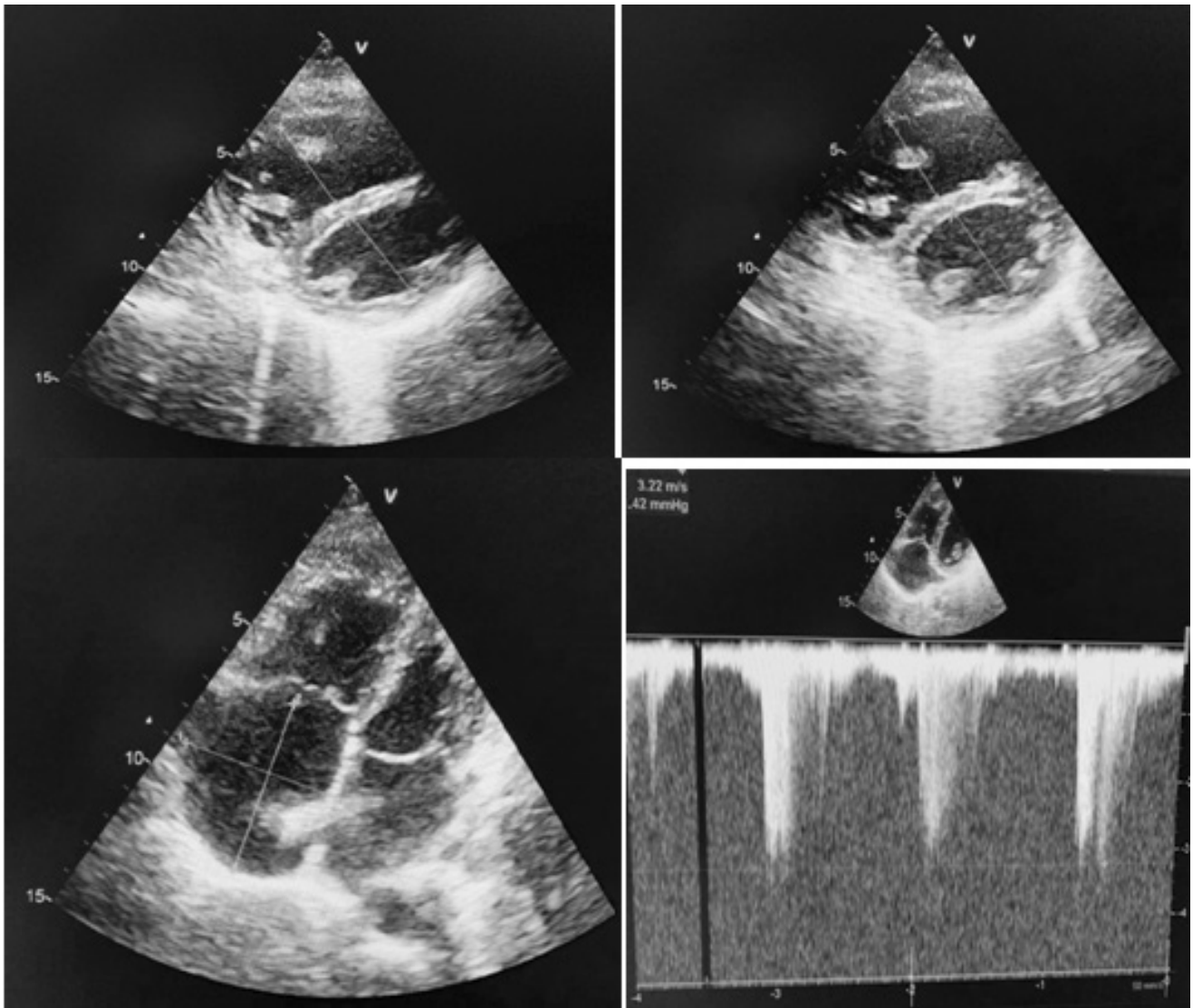


Рис. 2. Фото ЭхоКГ-ких изображений сердца от 23.08.2021 г.

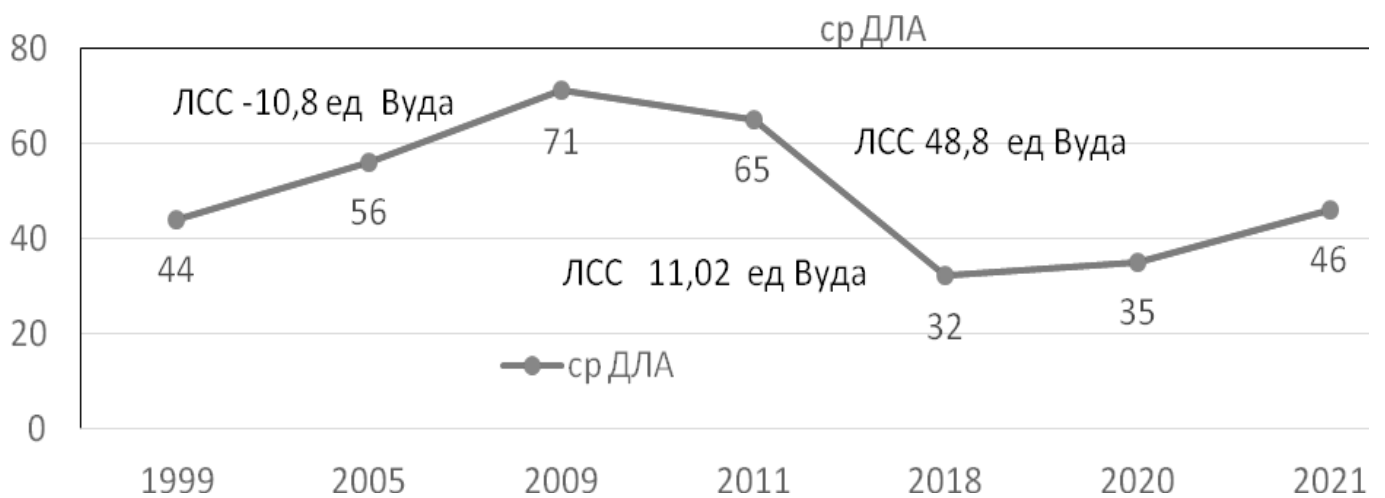


Рис. 3. Динамика ср.ДЛА по данным КПОС и ЭхоКГ

Таблица 6. Таблица стратификации риска

	Критерии прогноза	Низкий риск	Промежуточный риск	Высокий риск
A	ФК ЛАГ (ВОЗ)	I–II	III	IV
B	Дистанция в ТШХ	>440 м	165–440 м	< 165 м
C	BNP NT-pro-BNP или давление в ПП	BNP < 50 нг/мл NT-pro-BNP < 300 нг/мл рПП < 8 мм рт.ст.	BNP 50–300 нг/мл NT-pro-BNP 300–1400 нг/мл рПП 8–14 мм рт.ст.	>300 нг/мл NT-pro-BNP >1400 нг/мл рПП 8–14 мм рт.ст.
D	Сердечный индекс или Svo2			

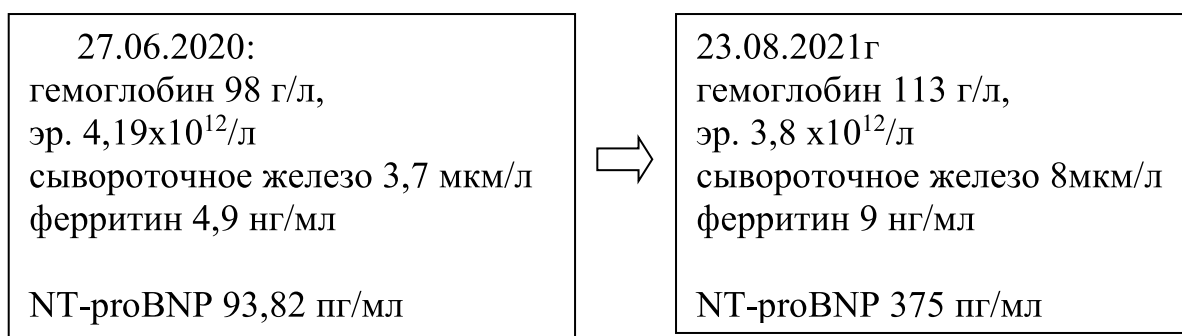


Рис. 4. Динамика NT-proBNP и красных показателей крови

По лабораторным показателям имел место прирост показателя сердечной недостаточности NT-proBNP, прирост красных показателей крови (рис. 4)

Таким образом, пациентка И. 38 лет с ИЛАГ со стажем заболевания с 1999г (22 года) по шкале стратификации риска находится в промежуточной группе (III ФК, площадь ПП 20кв.см, NTproBNP 375пг/мл) на фоне последовательной тройной комбинированной ЛАГ-специфической терапии. Терапия пациентки подвергалась своевременной оптимизации, эскалации после оценки функционального состояния, стратификации риска в динамике. Одышка в последнее время имеет смешанный генез как за счет ИЛАГ, так и на фоне обструктивного бронхита после перенесенной COVID-19 — инфекции и железодефицитной анемии легкой степени тяжести (табл. 6).

**Выводы:** в лечении описанной пациентки с ИЛАГ прослеживается весь путь терапии от симптоматической и блокаторов кальциевых каналов до современных схем ЛАГ- специфической терапии согласно актуальным клиническим рекомендациям по ЛАГ.

Хотя в данном случае нет достижения цели ЛАГ-специфической терапии — перевода пациентки в группу низкого риска, сохранение принадлежности пациентки с ИЛАГ со стажем заболевания 22 года к промежуточной группе риска расценивается как высокая эффективность современной ЛАГ-терапии. Данный клинический пример демонстрирует возможности улучшения выживаемости пациентов с ЛАГ в настоящее время с появлением эффективных прогноз-модифицирующих ЛАГ-специфических препаратов и внедрением актуальных рекомендаций по легочной гипертензии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинические рекомендации МЗ РФ «Легочная артериальная гипертензия, в том числе хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия», 2020 г. [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/159\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/159_1)
2. Клинические рекомендации по диагностике и лечению легочной гипертензии Евразийской ассоциации кардиологов, 2019 г. [http://cardio-eur.asia/media/files/clinical\\_recommendations](http://cardio-eur.asia/media/files/clinical_recommendations)
3. Царева Н.А. Идиопатическая легочная артериальная гипертензия: современный подход к диагностике и лекарственной терапии // Пульмонология. 2017; 27(2): 216–231.
4. Benza R, et al. Predicting Survival in Patients With Pulmonary Arterial Hypertension: The REVEAL Risk Score Calculator 2.0 and Comparison With ESC/ERS-Based Risk Assessment Strategies Chest 2019; 156:323–37

5. Galie N., Channick R.N., Frantz R.P. et al. Risk stratification and medical therapy of pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J.* 2019; 53:1801889. DOI: 10.1183/13993003.01889-2018.
6. Gérald Simonneau G., Montani D., Celermajer D.S. et al. Haemodynamic definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension. *Eur Respir J.* 2019;53: 1801913. DOI: 10.1183/13993003.01913-2018.
7. Nazzareno Galie et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS). *European Heart Journal* (2016) 37, 67–119
8. Prior D.L., Adams H., Williams T.J. Update on pharmacotherapy for pulmonary hypertension. *Med J Aust.* 2016; 205(6): 271–276. DOI: 10.5694/mja16.00468.
9. Sitbon O., Gaine S. Beyond a single pathway: combination therapy in pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir Rev.* 2016; 25(142): 408–417. DOI: 10.1183/16000617.0085-2016.

© Содномова Лариса Балдановна ( Lar43099701@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Улан-Удэ

# ОСОБЕННОСТИ ИНФАРКТА МИОКАРДА У ЖЕНЩИН ПО МАТЕРИАЛАМ КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ БОЛЬНИЦЫ ИМ Н.А. СЕМАШКО

## FEATURES OF MYOCARDIAL INFARCTION IN WOMEN BASED ON THE MATERIALS OF THE CARDIOLOGY DEPARTMENT OF THE N.A.SEMASHKO REPUBLICAN HOSPITAL

*L. Sodnomova  
T. Spasova*

**Summary.** A personalized approach is required to improve the effectiveness of medical care for patients with different nosologies, including myocardial infarction (MI). This is taking into account the gender characteristics of the development and course of IM. The purpose of the work is to study the features of the course, therapeutic and diagnostic approaches, outcomes of myocardial infarction in women compared with men. Research materials and methods: 84 case histories of patients with myocardial infarction admitted to the cardiology department in the period October–November 2020. The patients were divided by gender into two groups — men (50 people) and women (34 people). Statistical data processing was carried out using Microsoft Excel, STATISTICA 10 programs. The results of the study: in women, MI developed at an older age, they more often had comorbid conditions. In the clinical picture of MI, atypical symptoms occur more often in women — 18% versus 8% in men ( $p < 0.05$ ), which leads to an extension of the “symptom-hospitalization” time. Women are more likely to develop Q-negative and repeated myocardial infarction. The frequency of coronary angiography and reperfusion therapy did not significantly differ between the two groups. Despite the older age, the mortality rate from MI among women did not exceed that among men.

**Keywords:** cardiovascular diseases (CVD), coronary heart disease (CHD), myocardial infarction (MI), gender differences, mortality, revascularization, reperfusion therapy.

**Содномова Лариса Балдановна**

*К.м.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО  
«Бурятский государственный университет» (г. Улан-  
Удэ)*

*Lar43099701@yandex.ru*

**Спасова Татьяна Евгеньевна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Бурятский  
государственный университет» (г. Улан-Удэ)  
tspasova@inbox.ru*

**Аннотация.** Для повышения эффективности оказания медицинской помощи пациентам с разными нозологиями, в том числе с инфарктом миокарда (ИМ), требуется персонализированный подход. Это учет и гендерных особенностей развития и течения ИМ. Цель работы — изучить особенности течения, лечебно-диагностических подходов, исходов инфаркта миокарда у женщин в сравнении с мужчинами. Материал и методы исследования: 84 истории болезни пациентов с инфарктом миокарда, поступивших в кардиологическое отделение в период октябрь–ноябрь 2020 г. Пациенты поделены по гендерному принципу на две группы — мужчины (50 человек) и женщины (34 человека). Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Microsoft Excel, STATISTICA 10. Результаты исследования: у женщин ИМ развивался в более старшем возрасте, у них чаще имели место коморбидные состояния. В клинической картине ИМ у женщин чаще имеют место атипичные симптомы — 18% против 8% у мужчин ( $p < 0,05$ ), что приводит к удлинению времени «симптом — госпитализация». У женщин чаще развиваются Q-негативный и повторный инфаркт миокарда. По частоте проведения коронароангиографии, реперфузионной терапии обе группы достоверно не различались. Несмотря на более старший возраст летальность от ИМ среди женщин не превышала таковую среди мужчин.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), инфаркт миокарда (ИМ), гендерные различия, летальность, ревазуляризация, реперфузионная терапия.

## Введение

Об актуальности изучения гендерных аспектов кардиологии свидетельствует начатая в 2004 г. Американским обществом кардиологов программа «Акцент — на женщин» (Red in Women), в 2012 году Российское кардиологическое общество присоединилось к общеевропейской инициативе Go red, направленной на борьбу с сердечно-сосудистыми заболеваниями у женщин. Так, Российским кардиологическим обществом инициирован проект «Красное платье»,

который призван привлечь внимание врачей разных специальностей к всестороннему и глубокому подходу к оценке факторов риска и способов их коррекции у женщин разных возрастных групп, к вопросам первичной и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний у женщин. Заболеваемость и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в России остается на высоком уровне, как среди мужчин, так и среди женщин [5]. В Европе болезни системы кровообращения являются причиной смерти у 43% мужчин и 54% женщин [13]. Сердечно-сосудистый континуум имеет половую





Рис. 1. Распределение пациентов с ИМ по полу и возрасту

ориентацию и запускается у мужчин и женщин “своими” факторами ССЗ. [6, 12]. Хотя ишемическая болезнь сердца (ИБС) и ИМ возникают у женщин примерно на 10 лет позднее, чем у мужчин, темпы роста заболеваемости ИБС у женщин более высокие [14]. При этом стандартизованные показатели смертности от ССЗ у мужчин в экономически развитых странах Европы и в России выше, но абсолютное количество смертей от ССЗ значительно больше у женщин [5,15].

Инфаркт миокарда (ИМ) является одной из ведущих причин смерти от сердечно-сосудистых заболеваний и самой частой причиной внезапной смерти [2,3]. В Российской Федерации ежегодно ИМ развивается у 0,2–0,6% мужчин в возрасте 40–59 лет; заболеваемость ИМ возрастает до 1,7% среди мужчин старшей возрастной группы (60–64 года) [2,3]. Женщины до менопаузального возраста заболевают примерно в 2,5–5,0 раз реже мужчин, что связано с более поздним развитием у них атеросклероза [9]. После наступления менопаузы разница в заболеваемости мужчин и женщин существенно уменьшается, что связано со снижением у женщин защитной роли эстрогенов [4,5]. Среди женщин, госпитализированных в стационар с диагнозом ИМ, чаще встречаются больные пожилого и старческого возраста [7]. Женщины с ИМ чаще имеют коморбидный фон [7,8]. В число коморбидных и полиморбидных состояний входят артериальная гипертензия (АГ), сахарный диабет (СД), хроническая сердечная недостаточность [1,11], тревожные и депрессивные расстройства. У женщин реже встречается обструктивная форма ИБС, более часто имеет место микрососудистая дисфункция, чаще встречаются атипичные симптомы [10, 11].

Значительные проблемы возникают не только при интерпретации клинической картины сердечного заболевания у женщин, использовании и интерпретации у них диагностических тестов, но и при лечении. В связи с постоянно возрастающим количеством данных о гендерных различиях при болезнях системы кровообращения становится все более востребованной дифференцированная терапия, исследования по гендерным различиям лекарственной терапии и инвазивных вмешательств.

При развитии острого коронарного синдрома (ОКС) женщинам реже проводятся коронарография (КАГ) и инвазивные вмешательства.

#### Цель

Изучить гендерные особенности предпосылок развития, течения ИМ, особенности лечебно-диагностических подходов, исходов ИМ

#### Материал и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ историй болезни пациентов с установленным диагнозом ИМ, выписанных/умерших в РКБ им. Н.А. Семашко в октябре-ноябре 2020 г. Критерии включения: заключительный клинический диагноз в истории болезни — ИМ. Критерии исключения: другие диагнозы кроме ИМ. В базу данных включены сведения о возрасте, поле, времени от появления симптомов до госпитализации, результатах клинического осмотра при поступлении, лабораторных и функциональных исследований, сведения о сопутствующих

Таблица 1. Коморбидный статус пациентов с инфарктом миокарда

Фоновые состояния (заболевания)		Мужчины n — 50		Женщины n — 34		p
		n	%	n	%	
Артериальная гипертензия		18	74	31	91	0,35
Фибрилляция предсердий		5	10	8	24	0,09
ОНМК/ТИА		4	8	10	29	0,03*
Сахарный диабет		5	10	12	24	0,01*
Ожирение		7	14	8	24	0,26
Абдоминальное ожирение		15	30	27	79	0,01*
Курение		21	36	4	21	0,02*
ХБП		10	20	20	44	0,02*
ПИКС		14	28	10	29	0,88
Стабильная стенокардия		9	18	11	32	0,12
Коронарная реваскуляризация (АКШ/ЧКВ)		6	12	7	21	0,28
Показатель						
Дислипидемия	ОХ >4,0мм\л	35	70	19	56	0,5
	ЛПНПН >1,8 мм/л	43	86	26	76	0,7
	ТГ >1,7мм/л	16	32	6	18	0,25
Ремоделиро-вание миокарда	ГЛЖ	44	31	34	100	0,6
	Систолическая дисфункция ЛЖ (ФВ 50%)	8	16	11	32	0,16
	дилатация левого желудочка (КДР 5,5см)	21	42	9	26	0,3
	дилатация левого предсердия (ЛП 4,0см)	31	62	19	56	0,7

Таблица 2. Варианты инфаркта миокарда у пациентов

Пол	Первичный инфаркт миокарда		Q- ИМ		неQ-ИМ		Повторный ИМ	
	n	%	n	%	n	%	n	%
мужчины, n-50	37	74	26	52	24	48	13	26
женщины, n — 34	23	68	16	47	18	53	11	32
p	0,79		0,79		0,79		0,6	

Таблица 3. Тяжесть состояния пациентов и ИМ при поступлении

Тяжесть состояния при поступлении	Мужчины n — 50		Женщины n — 34		p
	n	%	n	%	
Killip ≥ 2	11	22	10	29	0,5
Отек легких	2	4	5	15	0,1
Кардиогенный шок	9	18	5	15	0,7
GRACE >140 баллов	23	48	22	65	0,4
CRUSADE > 41 балла	4	8	18	35	0,0006*

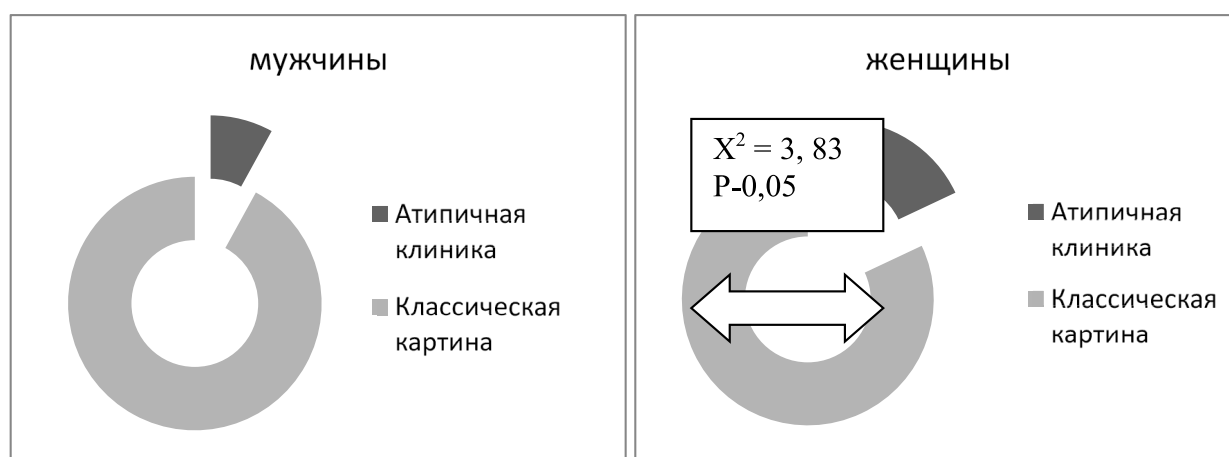


Рис. 2. Частота атипичных симптомов у пациентов с инфарктом миокарда

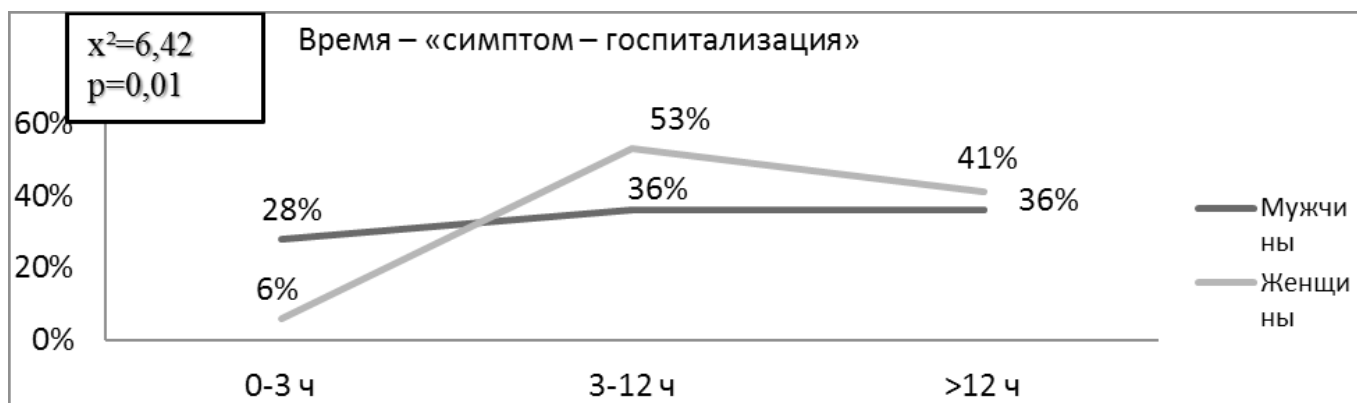


Рис. 3. Распределение пациентов с ИМ по времени «симптом — госпитализация»

заболеваниях, осложнениях и исходах ИМ. Скорость клубочковой фильтрации высчитана по формуле MDRD (Modification Diet on Renal Disease Study), стадия хронической болезни почек установлена в соответствии с классификацией K/DOQI (Kidney Disease Outcome Quality Initiative) 2002. Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Microsoft Excel, Statistica 10

## Результаты

Среди пациентов, поступивших в стационар за указанный период времени с диагнозом инфаркт миокарда было 50 мужчин и 34 женщины. Средний возраст мужчин  $60,1 \pm 1,6$  лет, средний возраст женщин на 10 лет старше —  $70,3 \pm 1,6$  лет. Среди поступивших пациентов младше 60 лет преобладали мужчины — 54% против 15%

женщин ( $p = 0,01$ ), и наоборот в возрастной группе старше 75 лет большинство составили женщины (рисунок 1)

По коморбидным состояниям и факторам риска у женщин была выше частота перенесенных церебральных событий, абдоминального ожирения, ХБП, СД, среди мужчин больше курящих лиц (таблица 1).

По частоте первичного и повторного инфаркта миокарда была тенденция к большей частоте Q-негативного и повторного инфаркта миокарда у женщин и первичного, Q-позитивного ИМ у мужчин (таблица 2)

При оценке состояния пациентов при поступлении по риску госпитальной смерти и развитию кровотечений достоверные различия выявлены по риску развития крупного кровотечения. Оценка происходила по общепринятой шкале CRUSADE. В группе женщин среднее значение по шкале  $39,14 \pm 2,5$  балла, в группе мужчин —  $22,7 \pm 1,4$  балла

Атипичная картина ОКС — атипичные боли, безболевая форма в виде одышки, слабости больше встречались у женщин в 18% случаях, у мужчин в 8% случаев, классическая болевая форма чаще регистрировалась у мужчин — в 92% случаев против 82% в группе женщин (рисунок 2).

Особенности клинического течения ИМ женщин имеют следствием более позднее обращение за помощью и более поздняя госпитализация в стационар в сравнении с мужчинами (рисунок 3).

В первые три часа чаще госпитализируются мужчины — 14 человек (28%) против 2 (6%) женщин и, поздняя госпитализация (более трех часов от первых симптомов) больше характерна для женщин — 32 (94%) случая против 36 (72%) в группе мужчин. Связано это с большей частой атипичных симптомов у женщин, что

затрудняет своевременную диагностику данного состояния.

По тяжести поражения коронарного русла достоверной разницы между двумя группами не обнаружено — число пораженных сосудов, уровень поражения коронарных артерий достоверно не различались. Так трех-сосудистое поражение выявлено у 48% женщин и 45% мужчин, двух-сосудистое поражение — у 32% женщин и 27% мужчин, 1-сосудистое поражение — у 19% женщин и 25% мужчин. Проксимальный уровень поражения выявлен 70% мужчин и 73% женщин, дистальный тип поражения у 28% мужчин и 29% женщин.

Фармакологическая реваскуляризация — ТЛТ проведена у 5 женщин (15%), и 12 мужчин (24%), инвазивная реперфузия произведена у 68% женщин и 70% мужчин.

Летальность от ИМ за указанный период времени 11% — 9 человек — 3 женщины (8,8%) и 6 мужчин (12%),  $p = 0,6$

## ВЫВОДЫ

Таким образом, женщины переносят ИМ в более старшем возрасте, в связи с чем для них характерна большая выраженность сердечно-сосудистых факторов риска, что должно быть основой для проведения первичной и вторичной профилактики, чаще выявляются сопутствующие заболевания. Имеется большая частота у женщин атипичных симптомов, что затрудняет своевременную диагностику ИМ, приводит к удлинению времени симптом-госпитализация, отдаляет начало реперфузионной терапии. Последнее также может приводить к утяжелению ИМ, ухудшению госпитального прогноза. Соответственно у женщин при ухудшении состояния необходимо проявлять настороженность в отношении развития острого коронарного синдрома с атипичной симптоматикой, что позволит обеспечить своевременное лечение и улучшение прогноза данного состояния

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барбараш О.Л., Васильева О.А., Тавлуева Е.В., Зыков М.В., Моисеенков Г.В., Барбараш Л.С. Гендерные особенности применения реперфузионной терапии у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2010; 9(8):12–16.
2. Еремина О.А. Гендерные и возрастные аспекты выбора реперфузионной терапии и прогноз при инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST. Дисс. канд. мед. наук. Кемерово, 2012.
3. Клинические рекомендации Минздрава РФ Острый коронарный синдром без подъема ST на ЭКГ. 2020г [https://scardio.ru/rekomendacii/rekomendacii\\_rko/](https://scardio.ru/rekomendacii/rekomendacii_rko/)
4. Клинические рекомендации Минздрава РФ Острый инфаркт миокарда с подъемом ST на ЭКГ. 2020г [https://scardio.ru/rekomendacii/rekomendacii\\_rko/](https://scardio.ru/rekomendacii/rekomendacii_rko/)
5. Оганов Р.Г. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний в России: успехи, неудачи, перспективы // Терапевтический архив 2004. № 6. С. 22–4.
6. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. Гендерные различия кардиоваскулярной патологии // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2012;11(4):101–4.
7. Самородская И.В. Сердечно-сосудистая заболеваемость и факторы риска сердечно-сосудистых событий в РФ// Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2005. № 3. С. 94–101.
8. Семакина С.В., Сайгилов Р.Т., Глезер М.Г. Клинико-анамнестические и лабораторно-инструментальные характеристики инфаркта миокарда и ранний пост-госпитальный прогноз заболевания у мужчин и женщин// Проблемы женского здоровья. 2010. № 2. С. 12–21.

9. Тавлуева Е.В. Гендерные особенности формирования и прогноз инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Кемерово, 2012.
10. Е.В. Тавлуева, М.А. Синьков, О.А. Васильев и др. Гендерные особенности поражения коронарного русла с объективизацией по шкале SYNTAX у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST // Патология кровообращения и кардиохирургия. — 2011. — № 1. — С. 59–64
11. Цыганкова О.В., Е.Л. Федорова, З.Г. Бондарева и др. Ишемическая болезнь сердца у женщин. Особенности факторов риска и клинического течения инфаркта миокарда в зависимости от возраста // Сердце: журнал для практикующих врачей. — 2010. — Т. 9, № 1 (51). — С. 26–32
12. Шаповалова Э.Б., Максимов С.А., Артамонова Г.В. Половые и гендерные различия сердечно-сосудистого риска // Российский кардиологический журнал. 2019;(4):99–104. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-4-99-104>
13. Frishman W.H., Gombert-Maitland M., Catanese J., Furla-Palazzo S., et al. Differences between male and female patients with regard to baseline demographics and clinical outcomes in the asymptomatic cardiac ischemia (ACIP) trial. Clin Cardiol 1998; 3:184–90.
14. Murphy B., Worcester M., Higgins R. et al. Causal attributions for coronary heart disease among female cardiac patients. J Cardiopulm Rehabil. 2005; 25(3):135–43.
15. Shepard D, Vander Zanden A, Moran A, et al. Ischemic heart disease worldwide, 1990 to 2013: estimates from the global burden of disease study 2013. Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes. 2015;8(4): 455–6 doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.115.002007

© Содномова Лариса Балдановна ( Lar43099701@yandex.ru ), Спасова Татьяна Евгеньевна ( tpsasova@inbox.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Улан-Удэ

# МИОФАСЦИАЛЬНЫЙ БОЛЕВОЙ СИНДРОМ ЛИЦА И ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА ПРИ ЗАТРУДНЕННОМ ПРОРЕЗЫВАНИИ ТРЕТЬИХ МОЛЯРОВ

## MYOFACIAL PAIN SYNDROME OF THE FACE AND DYSFUNCTION OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT IN DIFFICULT ERUPTION OF THE THIRD MOLAR

V. Khovayko

*Summary.* The article analyzes the literature on the problem of myofascial pain syndrome of the face and dysfunction of the temporomandibular joint dysfunction, which can occur with difficult eruption of third molars. Anomalies of wisdom teeth are capable of initiating functional disorders in the temporomandibular joint and causing pain symptoms in the maxillofacial muscles, while this issue has not been sufficiently studied at present. It is necessary to develop an algorithm for the complex diagnosis of myofascial facial pain syndrome and TMJ dysfunction in case of difficult eruption of third molars. The understanding of this problem will provide dentists, orthodontists, maxillofacial surgeons and other clinicians with effective approaches to alleviating human suffering, and will make a significant contribution to the quality of life of their patients.

*Keywords:* third molars, facial myofascial pain syndrome, temporomandibular joint dysfunction, myofascial trigger points.

**Ховайко Виталий Александрович**

Аспирант, Тверской государственный медицинский университет  
vitality\_95@bk.ru

*Аннотация.* В статье проводится анализ литературы по проблеме миофасциального болевого синдрома лица и дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, которые могут возникать при затрудненном прорезывании третьих моляров. Аномалии зубов мудрости способны инициировать функциональные нарушения в височно-нижнечелюстном суставе и вызывать болевую симптоматику в челюстно-лицевых мышцах, при этом данный вопрос недостаточно изучен в настоящее время. Необходима разработка алгоритма комплексной диагностики миофасциального болевого синдрома лица и дисфункции ВНЧС при затрудненном прорезывании третьих моляров. Лучшее понимание данной проблемы обеспечат стоматологам, ортодонтам, челюстно-лицевым хирургам и другим клиницистам эффективные подходы к облегчению человеческих страданий, и внесут значительный вклад в качество жизни своих пациентов.

*Ключевые слова:* третьи моляры, миофасциальный болевой синдром лица, дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, миофасциальные триггерные точки.

## Введение

**П**роблема, связанная с прорезыванием зубов, остается актуальной в современной стоматологии. Наиболее часто затрудненное прорезывание характерно для третьих моляров, его распространенность колеблется от 16,7% до 68,6% [1]. Кроме того, третьи моляры составляют 98% всех ретенированных зубов [2]. По данным многочисленных исследований, патология прорезывания третьих моляров возникает в результате таких процессов, как ретенция и дистопия, которые обусловлены анатомическими факторами [3].

Основными этиологическими факторами ретенции третьего моляра являются позднее созревание и нехватка места, кроме того, могут влиять такие причины, как ограниченный рост скелета, аномалии формы или положения зубов, повышенная региональная плотность костной ткани, инфекции, кисты, специфические системные заболевания и синдромы [4].

Аномалии зубов мудрости, способны инициировать функциональные нарушения в височно-нижнечелюстном суставе и вызывать болевую симптоматику в челюстно-лицевых мышцах, при этом данный вопрос недостаточно изучен в настоящее время.

## Цель работы

Провести анализ литературы по проблеме миофасциального болевого синдрома лица и дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, которые могут возникать при затрудненном прорезывании третьих моляров.

При затрудненном прорезывании третьих моляров могут возникать серьезные осложнения, такие как инфекция, атипичная лицевая боль, кистозные поражения и новообразования. Кроме того, ретенированные зубы часто ассоциируются с перикоронитом, периодонтитом и пагубными последствиями для соседних зубов, такими

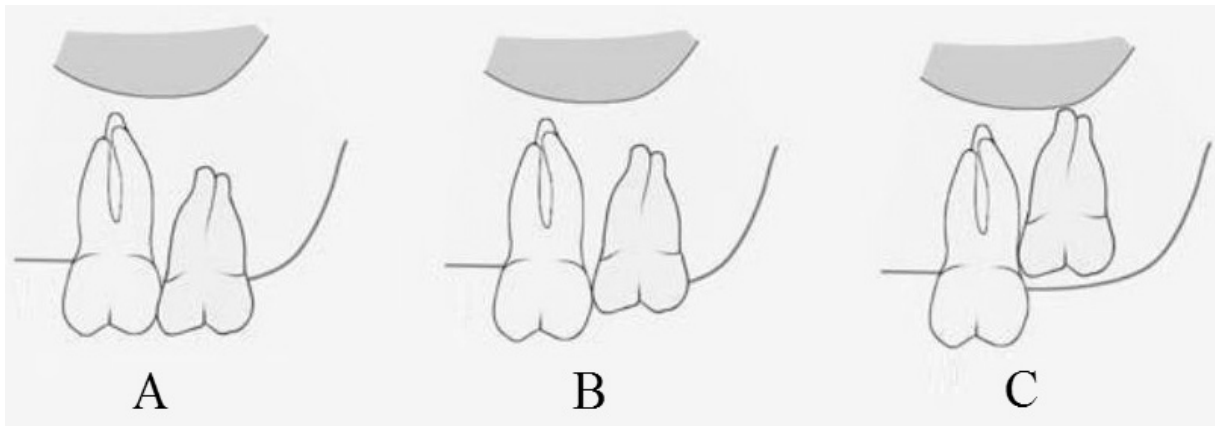


Рис. 1. Изображение классификации Pell и Gregory

как резорбция кости или кариес [5]. Профилактическое удаление бессимптомных ретенированных зубов мудрости является спорным, и принятие клинических решений относительно удаления должно основываться на пользе и вреде для пациента. Кроме того, руководство Национального института клинического мастерства (NICE) рекомендует воздерживаться от профилактического удаления третьих моляров [6].

Хотя в некоторых исследованиях сообщалось, что не было различий между полом и распространенностью ретенции третьих моляров, в большинстве исследований выявлялось, что их частота была значительно выше у женщин, что можно объяснить меньшим размером челюсти по сравнению с мужчинами и отсутствием места для прорезывания [7, 8].

Что касается распределения затрудненного прорезывания третьих моляров по челюстям, исследование Yildirim H., Büyükgöze-Dindar M. (2022) показало, что частота на нижней челюсти (66,5%) была значительно выше, чем на верхней челюсти (47,8%) [9]. Этот вывод согласуется с данными Kumar Pillai A. и др. [10]. Кроме того, Hashemipour M.A. и др. сообщалось о более высокой в 1,9 раза частоте поражения третьего моляра на нижней челюсти [2]. Также во многих исследованиях отмечалось, что вертикальный угол наклона наиболее распространен как в верхней, так и в нижней челюсти [9, 10], в то время как некоторые сообщили, что мезиальный угол был наиболее распространенным типом угла наклона [8, 11].

В исследовании Yildirim H., Büyükgöze-Dindar M. (2022) наиболее часто отмечаемый уровень прорезывания частично прорезавшихся третьих моляров, согласно классификации Pell и Gregory (рис. 1), был в положении B на верхней челюсти, в положении A на нижней челюсти [9].

С другой стороны, Quek SL и др. [12] и Hassan AH. [13] заявили, что уровень B был наиболее распространенным уровнем в обеих челюстях. Такие аномалии третьих моляров, способны инициировать функциональные нарушения в височно-нижнечелюстном суставе (ВНЧС) и вызывать болевую симптоматику в челюстно-лицевых мышцах. Наличие окклюзионного препятствия приводит к необходимости избегать его воздействия во время функций, тем самым запускает механизм перепрограммирования движений нижней челюсти, особенно в процессе жевания [14].

Результаты эпидемиологических исследований определили, что примерно 5% населения земного шара испытывают достаточно сильную боль в жевательных мышцах, нуждающуюся в лечении. Доля мышечной боли составляет 97% от всех случаев хронической орофасциальной боли. В США и Германии затраты на лечение болевой дисфункции ВНЧС уступают только затратам на терапию злокачественных опухолей [15].

Считается, что ведущим звеном в развитии нейромышечного синдрома является мышечный спазм. Спазм жевательных мышц, особенно латеральной крыловидной мышцы, эмоциональное и физическое перенапряжение, стрессовые ситуации приводят к парафункциям жевательных мышц и в дальнейшем к хронической боли [16, 17].

По выражению большинства авторов тематических работ, распознавание и дифференциальная диагностика заболеваний ВНЧС является сложной задачей из-за особенностей строения и функций этого сложнейшего сустава, сходства жалоб и клинических проявлений с некоторыми другими патологиями. Алгоритм действий при диагностике заболеваний ВНЧС обязывает врача стоматолога использовать все приемы обследования пациента по стандартным медицинским правилами с уче-

том особенностей патологии. Разработка объективного скрининг-инструмента в настоящее время является важным направлением в решении проблемы диагностики дисфункции ВНЧС [18].

За последнее десятилетие появилось значительное количество публикаций, посвященных описанию проблемы болевых симптомов лица. Боль вызывает клинически значимый дистресс, нарушения в социальной, профессиональной и других важных сферах деятельности человека.

В настоящее время значительное число исследователей приводят достаточно убедительные доказательства относительно мышечного компонента в развитии дисфункций ВНЧС, когда гипертонус приводит к стабильному мышечному напряжению. При длительном фиксированном локальном гипертонусе в мышцах возникают вторичные расстройства: сосудистые, обменные, дистрофические, атрофические и другие [19].

Мышечный спазм — это основа развития мышечно-суставной дисфункции ВНЧС. Он возникает от чрезмерного растяжения, сокращения, утомления мышц. На первом этапе в мышцах возникает остаточное напряжение, а затем стабильный локальный гипертонус. Локальные мышечные гипертонусы могут быть причинами кратковременных болевых спазмов мышц [20].

Локальные гипертонусы становятся источником типических и отраженных болей и превращаются в миофасциальные триггерные точки (МФТТ). Миофасциальная триггерная точка (МФТТ) клинически определяется как гипер-раздражающая область в скелетной мышце, связанной с гиперчувствительностью прощупываемого узелка в тугом поясе мышцы. Область вызывает болезненные ощущения при надавливании и может вызвать миофасциальные боли, двигательную дисфункцию и вегетативные явления. На лице триггерные точки оказываются чаще в жевательных мышцах, височных, латеральной и медиальной крыловидных мышцах. Окклюзионная дисгармония, патология периодонта и пародонта, затрудненное прорезывание зубов провоцируют нарушение нервно-мышечной функции и вызывают спазм жевательных мышц. Затрудненное прорезывание зубов не только может способствовать возникновению болевого симптома, но и значительно усложняет его течение [16, 21].

Из-за разнообразной картины проявления заболевания пациенты с дисфункцией ВНЧС и миофасциальной болью обращаются за помощью к разным специалистам медицинского профиля [22]. Миофасциальная боль, как правило, тупая, глубокая и плохо локализуется в отличие от точно локализованной зубной боли и боли в сло-

ях кожи. Мышечная боль может быть связана с болью в других глубоких соматических структурах, таких как фасция, суставы, другие мышцы [23].

В клиническом подходе указанная боль вызывает запутанность у многих клиницистов, поскольку часто пациенты больше жалуются на боль в окружающей зоне, а не непосредственно в районе МФТТ. Признаки и симптомы, свидетельствующие о не одонтогенной боли, включают несоответствующую местную зубную причину боли; рецидив болевых ощущений, несмотря на разумную стоматологическую терапию зуба или ВНЧС; короткое облегчение после местного обезболивания; положительные результаты по карте боли [24]; аномалии позы, такие как наклон головы вперед; и другие болевые проблемы, такие как хроническая и периодическая головная боль и распространенные хронические болевые состояния.

На сегодняшний день продолжается изучение МФТТ и результаты многих из исследований подтверждают теоретические основы и их клиническое применение. Тем не менее, существует существенная нехватка базовых научных данных, МФТТ недостаточно изучены исследователями [25].

Если МФТТ не учитываются в дифференциальной диагностике, распространенная причина жалоб на боль пациентов будет проигнорирована. Следует рассматривать МФБС при любом болевом синдроме в голове, шее, лице и области ВНЧС. Стоматологи должны знать, что боль в зубах или ВНЧС не обязательно имеет стоматологическое или суставное происхождение [16].

Миофасциальная боль может быть связана с болью в других глубоких соматических структурах, таких как фасция, суставы, другие мышцы [11, 23]. В клиническом подходе указанная боль вызывает запутанность у многих клиницистов, поскольку часто пациенты больше жалуются на боль в окружающей зоне, а не непосредственно в районе МФТТ. Признаки и симптомы, свидетельствующие о не одонтогенной боли, включают несоответствующую местную зубную причину боли; рецидив болевых ощущений, несмотря на разумную стоматологическую терапию зуба или ВНЧС; короткое облегчение после местного обезболивания; положительные результаты по карте боли; аномалии позы, такие как наклон головы вперед; и другие болевые проблемы, такие как хроническая и периодическая головная боль и распространенные хронические болевые состояния.

Пациенты с МФБС обычно имеют в анамнезе острую или хроническую перегрузку мышц. В стоматологической практике МФБС часто наблюдается у пациентов с бруксизмом или зажимом в анамнезе [26]. Общей ятро-



генной причиной возникновения МФБС является ситуация, когда пациенту нужно держать рот открытым в течение длительного времени во время стоматологических процедур. Пациенты с МФБС часто не могут расслабить мышцы в области головы и шеи, речь идет о жевательной, грудиноключично-сосцевидной и трапецевидной мышцах. Мышцы находятся в непрерывной контрактуре, что может привести к ишемии мышц, усталости и боли.

МФТТ является основной характеристикой МФБС. В течение последних почти 200 лет многочисленные авторы писали о МФТТ в контексте английской, германской, голландской и французской медицинской литературы. Все эти источники освещают то, что мышечно-скелетная боль, вызванная МФТТ, очень распространена. Уже в 1816 году МФТТ были описаны как «узловые опухоли и утолщения, болезненные на ощупь, и от которых боли распространяются до соседних зон». Узелки возникают вследствие воспаления фиброзной соединительной ткани в мышцах. Многие термины в истории медицины использовались для описания болевого синдрома в мышцах, ряд из которых были диагностированы как МФБС с использованием текущего определения, в том числе фиброзит, миофасцит, мышечный ревматизм, ревматический миозит, миогелоз, миалгия, миофасциальная боль и даже фибромиалгия.

Было опубликовано много клинических отчетов об отраженной боли МФТТ. Отраженная боль является сложным явлением для клиницистов, потому что восприятие локализации боли пациентом может значительно отличаться от первоисточника боли. Хотя многие специалисты намеренно не ссылаются на МФТТ, однако они описывают симптомы, как правило, связанные с МФТТ. Речь идет о таких признаках, как повышенная миофасциальная чувствительность, твердость, отраженная боль, вызывающая головную боль, и центральная сенсibilизация как результат постоянного ноцицептивного влияния перикраниальных и внечерепных мышц. Во многих отчетах о клинических случаях отмечается, что МФТТ могут вызывать или способствовать постоянной головной боли, боли в лице и височно-нижнечелюстной области [27].

О мышечной отраженной боли идет речь во многих научных исследованиях и обзорных статьях. Отраженная боль не является специфической для МФТТ, но удобнее и легче обнаружить ее именно через МФТТ, чем через другие структуры. Все пациенты сообщали о непосредственной боли при надавливании на активные МФТТ, но менее 50% пациентов заявили о болях при надавливании на латентные МФТТ [28]. В сравнении с активными МФТТ, латентные МФТТ не вызывают спонтанности боли; для проявления локализованной и отраженной боли, на них требуется нажать сильнее. Обычная мышечная

ткань и другие ткани тела, включая кожу, фасеточные суставы и внутренние органы также могут рефлекторно отражать боль в отдаленных областях при длительном и достаточном механическом нажатии [29].

Отсутствуют лабораторные, визуальные исследования или стандартизированные диагностические критерии, для первичного диагноза миофасциальный болевой синдром, он может быть поставлен только при пальпации. Клинические доказательства в сочетании с многочисленными научными исследованиями и сообщениями о случаях, подтверждают практику оценки состояния пациентов с наличием МФТТ. В опросе врачей-членов Американского общества боли, 85% из 493 специалистов, согласились, что МФБС является четким синдромом [21].

Миофасциальный болевой синдром может быть наиболее упущенным в диагностике у больных хронической болью. Диагноз зависит от навыков врача, подготовки и опыта сбора анамнеза пациента, проведения всестороннего обследования и оценки состояния пациентов по МФТТ. Международное Общество по изучению миофасциальной боли и фибромиалгии создало мультидисциплинарный международный комитет по разработке модели исследования для проверки диагностических критериев.

Комитет ставит целью установить надежные методы для диагностики МФБС, определения надежности взаимосвязи обследования МФТТ и определения чувствительности и специфичности, которые могут являться критериями классификации для выявления пациентов с МФБС [13]. Таким образом, распознавание и дифференциальная диагностика заболеваний ВНЧС и миофасциального болевого синдрома лица является сложной задачей из-за особенностей строения и функций этого сложнейшего сустава, сходства жалоб и клинических проявлений с некоторыми другими патологиями.

## Заключение

Многочисленные публикации демонстрируют возрастающий интерес к проблеме дисфункциональных состояний ВНЧС и миофасциального болевого синдрома лица, что объясняется значительным увеличением числа данных пациентов и полиморфизмом клинических проявлений.

При этом вопросы миофасциального болевого синдрома лица и дисфункции височно-нижнечелюстного сустава при затрудненном прорезывании третьих моляров изучены недостаточно, что требует дальнейшего анализа данной проблемы. Необходима разработка ал-

горитма комплексной диагностики миофасциального болевого синдрома лица и дисфункции ВНЧС при затрудненном прорезывании третьих моляров. Лучшее понимание данной проблемы обеспечат стоматологам,

ортодонтам, челюстно-лицевым хирургам и другим клиницистам эффективные подходы к облегчению человеческих страданий, и внесут значительный вклад в качество жизни своих пациентов.

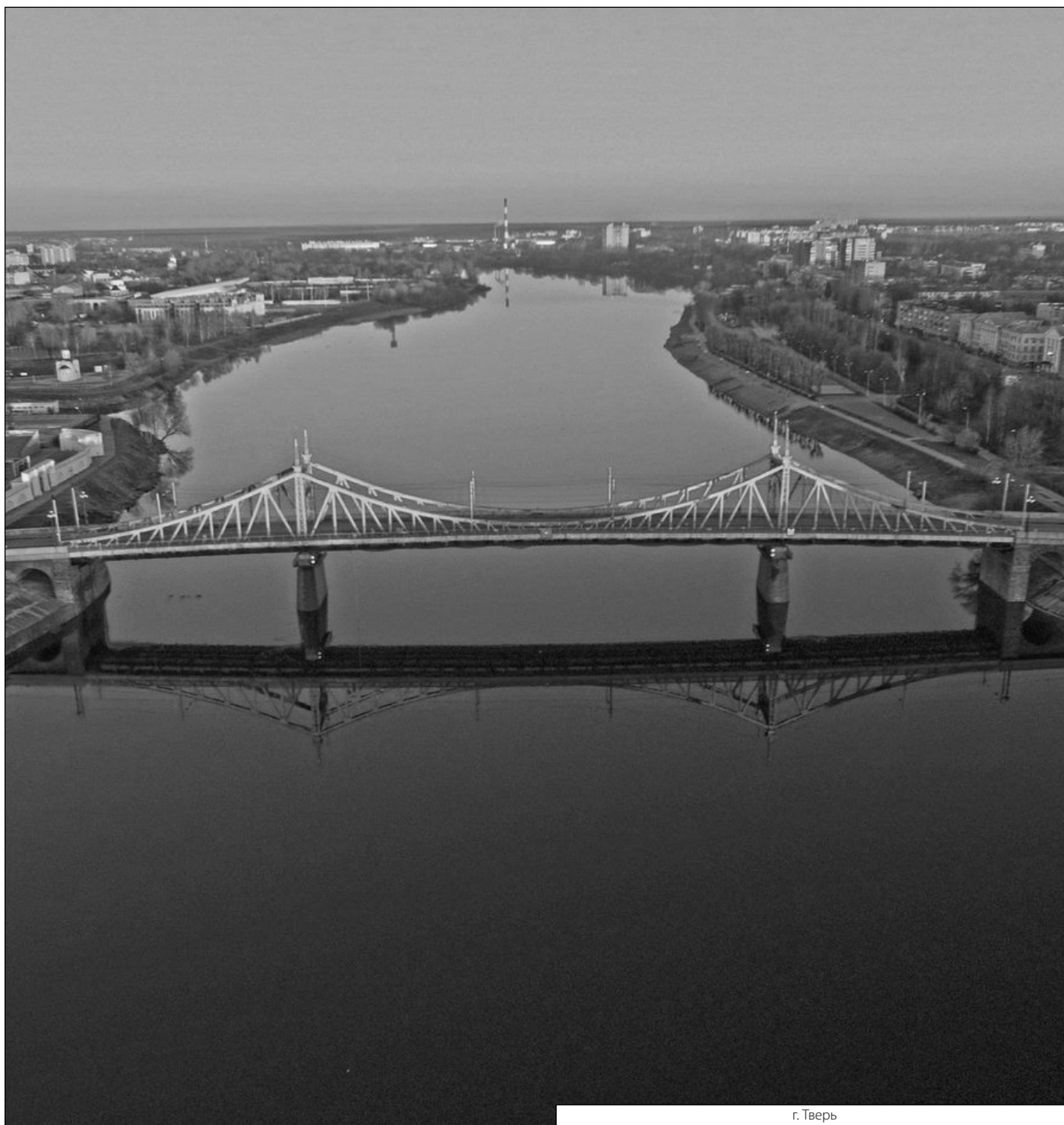
ЛИТЕРАТУРА

1. Kumar V.R., Yadav P., Kahsu E., Girkar F., Chakraborty R. Prevalence and pattern of mandibular third molar impaction in eritrean population: A retrospective study. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18:100–106.
2. Hashemipour M.A., Tahmasbi-Arashlow M., Fahimi-Hanzaei F. Incidence of impacted mandibular and maxillary third molars: A radiographic study in a Southeast Iran population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013;18: e140–5.
3. Гайворонский И.В., Николенко В.Н., Иорданишвили А.К. Анатомические причины развития ретенции третьих моляров на нижней челюсти. *Человек и его здоровье.* 2015;2: 61–65
4. Janakiraman E., Alexander M., Sanjay P. Prospective analysis of frequency and contributing factors of nerve injuries following third-molar surgery. *J. Craniofac. Surg.* 2010;21:784–786.
5. Yilmaz S., Adisen M.Z., Misirlioglu M., Yorubulut S. Assessment of third molar impaction pattern and associated clinical symptoms in a Central Anatolian Turkish population. *Med Princ Pract.* 2016;25:169–175.
6. Dhanrajani P., Smith M. Lower third molars. *Natl J Maxillofac Surg.* 2014;5:245–246
7. Ventä I., Vehkalahti M.M., Huuomonen S., Suominen A.L. Prevalence of third molars determined by panoramic radiographs in a population-based survey of adult Finns. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2020;48:208–214.
8. Alfadil L., Almajed E. Prevalence of impacted third molars and the reason for extraction in Saudi Arabia. *Saudi Dent J.* 2020;32:262–268.
9. Yıldırım H., Büyükgöze-Dindar M. Investigation of the prevalence of impacted third molars and the effects of eruption level and angulation on caries development by panoramic radiographs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2022;27 (2): e106–112.
10. Kumar Pillai A., Thomas S., Paul G., Singh S.K., Moghe S. Incidence of impacted third molars: A radiographic study in People’s Hospital, Bhopal, India. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2014;4:76–81.
11. Obiechina A.E., Arotiba J.T., Fasola A.O. Third molar impaction: evaluation of the symptoms and pattern of impaction of mandibular third molar teeth in Nigerians. *Odontostomatol Trop.* 2001;24:22–25.
12. Quek S.L., Tay C.K., Tay K.H., Toh S.L., Lim K.C. Pattern of third molar impaction in a Singapore Chinese population: a retrospective radiographic survey. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2003;32:548–552.
13. Hassan A.H. Pattern of third molar impaction in a Saudi population. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2010;2:109–13.
14. Худорошков Ю.Г., Ишмурзин П.В. Оклюзионные предикторы нарушений артикуляции нижней челюсти при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. *Ин-т стоматологии.* 2015;(2):70–71
15. Koca C.G. Effects of bruxism on temporomandibular joint internal derangement in patients with unilateral temporomandibular joint pain: The role of magnetic resonance imaging diagnostics / C.G. Koca, B. Yildirim, E. Bilgir // *Cranio.* — 2021. — № 25. — P. 1–9.
16. Рыбалов О.В., Яценко П.И., Яценко О.И., Иваницкая Е.С. Миофасциальная симптоматика у больных мышечносуставной компрессионно-дислокационной дисфункцией височнонижнечелюстного сустава. *Мир медицины и биологии.* 2016;2(56):77–80
17. Gil-Martinez A., Paris-Aleman A., Lopez-de-Uralde-Villanueva I., La Touche R. Management of pain in patients with temporomandibular disorder (TMD): challenges and solutions. *J Pain Res.* 2018;11:571–587.
18. Karibe H., Goddard G., Okubo M. Comparison of masticatory muscle myofascial pain in patients with and without a chief complaint of headache. *Cranio.* 2014;32(1):57–62.
19. de Barros Pascoal A.L., de Freitas R.F.C., da Silva L.F. Effectiveness of Counseling on Chronic Pain Management in Patients with Temporomandibular Disorders. *J Oral Facial Pain Headache.* 2020;34(1):77–82.
20. Silin A.V., Sinitsina T.M., Semeleva E.I. Particulars of the lateral pterygoid muscles morphology in patients with temporo-mandibular disorder on MRI. *Institut stomatologii.* 2015;2:44–46.
21. Hunter A., Kalathingal S. Diagnostic imaging for temporomandibular disorders and orofacial pain. *Dent. Clin. N. Am.* 2013;57:405–418.
22. Игнатьева Л.А., Хамитова Н.Х. Влияние миофункциональных нарушений челюстно-лицевой области на формирование патологии окклюзии у детей. *Казанский медицинский журнал.* 2019;100(3):422–425
23. Nguyen M.S., Saag M., Voog-Oras Ü. et al. Temporomandibular Disorder Signs, Occlusal Support, and Craniofacial Structure Changes Among the Elderly Vietnamese. *J. Maxillofac. Oral Surg.* 2018;17(3):362–371.
24. Emodi Perelman A., Eli I., Rubin P.F. et al. Occupation as a potential contributing factor for temporomandibular disorders, bruxism, and cervical muscle pain: a controlled comparative study. *European Journal of Oral Sciences.* 2015;123(5):356–361.
25. Hadizadeh M, Rahimi A, Javaherian M, Velayati M, Dommerholt J. The efficacy of intramuscular electrical stimulation in the management of patients with myofascial pain syndrome: a systematic review. *Chiropr Man Therap.* 2021 Sep 27;29(1):40. doi: 10.1186/s12998-021-00396-z. PMID: 34579747; PMCID: PMC8477566.
26. Ализде Д.К. Дисфункция височно нижнечелюстного сустава и боль. *Евразийский Журнал Клинических Наук.* 2021;3(1):1–4

27. Lee Y.H., Lee K.M., Auh Q.S., Hong J.P. Sex-related differences in symptoms of temporomandibular disorders and structural changes in the lateral pterygoid muscle after whiplash injury. *J. Oral Rehabil.* 2019;46(12):1107–1120.
28. Behrangrad S., Kamali F. Comparison of ischemic compression and lumbopelvic manipulation as trigger point therapy for patellofemoral pain syndrome in young adults: A double-blind randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(3):554–564.
29. Hsieh Y.L., Yang C.C., Yang N.P. Ultra-Low Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain Modulation in a Rat Model with Myogenous Temporomandibular Dysfunction. *Int J Mol Sci.* 2021;22(18):9906.

© Ховайко Виталий Александрович ( vitality\_95@bk.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Тверь

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭРАДИКАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОПУТСТВУЮЩЕЙ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ АНТИХЕЛИКОБАКТЕРНОЙ ТЕРАПИИ

## COMPARATIVE EVALUATION OF THE CONCOMITANT FOUR-COMPONENT ANTIHELICOBACTER THERAPY ERADICATION EFFECTIVENESS

**S. Chernukha  
I. Viltaniuk**

*Summary.* To study the eradication effectiveness of one-week four-component concomitant therapy without colloidal bismuth, depending on the choice of a proton pump inhibitor — esomeprazole or pantoprazole, the results of treatment of 132 patients with newly diagnosed *H. pylori* infection aged 21 to 59 years with verified peptic ulcers (and chronic gastritis) were analyzed. The main group included 68 patients, who received 7-day four-component concomitant therapy without colloidal bismuth: esomeprazole 40 mg twice a day, amoxicillin 1 g twice a day, metronidazole 500 mg twice a day, and clarithromycin 500 mg twice a day for 7 days, and in the control group, 64 patients received a similar antimicrobial regimen, but pantoprazole 40 mg twice a day was prescribed as acid suppression. The eradication effectiveness of the four-component concomitant one-week regimen in the main group, including esomeprazole, amoxicillin, clarithromycin and metronidazole was 91.2%, which is unreliably higher ( $p>0.05$ ) than the results obtained during the treatment with the eradication regimen in the control group using pantoprazole (82.8%). Concomitant four-component, one-week, non-bismuth therapy allows for a high percentage of eradication as a first-line regimen, both due to a combination of antimicrobial drugs and due to the effective suppression of gastric acidity of esomeprazole, as well as avoiding a large number of side effects.

*Keywords:* *Helicobacter pylori*, esomeprazole, pantoprazole, antihelicobacter therapy, eradication.

**Чернуха Сергей Николаевич**

К.м.н., Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь  
Chernik1975@list.ru

**Вильцаниук Ирина Александровна;**

К.м.н., доцент, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь  
irav1975@list.ru

*Аннотация.* Для изучения эрадикационной эффективности однонедельной четырехкомпонентной сопутствующей терапии без коллоидного висмута в зависимости от выбора ингибитора протонной помпы — эзомепразола или пантопразола были проанализированы результаты лечения 132 пациентов, с впервые выявленной инфекцией *H. pylori*, в возрасте от 21 до 59 лет с верифицированными в амбулаторных условиях пептическими язвами (и хроническими гастритами). В основную группу вошли 68 пациентов, которые получали 7-дневную четырехкомпонентную сопутствующую терапию без коллоидного висмута: эзомепразол 40 мг два раза в день, амоксициллин 1 г два раза в день, метронидазол 500 мг два раза в день, и кларитромицин 500 мг два раза в день в течение 7 дней, а в контрольную группу 64 пациента получавших аналогичную антимикробную схему, но в качестве кислотосупрессии был назначен пантопразол 40 мг два раза в день. Эрадикационная эффективность четырехкомпонентной сопутствующей однонедельной безвисмутовой схемы в основной группе, включающей эзомепразол, амоксициллин, кларитромицин и метронидазол составила 91,2%, что недостоверно превышает ( $p>0,05$ ) показатель, полученный при лечении эрадикационной схемой в контрольной группе с использованием пантопразола (82,8%). Сопутствующая четырехкомпонентная однонедельная безвисмутотерапия позволяет обеспечить высокий процент эрадикации в качестве схемы первой линии как за счет комбинации антимикробных препаратов, так и за счет эффективного подавления желудочной кислотности эзомепразолом, а также избежать большого количества побочных эффектов.

*Ключевые слова:* *Helicobacter pylori*, эзомепразол, пантопразол, антихеликобактерная терапия, эрадикация.

## Введение

**И**нфекция *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) является важной проблемой общественного здравоохранения во всем мире в связи с широкой распространенностью от 45,2 до 84,2% [1,5]. У инфицированных пациентов могут развиваться хронические неатрофиче-

ские и атрофические гастриты, кишечная метаплазия, дисплазия, язвенная болезнь и злокачественных заболеваний желудка, приводя к утрате трудоспособности и инвалидизации лиц трудоспособного возраста [2, 3]. Следовательно, успешная эрадикация *H. pylori* снижает частоту рецидивов пептической язвы, а также предотвращает возникновение и развитие рака желудка [4, 6].

В современные рекомендации и консенсусы по лечению *H. pylori* входит четырехкомпонентная терапия, не содержащая препараты коллоидного висмута (стандартный ингибитор протонной помпы (ИПП), амоксициллин 1 г два раза в день, метронидазол 500 мг два раза в день и кларитромицин 500 мг два раза в день) в качестве схемы первой линии.

Вне зависимости от фармакодинамики, любой ИПП, входящий в схемы антихеликобактерной терапии (АХТ), назначают пациентам два раза в день, поскольку это существенно влияет на уровень эрадикации и не противоречит протоколам обязательного медицинского страхования. Однако, вопрос о том, как влияют различные ИПП на результат эрадикации *H. pylori* в четырехкомпонентной схеме, по-прежнему открыт и является серьезной проблемой для врачей и пациентов при выборе кислотосупрессивной терапии в схемах АХТ. Наше исследование было проведено для сравнения показателей эрадикации и побочных эффектов 7-дневной четырехкомпонентной сопутствующей антихеликобактерной терапии без висмута на основе эзомепразола или пантопразола для эрадикационной терапии первой линии.

### Цель исследования

Изучить эрадикационную эффективность однедельной четырехкомпонентной сопутствующей терапии без коллоидного висмута в зависимости от выбора ингибитора протонной помпы — эзомепразола или пантопразола.

### Материалы и методы исследования

Были проанализированы результаты в общей сложности 132 пациентов, с впервые выявленной инфекцией *H. pylori*, в возрасте от 21 до 59 лет, которые обследовались и лечились в амбулаторных условиях. Все пациенты имели диспепсические жалобы и прошли эндоскопическое исследование верхних отделов пищеварительного тракта, которое выявило пептические язвы (ПЯ) или хронические гастриты (ХГ). Инфекцию *H. pylori* диагностировали с помощью гистологической оценки образцов биопсии слизистой оболочки желудка и урезанного экспресс-теста, а также проводили определение всего спектра иммуноглобулинов к *H. pylori*. Все пациенты получали 7-дневную четырехкомпонентную терапию без коллоидного висмута: эзомепразол, 40 мг два раза в день, амоксициллин, 1 г два раза в день, метронидазол, 500 мг два раза в день, и кларитромицин, 500 мг два раза в день в течение 7 дней (основная группа,  $n = 68$ ) или пантопразол, 40 мг два раза в день, амоксициллин, 1 г два раза в день, метронидазол, 500 мг два раза в день и кларитромицин, 500 мг два раза в день (контрольная группа,  $n = 64$ ). Выбор пантопразола был обусловлен тем, что он не вы-

зывает межлекарственных взаимодействий при одновременном введении с целым рядом препаратов (в том числе и кларитромицином), которые метаболизируются с участием CYP2C19 и CYP3A4. Поэтому при необходимости сочетанного применения ИПП и этих медикаментов он рассматривается как препарат выбора. Пациентам с пептическими язвами назначали ИПП или средства для защиты слизистой оболочки на 4–6 недель после 7-дневной квадротерапии, не содержащей коллоидный висмут. Однако, у некоторых пациентов прием ИПП продлевался в течение 8 недель, если симптомы диспепсии полностью не исчезали. При наличии пептических язв проводилось контрольное эндоскопическое обследование с целью оценки динамики заживления язвенного дефекта, у пациентов с хроническими атрофическими и неатрофическими гастритами эндоскопическое исследование не проводилось. Контроль эрадикации проводился не ранее чем через 4 недели после окончания антихеликобактерной терапии и не ранее чем через 2 недели после окончания приема ИПП при помощи теста на определение антигена *H. pylori* в кале (stool-test). Пациенты с проведенной эрадикацией *H. pylori* в анамнезе, приемом антибиотиков в течение 3 месяцев до эндоскопии, аллергией на компоненты антихеликобактерной терапии, злокачественными новообразованиями желудка, прервавшими прием препаратов или не проконтролировавшие эрадикацию, были исключены из исследования.

Оценка ответа на лечение проводилась в течение всего периода исследования — контролировали соблюдение режима лечения, выявляли нежелательные явления, также тестировали на наличие *H. pylori* с помощью стул-теста после полного выполнения протокола лечения. Основной целью и результатом этого исследования была оценка частоты эрадикации в двух группах сравнения. Неэффективность эрадикационной терапии была подтверждена положительным результатом стул-теста, проведенного после лечения. Выбор однедельной схемы базировался на данных, согласно которым плохая комплаентность при приеме такой терапии в течение 10–14 дней заключалась в том, что 80% всех лекарств не были доведены до конца из-за побочных эффектов [8,9]. В нашем исследовании причинами прерывания терапии также были не соблюдение режима лечения и побочные эффекты. Из статистического анализа были исключены пациенты, которым не удалось провести полное наблюдение или они не следовали протоколу, а также с неизвестным статусом *H. pylori* после терапии. Кроме того, детально оценивались и сравнивались нежелательные явления (боль в животе, запор, диарея, головокружение, головная боль, тошнота/рвота и кожная сыпь).

Статистическую обработку материала (расчет относительных величин, их погрешностей,  $t$ -теста) проводили с использованием программ описательной статисти-

Таблица 1. Результаты эрадикации в контрольной группе больных

Нозология	Удачная эрадикация		Неудачная эрадикация		Не контролировали	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
ПЯ	19	76	5	20	1	4
ХГ	34	87,1	4	10,3	1	2,6
Всего	53	82,8	9	14,1	2	3,1

Таблица 2. Результаты эрадикации в основной группе больных

Нозология	Удачная эрадикация		Неудачная эрадикация		Не контролировали	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
ПЯ	30	91,0	2	6,0	1	3,0
ХГ	32	91,4	1	2,9	2	5,7
Всего	62	91,2	3	4,4	3	4,4

ки Microsoft Excel при помощи лицензионных пакетов статистического анализа Statistica 10.

### Результаты исследования и их обсуждение

Обе группы сравнения были однородны по полу и возрасту. Пациенты контрольной группы, которые лечились антихеликобактерной схемой, включавшей кларитромицин, амоксициллин, метронидазол и пантопразол отмечали существенное снижение ряда субъективных жалоб в процессе лечения. Применение препарата из группы ингибиторов протонной помпы в комплексе с тремя антимикробными препаратами привело к исчезновению диспепсических жалоб и боли в эпигастральной области в 93,8% случаев у пациентов контрольной группы. Жалобы исчезли в среднем через  $3,89 \pm 0,28$  суток от начала лечения. Побочные эффекты антихеликобактерной терапии у пациентов контрольной группы возникали во время лечения в 18,75% (12 чел.) случаев. Они характеризовались развитием ряда таких проявлений как: тошнота, снижение аппетита, диарея или запоры, метеоризм, боль в животе спастического характера. У 2-х человек аллергическая реакция в виде кожной сыпи (у одного больного — на 6-е, а у второго — на 7-е сутки). Побочное действие препаратов, входивших в антихеликобактерную схему контрольной группы были зафиксированы в среднем на  $3,5 \pm 0,5$  сутки от начала лечения. В контрольной группе результаты лечения оценили у 62 (96,9%) из 64 человек. В сроки контроля эрадикации наблюдалась полная клинико-эндоскопическая ремиссия, отсутствовали жалобы, эрозивно — язвенные дефекты и гиперемия слизистой оболочки желудка. Эрадикационная эффективность однонедельной сопутствующей безвисмутовой антихеликобактерной схемы, включавшей кларитромицин, амоксициллин, метронидазол и пантопразол, представлена в таблице 1.

Назначение четырехкомпонентной антихеликобактерной схемы с использованием пантопразола было признано удачным у 53 человек, что составляло подавляющее большинство от количества пациентов контрольной группы. Полученные данные свидетельствуют о том, что однонедельная антихеликобактерная схема с кларитромицином, амоксициллином, метронидазолом и пантопразолом имеет эрадикационную эффективность, которая составляет 82,8%.

В основной группе на фоне антихеликобактерной терапии с использованием эзомепразола заметно снизился ряд субъективных данных. На вторые сутки после назначения схемы у всех больных исчезла диспепсия. Полное исчезновение жалоб на эпигастральную боль отмечалось у пациентов в среднем через  $2,57 \pm 0,25$  суток от начала лечения.

Количество пациентов с побочными эффектами, возникшими в результате назначенного лечения, составляла 5 человек (7,35%). Структура побочного действия компонентов антихеликобактерной терапии в контрольной группе состояла из: диареи, запоров, метеоризма, болей в животе спастического характера. Эти явления наблюдались в среднем на  $4,8 \pm 0,42$  сутки, были умеренными и не требовали отмены антихеликобактерной терапии.

В сроки контроля лечения как у пациентов с пептическими язвами значительных макроскопических признаков воспалительного и язвенно-эрозивного процесса слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки обнаружено не было.

Среди 68 человек основной группы эрадикационную эффективность использованной нами схемы удалось проконтролировать у 65 пациентов (95,6%). Лица, которым хеликобактерный статус оценить не удалось,

расценивались как такие, у которых эрадикация не состоялась.

Количество больных с удачным и неудачным лечением в зависимости от нозологии иллюстрирует таблица 2.

Как видно из представленных данных, после проведенной антихеликобактерной терапии у 3 (4,4%) пациентов осталась персистенция *Нр* при отсутствии клинико — эндоскопических признаков заболевания. У 62 человек было констатировано отсутствие микробного агента. Таким образом, эрадикационная эффективность четырехкомпонентной однонедельной сопутствующей безвисмутовой схемы, включающей эзомепразол, амоксициллин, кларитромицин и метронидазол составила 91,2%, что достоверно не превышает ( $p > 0,05$ ) показатель, полученный при лечении эрадикационной схемой в контрольной группе.

Согласно Маастрихтскому консенсусу V, сопутствующая терапия в течение 7–14 дней была рекомендована в качестве одного из методов терапии первой линии для эрадикации *H. pylori*. Преимущества удобства и простота применения одноэтапной комбинированной схемы вместо двухэтапной последовательной и гибридной терапии не вызывают сомнения [10,7]. Чаще сравнивались различия между ИПП при проведении тройной эрадикационной терапии *H. pylori*, но результаты были спорными даже после нескольких десятилетий накопленного научного и практического опыта [11,12]. Большинство исследований были основаны именно на сравнении стандартной тройной терапии и больше зависели от резистентности штаммов, чем от особенностей кислотосупрессивной эффективности препаратов. Согласно существующим данным, скорость эрадикации *H. pylori* эзомепразолом была лучше, чем у других ИПП при стандартной тройной терапии [13,14,15]. Этот результат часто объясняют выраженным эффектом эзомепразола на контроль уровня рН желудка и CYP2C19, влияющим на метаболизм ИПП. Тем не менее, практически не существует исследований, сравнивающих показатели эрадикации между различными видами ИПП при сопутствующей квадротерапии без висмута для лечения *H. pylori* первой линии. В проведенном нами исследовании показатели эрадикации между схемами четырехкомпонентной терапии для лечения *H. pylori* первой линии, не содержащих висмут, с эзомепразолом и пантопразолом достоверно не отличались. Однако, процент успешных случаев излечения от *H. pylori* был не сколько выше в группе пациентов, принимавших в качестве антисекреторного препарата эзомепразол.

В литературе сообщается о гетерогенных результатах прямых сравнений между эзомепразолом и другими ИПП. Wilder-Smith et al. сообщили о более эффективном и длительном подавлении кислотности эзомепразолом

по сравнению с лансопразолом в стандартной дозе и по сравнению с другими ИПП [16]. Последнее может объяснить, почему сопутствующая терапия на основе эзомепразола была несколько эффективнее по сравнению с сопутствующей терапией на основе пантопразола в текущем исследовании. Кроме того, всегда необходимо учитывать этническую группу к которой относится пациент, так как известно, что уровень быстрых метаболитов CYP2C19 оказался выше в Европе и Северной Америке (56–81%) по сравнению с азиатским населением (27–38%) [17,18].

Низкоэффективные ИПП, такие как омепразол или лансопразол, могут быть достаточно эффективны для подавления кислотности в азиатской этнической группе, чего не скажешь о европеоидной группе. Кроме того, метронидазол относительно стабилен в желудочном соке с низким рН по сравнению с кларитромицином. Дополнительный метронидазол в четырехкомпонентной терапии по сравнению с тройной терапией может преодолеть влияние более низкой кислотосупрессии на эрадикационную эффективность за счет снижения риска резистентности. Так, Chen и соавт. не сообщили об отсутствии различий между эзомепразолом (20 мг два раза в день) и лансопразолом (30 мг два раза в день) в частоте эрадикации *H. pylori* при 14-дневном четырехкратном лечении висмутом и фуразолидоном [19], другие исследования не показывают значимой разницы в эффективности при сравнении с омепразолом среди пациентов, получающих четырехкомпонентную терапию [20].

Самым простым способом повышения эффективности лечения является продление курса эрадикационной терапии. Однако, попытка увеличить эффективность терапии посредством продления курса до 10–14 дней не дает большой результативности. В настоящее время, по данным некоторых метаанализов, этот шаг обеспечивает не более 3–5% преимущества при потенциально неблагоприятных фармакоэкономических показателях (увеличение стоимости курса лечения). Помимо этого, продление курса лечения способствует росту частоты побочных эффектов, ухудшает комплаенс и значительно повышает вероятность досрочного завершения пациентом протокола лечения.

Одним из перспективных направлений преодоления резистентности *H. pylori* к кларитромицину является использование при эрадикационной терапии адекватной желудочной кислотосупрессии. Установлено, что эрадикация оказывается эффективной, независимо от чувствительности *H. pylori* к кларитромицину, если внутрижелудочный рН 6,0 фиксируется на протяжении, как минимум, 18–20 ч в сутки. На успешность эрадикации *H. pylori* влияет внутренняя среда желудка. Так, повышение рН выше 6 дает бактериям возможность перейти

в репликативное состояние, когда они становятся чувствительными к амоксициллину и кларитромицину. При таких же значениях pH отмечается наибольшая устойчивость (максимальный период полураспада) амоксициллина и кларитромицина, а эрадикация Hp отмечается практически обязательно, независимо от наличия резистентности к антибактериальным препаратам.

## Выводы

Таким образом, эрадикационная эффективность четырехкомпонентной сопутствующей однонедельной безвисмутовой схемы, включающей эзомепразол, амок-

сциллин, кларитромицин и метронидазол составила 91,2%, что недостоверно превышает ( $p > 0,05$ ) показатель, полученный при лечении эрадикационной схемой в контрольной группе с использованием пантопразола. Однонедельный прием препаратов значительно усиливает комплаенс и позволяет избежать большого количества нежелательных явлений и побочных эффектов, в результате которых, пациент вынужден прервать лечение. Сопутствующая четырехкомпонентная терапия позволяет обеспечить высокий процент эрадикации как за счет комбинации антимикробных препаратов, так и за счет эффективности подавления кислотности эзомепразол в качестве терапии первой линии.

## ЛИТЕРАТУРА

- Mentis A, Lehours P, Mégraud F. Epidemiology and diagnosis of *Helicobacter pylori* infection. *Helicobacter*. 2015;20:1–7.
- Correa P, Piazuelo MB. The gastric precancerous cascade. *J Dig Dis*. 2012;13:2–9.
- Watari J, Chen N, Amenta PS, et al. *Helicobacter pylori* associated chronic gastritis, clinical syndromes, precancerous lesions, and pathogenesis of gastric cancer development. *World J Gastroenterol*. 2014;20:5461–5473.
- Malfertheiner P, Megraud F, O'Morain CA, et al. Management of *Helicobacter pylori* infection — the Maastricht V/Florence consensus report. *Gut*. 2017;66:6–30.
- Lee YC, Chiang TH, Chou CK, et al. Association between *Helicobacter pylori* eradication and gastric cancer incidence: a systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology*. 2016;150:1113–1114.
- Chey WD, Leontiadis GI, Howden CW, Moss SF. ACG clinical guideline: treatment of *Helicobacter pylori* infection. *Am J Gastroenterol*. 2017;112:212–239.
- Sheu BS, Wu MS, Chiu CT, et al. Consensus on the clinical management, screening-to-treat, and surveillance of *Helicobacter pylori* infection to improve gastric cancer control on a nationwide scale. *Helicobacter*. 2017;22: e12368.
- Mori H, Suzuki H. Role of acid suppression in acid-related diseases: proton pump inhibitor and potassium-competitive acid blocker. *J Neurogastroenterol Motil*. 2019;25:6–14.
- Abadi ATB, Ierardi E. Vonoprazan and *Helicobacter pylori* treatment: a lesson from Japan or a limited geographic phenomenon? *Front Pharmacol*. 2019;10:316.
- Chuah SK, Liang CM, Lee CH, et al. A randomized control trial comparing 2 levofloxacin-containing second-line therapies for *Helicobacter pylori* eradication. *Medicine*. 2016;95: e3586.
- Yao CC, Kuo CM, Hsu CN, et al. First-line *Helicobacter pylori* eradication rates are significantly lower in patients with than those without type 2 diabetes mellitus. *Infect Drug Resist*. 2019;12:1425–1431.
- Tai WC, Liang CM, Lee CH, et al. Seven-day nonbismuth containing quadruple therapy could achieve a grade “A” success rate for first-line *Helicobacter pylori* eradication. *Biomed Res Int*. 2015;2015:623732.
- Tai WC, Liang CM, Kuo CM, et al. 14-day esomeprazole-and amoxicillin-containing high dose dual therapy achieves high eradication rate in the first line anti-*Helicobacter pylori* treatment in Taiwan: a Prospective Randomized Trial. *J Antimicrob Chemother*. 2019;74:1718–1724.
- Tsay FW, Wu DC, Yu HC, et al. A randomized controlled trial shows that both 14- day hybrid and bismuth quadruple therapies cure most patients with *Helicobacter pylori* infection in populations with moderate antibiotic resistance. *Antimicrob Agents Chemother*. 2017;61.
- McNicholl A, Linares P, Nyssen O, Calvet X, Gisbert J. Meta-analysis: esomeprazole or rabeprazole vs. first-generation pump inhibitors in the treatment of *Helicobacter pylori* infection. *Aliment Pharmacol Ther*. 2012;36:414–425.
- Wilder-Smith C, Lind T, Lundin C, Naucleer E, Nilsson-Pieschl C, Röhss K. Acid control with esomeprazole and lansoprazole: a comparative dose–response study. *Scand J Gastroenterol*. 2007;42:157–164.
- Graham DY, Lu H, Dore MP. Relative potency of proton-pump inhibitors, *Helicobacter pylori* therapy cure rates, and meaning of double-dose PPI. *Helicobacter*. 2019;24: e12554.
- Sahara S, Sugimoto M, Uotani T, et al. Twice-daily dosing of esomeprazole effectively inhibits acid secretion in CYP2C19 rapid metabolisers compared with twice-daily omeprazole, rabeprazole or lansoprazole. *Aliment Pharmacol Ther*. 2013;38:1129–1137.
- Chen L, He J, Wang L, et al. Efficacies of different proton pump inhibitor-based 14- day bismuth–furazolidone quadruple regimens for the initial eradication of *Helicobacter pylori* in the southeast coastal region of China: an open-label, randomized clinical trial. *Clin Exp Med*. 2018;18:569–576.
- Graham DY, Lee YC, Wu MS. Rational *Helicobacter pylori* therapy: evidence-based medicine rather than medicine-based evidence. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2014;12(177–186): e3.



## ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИЧ-АССОЦИИРОВАННОГО ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ

### ETIOPATHOGENETIC AND PATHOMORPHOLOGICAL FEATURES OF HIV-ASSOCIATED PULMONARY TUBERCULOSIS

**M. Yusupaliyeva  
A. Aukhadieva  
R. Almasud  
A. Bazaluk**

*Summary.* Tuberculosis occupies a leading position among secondary infections in the structure of mortality in patients with HIV. At the same time, insufficient knowledge of the mechanisms of synergistic influence, as well as significant difficulties in morphological diagnosis in the combination of such diseases, due to the atypical course of tuberculosis against the background of immunosuppression, leads to a worse prognosis and a decrease in the likelihood of a successful outcome of treatment. This review characterizes and describes the pathogenetic mechanisms and clinical and morphological forms of tuberculosis that underlie the concomitant infections of HIV and tuberculosis, which makes it possible to identify new patterns during the co-infection process, and will allow the use of the data obtained in the diagnosis and treatment of dual pathology.

*Keywords:* HIV, tuberculosis, co-infection, pathomorphology, pathogenesis.

**Юсупалиева Муяссар Мансуровна**

*Д.м.н., профессор, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»  
1717pul@gmail.com*

**Аухадиева Алла Владимировна**

*ГБУЗ Республики Крым «Крымский республиканский клинический центр фтизиатрии и пульмонологии»;  
Медицинская академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»  
Auchadiev@mail.ru  
Алмасуд Рами*

*Медицинская академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»  
rati.ruslan12@mail.ru*

**Базалук Андрей Викторович**

*Медицинская академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»  
dycha960@gmail.com*

*Аннотация.* Туберкулез занимает лидирующее положение среди вторичных инфекций в структуре смертности пациентов с ВИЧ. При этом недостаточное изученность механизмов синергичного влияния, а также значительные трудности морфологической диагностики при сочетании таких заболеваний, ввиду нетипичного течения туберкулеза на фоне иммуносупрессии, приводит к ухудшению прогноза и уменьшению вероятности успешного исхода лечения. В данном обзоре охарактеризованы и описаны патогенетические механизмы и клиничко-морфологические формы туберкулеза, лежащих в основе сопутствующих инфекций ВИЧ и туберкулеза, что позволяет выявить новые закономерности в течении ко-инфекционного процесса, а также позволит использовать полученные данные в диагностике и тактике лечения двойной патологии.

*Ключевые слова:* ВИЧ, туберкулез, ко-инфекция, патоморфология, патогенез.

**К**о-инфекция ВИЧ/туберкулез, является серьезной проблемой глобального здравоохранения, поскольку иммунная система у больных ВИЧ постепенно утрачивает способность сдерживать распространение микобактерии туберкулеза в организме, что ухудшает прогноз и вероятность успешного исхода лечения. ВИЧ является наиболее важным фактором риска для развития активных форм туберкулеза. Вирус способен увеличивать восприимчивость к первичной инфек-

ции или реинфекции, а также риск реактивации туберкулеза у пациентов с латентным туберкулезом.

Сложившаяся эпидемическая ситуация с ВИЧ-инфекцией в ряде стран, в том числе в России, характеризующаяся прогрессивным ростом числа случаев заболевания, повлекла за собой другую проблему — эпидемию ко-инфекции ВИЧ/Туберкулез. По различным данным, в последние годы в России отмечается увеличение чис-

ла больных ВИЧ-инфекцией в сочетании с туберкулезом (ВИЧ/Туберкулез). Если в РФ в 2001 г. больных ВИЧ/Туберкулез было зарегистрировано 55 человек, то в 2009 г. — 7619, в 2018 г. — 16 069, т.е. число возросло более чем в 270 раз [1, 2]. Так, в 2018 г. умерло от туберкулеза 8617 человек, в т.ч. среди постоянного населения — 7072 человека (82,1%). Кроме того, среди постоянного населения умерло 7857 пациентов с ВИЧ/Туберкулез. В 2018 г. умерли от всех причин 20 593 пациента из числа состоявших на противотуберкулезном учете. Из них были инфицированы ВИЧ 8022 пациента (39% от умерших от всех причин). [3].

Кроме того, при исследовании ко-инфекции ВИЧ/туберкулез наблюдаются различные клинико-анатомические формы туберкулеза с морфологией первичного, вторичного и гематогенного туберкулеза с полиморфизмом гранулем, изменением клеточного состава и зон казеозного некроза. Это зависит от медико-социальных параметров больных, таких как уровень иммуносупрессии, наличия антиретровирусной или противотуберкулезной терапии в анамнезе [4].

Для выявления лучших подходов к преодолению глобального бремени болезней, вызванных этими патогенами, необходимо полное понимание механизмов, лежащих в основе сопутствующих инфекций ВИЧ и туберкулеза. В ходе обзора и анализа отечественных, а также зарубежных источников информации по данной проблематике, включенных в наукометрические базы РИНЦ, Scopus, Web of Science, были определены возможные механизмы, лежащие в основе патогенеза и патоморфологии данной ко-инфекции. К таким патогенетическим механизмам, относят:

**Механизм 1:** способность ВИЧ манипулировать функцией макрофагов способствует внутриклеточной персистенции *Mycobacterium Tuberculosis*.

Альвеолярные макрофаги, по-видимому, являются первой группой клеток, инфицированных *Mycobacterium Tuberculosis*, и первичными иммунными клетками дыхательных путей. Они могут служить резервуаром как для ВИЧ, так и для *Mycobacterium Tuberculosis*. После проникновения *Mycobacterium Tuberculosis* в паренхиму, моноциты мигрируют в легкие и дифференцируются в различные типы макрофагов в гранулемах. Все эти типы макрофагов могут быть восприимчивы к ВИЧ-инфекции, а также к инфекции *Mycobacterium Tuberculosis*. Фенотипирование ВИЧ-оболочки позволяет предположить, что ВИЧ заражает активированные (HLADR) альвеолярные макрофаги (CD14 CD36), а также лимфоциты (CD26) в плевральной жидкости [5] или дыхательных путях [6] индивидов с ко-инфекцией. Поскольку было показано, что ВИЧ инфицирует макрофаги *in vivo*, он, вероят-

но, нарушает функцию макрофагов, инфицированных *Mycobacterium Tuberculosis* [7], что приводит к дисфункции гранулемы и увеличению роста и распространения бактерий.

**Механизм 2:** ВИЧ ухудшает функцию Т-клеток, специфичных для *Mycobacterium Tuberculosis*, внутри пораженной ткани.

Т-клеточно-опосредованные реакции имеют существенное значение для защиты от болезней, вызванных как *Mycobacterium Tuberculosis*, так и ВИЧ. Т-клетки высвобождают цитокины, включая гамма — интерферон, ФНО и IL-2, а также различные цитолитические молекулы, которые важны для борьбы как с *Mycobacterium Tuberculosis*, так и с ВИЧ. ВИЧ может истощать специфичные для ВИЧ и неспецифические Т-клетки. [8, 9]

**Механизм 3:** вызванные ВИЧ сокращения периферических CD4 Т-клеток коррелируют с восприимчивостью к туберкулезу, уменьшая тем самым количество CD4 Т-клеток в тканях и гранулемах [10, 11]

**Механизм 4:** белок Nef у ВИЧ ингибирует бактериальный фагоцитоз и аутофагию.

Вспомогательный белок ВИЧ-1 Nef в макрофагах, инфицированных *Mycobacterium Tuberculosis*, снижает фагоцитарную способность макрофагов путем ингибирования опосредованной AP1 рециклизации эндосомы, которая необходима для образования новых фагосом [12]. Кроме того, данный белок ингибирует передачу сигналов митоген — активированной протеинкиназой ASK1/p38, что приводит к снижению высвобождения TNF и апоптозу, зависимому от TNF [13]. Это позволяет другим активированным макрофагам поглотить близлежащие апоптотические тела, что приводит к усилению распространения *Mycobacterium Tuberculosis* и ВИЧ.

**Механизм 5:** ВИЧ изменяет профиль цитокинов в гранулемах.

Гибридизация *in situ* и иммуногистохимия были использованы для выявления изменений экспрессии цитокинов в коинфицированных гранулемах [14]. Было установлено, что гранулемы у пациентов с ВИЧ экспрессировали больше мРНК ИФН, ФНО, ИЛ-12 и ИЛ-4, чем гранулемы у ВИЧ отрицательных. Увеличение экспрессии мРНК ФНО коррелировало с увеличением некротических гранул у пациентов с ко-инфекцией. Увеличение экспрессии мРНК цитокинов также может быть результатом большего количества клеток в гранулемах у людей с ко-инфекцией, чем у людей с ВИЧ. Если увеличение мРНК цитокинов приводит к усилению воспаления, может возникнуть чрезмерная патология или

изменения функции и структуры гранулемы, которые подавляют контроль над инфекцией *Mycobacterium Tuberculosis*. Вопреки предыдущему результату, другое исследование иммуногистохимии определило, что гранулемы от людей с ВИЧ/туберкулез выражали меньше ФНО и имели более обширный некроз, чем гранулемы от людей с одним только туберкулезом [15]. Снижение экспрессии ФНО может быть связано с функциональным нарушением или уменьшением количества Т-клеток и инфицированных макрофагов в гранулемах.

**Механизм 6:** активный туберкулез увеличивает репликацию и размножение ВИЧ-1 через врожденные пути иммунной сигнализации, провоспалительные цитокины.

Врожденные пути иммунного взаимодействия в макрофагах могут способствовать увеличению транскрипции ВИЧ-1 через активацию факторов транскрипции ядерного фактора —  $\kappa\text{B}$  (NF- $\kappa\text{B}$ ), белка, связывающего ССААТ/С/ЕВР, CREB/ATF и ядерного фактора активированных Т-клеток (NFAT). Ответ клеток-хозяев на врожденную иммунную активацию *Mycobacterium Tuberculosis* приводит к продукции ряда провоспалительных цитокинов и хемокинов (ИЛ1-БЕТА, ФНО, ССs), которые в свою очередь приводят к активации тканевых Т-клеток, инфицированных ВИЧ, что и активации репликации ВИЧ с последующим распространением [16].

Все перечисленные механизмы указывают на ускоренное развитие ко-инфекции, и последующее прогрессирование заболевания, в результате изменения иммунофенотипа гранулем и общей иммуносупрессией. Это способствует высокой последующей наклонности к гематогенной и лимфо-гематогенной генерализации, отсутствию черт специфичности воспалительных изменений и признаков волнообразности течения процесса, характерного для туберкулеза.

Что касаясь патологической анатомии, то на начальной стадии она не имеет особенностей, а на поздних стадиях — структура форм туберкулеза и клинико-морфологические проявления кардинально изменяются. В зависимости от уровня степени иммуносупрессии у больных отмечается превалирование той или иной фазы воспалительной тканевой реакции:

- ◆ При количестве CD4+лимфоцитов  $\geq 350$  клеток/мкл, сохраняется присутствие гранулематозного воспаления, наблюдается отсутствие существенных отличий структурных изменений от морфологической картины туберкулеза без ВИЧ-инфекции. [17]
- ◆ При количестве CD4+лимфоцитов 200–350 клеток/мкл, отмечается стертость гранулематозного воспаления; возникают очаги некроза. [18] Макроскопически выявляются инкапсулированные

источники казеозного некроза и фиброза легочной ткани, втянутые рубцы с утолщенной плеврой. Диссеминация некроза в легочной ткани в большей мере средне и крупноочаговая, с выраженным слиянием очагов в обширные поля казеоза.

- ◆ При количестве CD4+ в диапазоне от 100 до 200 клеток/мкл преобладают всевозможные типы клеточно-тканевых реакций с развитием воспалительного ответа и волнообразном протеканием туберкулезной инфекции с преобладанием реакций экссудативно-продуктивного типа вследствие нарушенного иммунного ответа. [19]
- ◆ При количестве CD4+ лимфоцитов меньше 100 клеток/мкл превалирует альтеративно-некротический тип воспалительной реакции. [19]

Теоретическое подтверждение содержания лимфоцитов, их участия в дифференциации клеток в туберкулезных очагах и выраженность продуктивных реакций, возможно, связано с полной иммунной анергией и дисбалансом среди Th1 и Th2 лимфоцитами, которые не готовы активировать клетки моноцитарного ряда в источнике воспаления, и обеспечить необходимую продуктивную тканевую реакцию с формированием гранулем и фиброза. Это рассматривается как смена реакции гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ) на реакцию гиперчувствительности немедленного типа с потерей биологического значения ГЗТ [20], что, с свою очередь, связано с резко проявленной иммуносупрессией и лимфогематогенной диссеминацией МБТ по типу туберкулезного сепсиса Ландузи, морфологии первичного прогрессирующего туберкулеза. [22]

Комплексное раздельное морфологическое исследование биопсийного материала у ВИЧ-инфицированных больных с применением широкого диапазона гисто-бактериоскопических исследований и современных способов молекулярной диагностики, а также полное понимание механизмов, лежащих в основе сопутствующих инфекций ВИЧ и туберкулеза позволяет выявить новые закономерности в течении ко-инфекционного процесса, а также позволит использовать полученные данные в диагностике и тактике лечения двойной патологии. Однако, преимущество в морфологической картине гнойно-некротических очагов и отсутствие специфических типичных клеточных реакций, обуславливают также трудность морфологической верификации туберкулеза только в условиях практического здравоохранения общей лечебной сети.

Клинические случаи Государственного Бюджетного Учреждение Республики Крым Крымский Республиканский Клинический Центр Фтизиатрии и Пульмонологии.

Таблица 1.

Дата	№	Результат исследования мокроты и др.			Результат исследования GeneXpert
		микроскопия	Культуральное исследование	Результат ТЛЧ	
25.02.2021	1282	Отрицательный	10		
24.03.2021	1941	Отрицательный	В работе		

Таблица 2

	26.02.2021	19.03.2021	23.03.2021	29.03.2021	01.04.2021
Hb	96	95	95	87	80
RBC	3,2	3,1	3,2	2,7	2,6
Цветной Показатель	0,9	0,92	0,89	0,87	0,92
PCT	275	341	414	143	118
WBC	5,0	2,8	3,7	1,3	1,0
палочкоядерные	9	5	2	7	4
сегментоядерные	83	89	96	86	75
EOS%	1	2	1	1	5
LYM%	5	6	1	6	15
MON%	2	1	1	1	1
ESR	54	70	70	62	72

Таблица 3

	26.02.21	19.03.21	22.03.21	29.03.21	01.04.21
Общий билирубин	6,2	16,9	24,3	50,6	34,1
Прямой билирубин	0,6	9,7	24,3	35,1	20,9
АСТ	35	58	70	62	49
АЛТ	24	59	43	35	45
Мочевая кислота	4,2	9,0	16,7	14,7	7,6
Креатинин	54	175	200	157	150
Общий белок	59,29	73,53	24,3	62,63	57,49

**Клинический случай № 1**  
Посмертный эпикриз

Находится на стационарном лечении в отделении:  
с 25.02.2021 по 04.04.2021 г. к/д

**История настоящего заболевания (сведения о начале, развитии, течении, данные о проведенном обследовании и лечении):** Туберкулезом ранее не болел, контакт отрицает. Заболел остро в декабре 2020 года, когда появились боли в прямой кишке, общая слабость, повысилась температура до 38,0. При обследовании по месту жительства обнаружены очагово-инfiltrативные изменения в легких. Онкологом направлен на дальнейшее обследование в онкологический диспансер. С 15.02 по 18.02.2021 — обследован. Компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки: показала картину двустороннего туберкулезного процесса с признаками диссеминации. Также выявлена ВИЧ-инфекция.

Консультирован фтизиатром, для дальнейшего обследования и лечения направлен в стационар.

Результаты консультаций специалистов и проведенных клиничко-диагностических исследований

**Рентгенологическое исследование органов грудной клетке от 01.02.2021:** слева в S1–2 группа сливных очагов. Динамика отрицательная за счёт увеличение количества мелких очагов с обеих сторон, гидроторакс слева

**Рентгенологическое исследование органов грудной клетке от 26.02.2021:** Динамика отрицательная за счет консолидации мелких очагов с обеих сторон.

**Рентгенологическое исследование органов грудной клетке от 23.03.2021:** Отмечается положительная

динамика: выпот в плевральной полости слева рассосался, синус облитерирован; в первом межреберье тонкий фиброзный тяж, левый контур сердца нечеткий за счет кардио-плевральных спаек. Сосудистый рисунок усилен с обеих сторон. **Обзорная рентгенограмма органов брюшной полости от 23.03.2021:** в проекции малого таза определяются множественные флеболиты, петли кишечника справа раздуты воздухом. Костно-деструктивные изменения не определяются. Выражены явления деформирующего спондилита, с большими костными разрастаниями в виде крючков. Рентген — признаки деформирующего артроза туберкулёза сустава.

**Компьютерная томография органов грудной клетки от 17.02.2021:** В левом легком в S1–2 определяется объёмное образование неправильной формы с неровными и нечеткими конурами, неоднородной структуры. В обоих легких по всем полям и зонам определяются множественные милиарные и мелкоочаговые тени неправильной округлой формы, средней интенсивности. КТ-картина двустороннего туберкулёзного процесса с признаками диссеминации.

**Ультразвуковое исследование почек, мочевого пузыря от 20.01.2021:** ультразвуковые признаки острого простатита.

**Ультразвуковое исследование органов брюшной полости от 04.03.2021:** Заключение: гепатоспленомегалия. Лимфоаденопатия. Диффузные изменения паренхимы поджелудочной железы.

**Ультразвуковое исследование плевральных полостей от 04.03.2021:** ультразвуковые признаки левостороннего гидроторакса.

**Колоноскопия от 29.12.2020:** заболевание толстой кишки. Инфильтративно-язвенное образование анального канала.

**Прижизненное патолого-анатомическое исследование биопсийного материала от 18.02.2021** — лейкоцитарно-некротический детрит.

#### Лабораторные исследования:

Анализ мокроты: таблица 1.

**Бактериоскопия секрета простаты от 11.03.2021 № 1598–1–9** КСБ: тест Xpert MTB/RIF № 1598 от 11.03.2021 — полимеразная цепная реакция положительная.

Общий анализ крови: таблица 2.

Биохимический анализ крови: таблица 3.

**Общий анализ мочи 29.03.2021** г. цвет коричневатый, реакция нейтральная, pH — 6,6 удельный вес — 1015, белок 0,16, реакция на кровь — положительная, эпителий переходный — 9–10 в поле зрения, эритроциты — 30–40 в поле зрения, цилиндры — единицы в поле зрения, бактерии — положительные.

**Электрокардиограмма (25.02)** — ритм регулярный, нормальное положение ЭОС. Смещение ST вниз (VI). Отклонение параметров QRS (III).

**Экспресс-тест на ВИЧ от 26.02.2021** — положительный; Антитела к ВИЧ от 11.03.2021 № 47324 — положительный, CD4 от 10.03.2021–7 (3%), Вирусная нагрузка № 1902 от 15.03.2021–1650315.

#### Консультация узких специалистов:

**Офтальмолог от 26.02.21:** гиперметропия 1 ст. ОУ. Ангиопатия сетчатки ОУ. Начальная катаракта ОУ. Этамбутол противопоказан.

**Инфекционист от 12.03.21:** ВИЧ-инфекция стадия вторичных заболеваний 4В (СПИД), фаза прогрессирование в отсутствие АРВТ: Диссеминированный туберкулез легких в фазе инфильтрации МБ — (М-Ко), туберкулез кишечника. Экссудативный плеврит слева 1 рХТ, 1гДУ. Орофарингеальный кандидоз, атрофическая форма. ГИСТ 0, МБТ — положительный (моча, секрет простаты), 1гДН, 1рХТ А18.1.

**Невролог от 02.03.21:** Энцефалополинеропатия смешанного генеза (ВИЧ, интоксикационная, дисметаболическая) в виде мозжечково-атактического синдрома.

**Лечение:** курс ХТ по 1 режиму (HRZSfxAm) с 06.01.2021 н/фаза. Учитывая ухудшение биохимических показателей противотуберкулезная терапия была временно отменена с 29.03.2021. АРВТ начата с 16.03.2021 по схеме (AZT-3TC-EFV). Симптоматическая, дезинтоксикационная и патогенетическая терапия.

#### По результатам проведенного обследования и лечения посмертный диагноз:

**Диагноз заключительный:** ВИЧ-инфекция, стадия вторичных заболеваний 4В (СПИД), фаза прогрессирования при фоне АРВТ (с 16.03.2021). Диссеминированный туберкулез легких, фаза инфильтрации МБТ+. М-К+, осложненный экссудативным плевритом слева. Туберкулез кишечника. Туберкулез мочеполовой системы: туберкулезный папиллит почек, туберкулез предстательной же-

Таблица 4

Биохимический анализ крови			Общий анализ крови		
Значение	23.12.20	20.02.21	Значение	23.12.20	20.02.21
Общий билирубин	5,6	18,6	Hb	102	82
Глюкоза	4,5		RBC	3,4	2,8
АСТ	28	46	Цветной Показатель	0,9	0,87
АЛТ	31	66	PCT	-	-
Мочевина	5,2	15,5	WBC	2,2	4,4
Щелочная фосфатаза	74		палочкоядерные	8	1
Холестерин	2,84		сегментоядерные	64	80
Мочевая кислота	912		EOS%	3	Ед. в п/з
Креатинин	49	171	LYM%	19	4
СРБ	1,98		MON%	6	2
Амилаза	44		ESR	19	72
ЛДГ		676			
Тимоловая проба		0,8			

лезы (ГИСТО МБТ +, М-, К+, изменение секрета). -, I режим ХТ, I группа ДУ (ВДТБ 25.02.2021).

**Осложнения:** Легочно-сердечная недостаточность 3 степени. Интоксикационный синдром. Воспалительный синдром восстановления иммунитета. Выраженная иммуносупрессия (CD4–7 кл). Дефицит веса 15%.

**Сопутствующие заболевания:** Начальная катаракта ОУ. Гиперметропия 1ст ОУ. Ангиопатия сетчатки ОУ. Энцефалополлинейпатия смешанного генеза в виде мозжечковоатактического синдрома. Гидроцефалия 1 ст.

Страховой анамнез — не работает

**Исходы пребывания в стационаре:** Умер.

**Тело передано на вскрытие в патологоанатомическое отделение.**

Дата выдачи: 05.04.2021 года.

**Клинический случай № 2**  
Посмертный эпикриз

**Находится на стационарном лечении в отделении:** с 22.12.2020 по 22.02.2021 г. к/д 62

**История настоящего заболевания (сведения о начале, развитии, течении, данные о проведенном об-**

**следовании и лечении:** Остро заболел в начале ноября месяца, когда повысилась температура тела до фебрильных значений, появились кашель, одышка при физических нагрузках, слабость, Консультирован фтизиатром, решением ЦВКК № 1378 от 24.11.2020 г. установлен выставлен диагноз диссеминированный туберкулез, начал противотуберкулезную терапию. Находился на диспансерном учете по ВИЧ с 11.12.19 г. АРВТ начал принимать с 07.12.2020 г. Госпитализирован в отделение № 2 22.12.2020 г.г.

**Результаты консультаций специалистов и проведенных клинико-диагностических исследований:**

**Рентгенологическое исследование органов грудной клетке: от 22.12.2020:** Заключение: На данный момент отмечается положительная динамика за счет рассасывания инфильтративных изменений слева в «языках». Здесь сохраняется участок ячеистого грубого пневмофиброза; справа в проекции С3 также участок пневмофиброза, булла. Легочной рисунок усилен, убедительных данных за наличие очаговых теней нет. Корни структурированы не расширены.

**Рентгенологическое исследование органов грудной клетке: от 26.01.2021:** Заключение: Легочной рисунок усилен и обогащен за счет бронхо-сосудистого компонента, интерстициального пневмофиброза, ячеистого фиброза. Слева не исключено наличие бронхоэктазов;

справа в II и III межреберьях фиброз, очагово-инfiltrативные тени. Без динамики.

**Компьютерная томография головного мозга от 25.01.2021:** Заключение: КТ-признаки менингоэнцефалита и смешанной гидроцефалии.

**Ультразвуковое исследование почек, мочевого пузыря от 20.01.2021:** Заключение: Правая почка — чашечно-лоханочная система умеренная дилатация, лоханка 28x22мм, чашечки до 14x9мм, конкременты в чашечках с акустической тенью, размером от 3 до 6 мм. В верхней трети мочеточника лоцируется гиперэхогенный конкремент с акустической тенью, размерами 11x6мм. Левая почка — в верхней трети мочеточника лоцируются конкременты 4 мм и 5 мм с акустической тенью.

**Ультразвуковое исследование органов брюшной полости от 17.02.2021:** Заключение: Хронический гепатит. Фиброз печени.

**Фиброгастродуоденоскопия от 19.02.2021:** Заключение: Тотальный рефлюкс-эзофагит Dст. Микоз пищевода. Варикозно-расширенные вены пищевода 2–3ст. Портальная гастропатия. Эрозии тела желудка. Дуодено-гастральный рефлюкс. Папиллит.

**Электрокардиография от 25.12.20 г.** — Ритм регулярный, нормальное положение ЭОС. Смещение ST вниз (П, III, aVF). Отклонения параметров QRS (v5).

**Лабораторные исследования:** Анализ мокроты: КУМ б/скоп от 23.12.2020 № 7183 отрицательные 28.01.2021 № 487 отрицательные; Анализ мочи на КУМ 19.01.2021 № 204 отрицательные Посевы от 23.12.2020 № 7183 — отрицательные; остальные в работе.

**Общий анализ мочи 23.12.2020 г.** желтая, реакция кислая, 1014, белок 0,09, реакция на кровь — положительное, эпителий переходный — увеличение лейкоциты-2–4, эритроциты не изменены –3–5, цилиндры — 1–2, соли- оксалаты большое количество.

**Общий анализ мочи 16.02.2021 г.** коричневая, реакция щелочная, 1021, белок 0,38, реакция на кровь положительная, эпителий переходный — единичные в поле зрения, лейкоциты — покрыв ½ поле зрения, эритроциты покрывают ½ поле зрения, бактерии — положительные.

См. таблицу 4

**Проведенное лечение:** получал ПТП по схеме Z 1,5 Rb 0,45 H 0,45 Am 0,75 Sfx-0,2, патогенетическую симптоматическую терапию, ВААПТ по схеме TOF-3TC-EFV,

#### Консультация узких специалистов:

22.01.2021 г. ЛОР: S-образная носовая перегородка смещение 2ст.

08.02.2021 г. Уролог: Мочекаменная болезнь, Камень ПУС правой почки. Хронический пиелонефрит, стадии ремиссии, Осложнение гидронефроз справа 1 ст, Макрогематурия,

27.01.2021 г. Невролог: Энцефалит специфической этиологии в виде вестибулоатактического синдрома, синдрома когнитивных нарушений.

29.01.2021 г. Офтальмолог: Частичная атрофия зрительного нерва ОС. Нейроангиопатия сетчатки ОИ.

Заключение ЦВКК № 19 от 15.01.2021 г.: B20.0. Диссеминированный туберкулез легких, фаза инфильтрации МБТ-М-К-, I режим ХТ, I группа ДУ,

#### По результатам проведенного обследования и лечения посмертный диагноз:

**Основное заболевание:** ВИЧ-инфекция, стадия вторичных заболеваний 4В, фаза прогрессирования на фоне АРВТ (старт 07.12.2020 г.) Диссеминированный туберкулез легких, фаза инфильтрации МБТ-М-К. режим ХТ, I группа ДУ. Энцефалит специфической этиологии в виде вестибулоатактического синдрома, синдрома когнитивных нарушений.

**Осложнение основного заболевания:** СПОН (отек головного мозга, почечная, печеночная недостаточность). Септицемия, Анемия 2ст, Тромбоцитопения.

**Сопутствующие заболевания:** Гепатит смешанной этиологии. Острый панкреатит, Мочекаменная болезнь. Камень ПУС правой почки. Хронический пиелонефрит, в стадии ремиссии. Гидронефроз справа Iст. Макрогематурия. Частичная атрофия зрительного нерва ОС. Тотальный рефлюкс-эзофагит Dст. Микоз пищевода. Варикозно-расширенные вены пищевода 2–3ст. Портальная гастропатия. Эрозии тела желудка. Дуодено-гастральный рефлюкс. Папиллит. Нейроангиопатия сетчатки ОИ.

Страховой анамнез — не работает

#### Исходы пребывания в стационаре:

Умер 22.02.2021 г. в 14:40.

**Тело передано на вскрытие в патологоанатомическое отделение.**

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors have no conflict of interests to declare.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева И.А., Белиловский Е.М., Борисов С.Е., Стерликов С.А. Глобальные отчеты Всемирной организации здравоохранения по туберкулезу: Формирование и интерпретация. Туберкулез и болезни легких. 2017;95(5):7–16. doi:10.21292/2075–1230–2017–95–5–7–16.
2. Шугаева С.Н., Савилов Е.Д. Критерии интеграции эпидемических процессов ВИЧ-инфекции и туберкулеза. Туберкулез и болезни легких. 2019;97(5):43–49. doi: 10.21292/2075–1230–2019–97–5–43–48
3. Информационный бюллетень. Глобальная статистика по ВИЧ [Электронный ресурс]. Доступно по: <https://www.unaids.org/ru/resources/fact-sheet> (дата обращения: 21.01.2020). Ссылка активна на 21.02.2022.
4. Быхалов Л.С. Характеристика патоморфологических изменений в легких у умерших лиц при ко-инфекции ВИЧ/Туберкулёз на фоне инъекционной наркомании. Фундаментальные исследования. 2014;7:916–920
5. Lawn SD, Pisell TL, Hirsch CS, Wu M, Butera ST, Toossi Z. Anatomically compartmentalized human immunodeficiency virus replication in HLA-DR+ cells and CD14+ macrophages at the site of pleural tuberculosis coinfection. *J Infect Dis.* 2001;184(9):1127–1133. doi:10.1086/323649
6. Hoshino Y, Tse DB, Rochford G, Prabhakar S, Hoshino S, Chitkara N, Kuwabara K, Ching E, Raju B, Gold JA, Borkowsky W, Rom WN, Pine R, Weiden M. Mycobacterium tuberculosis-induced CXCR4 and chemokine expression leads to preferential X4 HIV-1 replication in human macrophages [published correction appears in *J Immunol.* 2006 Dec 15;177(12):8874]. *J Immunol.* 2004;172(10):6251–6258. doi:10.4049/jimmunol.172.10.6251
7. Hoshino Y, Nakata K, Hoshino S, Honda Y, Tse DB, Shioda T, Rom WN, Weiden M. Maximal HIV-1 replication in alveolar macrophages during tuberculosis requires both lymphocyte contact and cytokines. *J Exp Med.* 2002;195(4):495–505. doi:10.1084/jem.20011614
8. Erikstrup C, Kronborg G, Lohse N, Ostrowski SR, Gerstoft J, Ullum H. T-cell dysfunction in HIV-1-infected patients with impaired recovery of CD4 cells despite suppression of viral replication. *J Acquir Immune Defic Syndr.* 2010;53(3):303–310. doi:10.1097/QAI.0b013e3181ca3f7c
9. Rosignoli G, Lim CH, Bower M, Gotch F, Imami N. Programmed death (PD)-1 molecule and its ligand PD-L1 distribution among memory CD4 and CD8 T cell subsets in human immunodeficiency virus-1-infected individuals. *Clin Exp Immunol.* 2009;157(1):90–97. doi:10.1111/j.1365–2249.2009.03960.x
10. Selwyn PA, Alcabes P, Hartel D, Buono D, Schoenbaum EE, Klein RS, Davenny K, Friedland GH. Clinical manifestations and predictors of disease progression in drug users with human immunodeficiency virus infection [published correction appears in *N Engl J Med* 1993 Mar 4;328(9):671]. *N Engl J Med.* 1992;327(24):1697–1703. doi:10.1056/NEJM199212103272401
11. Selwyn PA, Sckell BM, Alcabes P, Friedland GH, Klein RS, Schoenbaum EE. High risk of active tuberculosis in HIV-infected drug users with cutaneous anergy [published correction appears in *JAMA* 1992 Dec 23–30;268(24):3434]. *JAMA.* 1992;268(4):504–509.
12. Hanna Z, Priceputu E, Chrobak P, Hu C, Dugas V, Goupil M, Marquis M, de Repentigny L, Jolicoeur P. Selective expression of human immunodeficiency virus Nef in specific immune cell populations of transgenic mice is associated with distinct AIDS-like phenotypes. *J Virol.* 2009;83(19):9743–9758. doi:10.1128/JVI.00125–09
13. Kumawat K, Pathak SK, Spetz AL, Kundu M, Basu J. Exogenous Nef is an inhibitor of Mycobacterium tuberculosis-induced tumor necrosis factor-alpha production and macrophage apoptosis [published correction appears in *J Biol Chem.* 2016 Jan 8;291(2):665–6]. *J Biol Chem.* 2010;285(17):12629–12637. doi:10.1074/jbc.M109.073320
14. Bezuidenhout J, Roberts T, Muller L, van Helden P, Walz G. Pleural tuberculosis in patients with early HIV infection is associated with increased TNF-alpha expression and necrosis in granulomas. *PLoS One.* 2009;4(1): e4228. doi:10.1371/journal.pone.0004228
15. de Noronha AL, Báfica A, Nogueira L, Barral A, Barral-Netto M. Lung granulomas from Mycobacterium tuberculosis/HIV-1 co-infected patients display decreased in situ TNF production. *Pathol Res Pract.* 2008;204(3):155–161. doi:10.1016/j.prp.2007.10.008
16. Goletti D, Weissman D, Jackson RW, Collins F, Kinter A, Fauci AS. The in vitro induction of human immunodeficiency virus (HIV) replication in purified protein derivative-positive HIV-infected persons by recall antigen response to Mycobacterium tuberculosis is the result of a balance of the effects of endogenous interleukin-2 and proinflammatory and antiinflammatory cytokines. *J Infect Dis.* 1998;177(5):1332–1338. doi:10.1086/515276
17. Пантелеев А. М. туберкулез органов дыхания у больных с вич-инфекцией. ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. 2010;2(1):16–22.
18. Sued O, Quiroga MF, Socías ME, Turk G, Salomón H, Cahn P. Acute HIV seroconversion presenting with active tuberculosis and associated with high levels of T-regulatory cells. *Viral Immunol.* 2011;24(4):347–349. doi:10.1089/vim.2010.0101
19. Гиллер Д.Б., Папков А.В., Гедымин Л.Е., Сигаев А.Т., Садовникова С.С., Бижанов А.Б., Гаврилова С.А., Волынкин А.В., Гиллер Г.В. Клинико-морфологическое обоснование медиастинальной лимфаденэктомии в хирургическом лечении распространенного деструктивного туберкулеза легких. *Проблемы туберкулеза и болезней легких.* 2008;85(10):21–25.
20. Зюзя Ю.Р., Зимина В.Н., Альварес Фигероа М.В., Пархоменко Ю.Г., Долгова Е.А. Морфологическая характеристика ВИЧ-ассоциированного туберкулеза в зависимости от количества CD4+ лимфоцитов в крови. *Архив патологии.* 2014;76(5):33–37.
21. Гринберг Л.М. Актуальные проблемы патологии микобактериальных инфекций. *Фтизиатрия и пульмонология.* 2011;1:102–109.

© Юсупалиева Муяссар Мансуровна ( 1717pul@gmail.com ), Аухадиева Алла Владимировна ( Auchadiev@mail.ru ),

Алмасуд Рами ( rami.ruslan12@mail.ru ), Базалук Андрей Викторович ( dycha960@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## НАШИ АВТОРЫ    OUR AUTHORS

**Abdurakhmanova Z.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Dagestan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala  
z.m.abdurakhmanova@gmail.com

**Adiyak E.** — PhD student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
eadiyak@gmail.com

**Agureev I.** — National Research University "MPEI"  
universe@mpei.ac.ru

**Ahmedova S.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
saida.ahmedova2017@yandex.ru

**Aliyev E.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, General Director of LLC "Aura-Alif Educational, Scientific and Production Complex", Makhachkala  
aura-alif@mail.ru

**Almasud R.** — S.I. Georgievsky Medical Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"  
rami.ruslan12@mail.ru

**Anoshenkova E.** — Senior lecturer, Omsk State Technical University  
opmanev@yandex.ru

**Aukhadieva A.** — State Budgetary Healthcare Institution of the Republic of Crimea "Crimean Republican Clinical Center of Phthisiology and Pulmonology"; S.I. Georgievsky Medical Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"  
Auchadiev@mail.ru

**Azarov V.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Autonomous non-profit educational institution of higher education «Siberian Business and Information Technology Institute»  
west\_55@inbox.ru

**Baryshev A.** — Doctor of Medical Sciences, Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Bazaluk A.** — S.I. Georgievsky Medical Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"  
dycha960@gmail.com

**Belyaev A.** — FGBU «National Research Medical Center named after N.N. Petrov» of the Ministry of Health of the Russian Federation  
Bam281060@yandex.ru

**Berg D.** — PhD, professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin

**Bobyshev P.** — Graduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
141963141963@mail.ru

**Cheremisin A.** — Cand. geogr. sciences, associate professor, FGBOU VO "Polar State university N.M. Fedorovsky, Norilsk

**Chernukha S.** — Candidate of Medical Sciences, Institute «Medical Academy named after S.I. Georgievsky» Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky», Simferopol  
chernik1975@list.ru

**Chernyshova D.** — Higher School of Economics, Moscow  
chernyshowa.darya@yandex.ru

**Demidov L.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation  
LDemidov@fa.ru

**Dolakov I.** — Candidate of medical sciences, Ingush state university, Magas  
i\_dolakov@mail.ru

**Efremenko Yu.** — Graduate student, Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
tailerderden87@mail.ru

**Egorov E.** — Applicant, Voronezh Institute of the Federal penitentiary service of Russia  
turop\_34@mail.ru

**Esedova A.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
muminat.idrisova.85@mail.ru

**Fedorov D.** — Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk

**Fischev S.** — MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
super.kant@yandex.ru

**Gadzhiev G.** — Postgraduate, Khanty-Mansiysk State Medical Academy  
gadgy\_gadgyev@mail.ru

**Gagieva D.** — Candidate of medical sciences, Ingush state university, Magas  
dola\_70@mail.ru

**Gezgieva R.** — Candidate of medical sciences, Ingush state university, Magas  
rgezgieva@mail.ru

**Gezgiev M.** — Chief physician, SBI «Republican oncological dispensary» Republic of Ingushetia  
goldeneagle111@mail.ru

**Glushkova M.** — Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
manyusha\_zernova@mail.ru

**Glushkov N.** — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov» of the Ministry of Health of the Russian Federation; SPb GBUZ "Hospital for War Veterans"  
nikolay.glushkov@szgmu.ru

**Glushkov Ya.** — Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin

**Gorshenin T.** — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov» of the Ministry of Health of the Russian Federation; SPb GBUZ «Hospital for War Veterans»  
tgorshenin@mail.ru

**Grebennikov O.** — Cand. s.-x. sciences, associate professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

**Hamameh I.** — Postgraduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA – Russian Technological University", Moscow  
imad.hamameh@gmail.com

**Ionin V.** — Doctor of medical sciences, professor, Khanty-Mansiysk State Medical Academy

**Khovayko V.** — Postgraduate student, Tver State Medical University  
vitality\_95@bk.ru

**Klimov A.** — PhD, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
pstom4@zdrav.spb.ru

**Kokoev V.** — Assistant, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz  
kokoev701@mail.ru

**Kostyushko A.** — Pacific State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Vladivostok

**Kovaleva O.** — D.Sc., associate professor, Derzhavin Tambov State University; Tambov State Technical University  
solomina-oa@yandex.ru

**Kovalev I.** — St. Petersburg State Pediatric Medical University  
i.LyaZzz@mail.ru

**Kovalev N.** — St. Petersburg State Pediatric Medical University  
niko1923@mail.ru

**Krakhmalev D.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation  
DKrakhmalev@fa.ru

**Krasov A.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruевич  
krasov@inbox.ru

**Larionov K.** — Postgraduate student, Orenburg State University  
kostya12277@yandex.ru

**Lepilin A.** — MD, Professor, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky Ministry of Health of the Russian Federation  
lepilins@mail.ru

**Levchenko Ya.** — National Research University Higher School of Economics, St. Petersburg  
yaalevchenko@edu.hse.ru

**Liashkov M.** — Graduate student, Derzhavin Tambov State University  
iwishcoolwork@gmail.com

**Lichidova K.** — St. Petersburg State Pediatric Medical University  
kristina\_l25@mail.ru

**Loseva V.** — Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation  
VVLoseva@fa.ru

**Maksimovich K.** — Postgraduate student, Junior Researcher, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk  
kiri-maksimovi@mail.ru

**Markelova E.** — Pacific State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Vladivostok

**Moskalev A.** — Candidate of Physics and Mathematics Sci., Associate Professor, FGAU VO "Siberian Federal University"  
ak\_moskalev@mail.ru

**Omarov N.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
sitoru@gmail.com

**Orlova I.** — PhD, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
orisha@mail.ru

**Papulovskaya N.** — PhD, Docent, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin

**Pchelintsev S.** — Graduate student, Derzhavin Tambov State University  
veselyrojer@mail.ru

**Petrunina A.** — Senior Lecturer, FGAU VO "Siberian Federal University"  
kafedra\_efit@bk.ru

**Popov A.** — Candidate of Military Sciences, Professor, National Research University of Electronic Technology

**Popov V.** — PhD, Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
vpopov5@mail.ru

**Puzdyreva M.** — PhD, Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
seven-spb@yandex.ru

**Ramazanov M.** — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Dagestan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala  
rm.06-50@yandex.ru

**Rozhkova M.** — Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
rozmaria2010@yandex.ru

**Ryzhikov S.** — Associate, National Research University "MPEI"  
RyzhikovSS@mpei.ru

**Saveliev R.** — Postgraduate student, Siberian State Aerospace University named after academician M.F. Reshetnev  
savelyevroman@mail.ru

**Segal E.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Kazan State Medical Academy - branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kazan  
sigal\_e@mail.ru

**Semenikhin A.** — Pacific State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Vladivostok  
andsema@mail.ru

**Sevastyanov A.** — MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
ardy.dkr@mail.ru

**Shakhsuvarova I.** — Graduate student, St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruевич  
shaksuvarova.ilona@mail.ru

**Shikula O.** — Senior teacher, National Research University of Electronic Technology  
oshik78@mail.ru

**Shtekhman A.** — Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

**Simonyan T.** — Candidate of Medical Sciences, teacher, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - branch of Volgograd State Medical University  
Sumonyan@mail.ru

**Sodnomova L.** — PhD, Senior lecturer, Federal State Educational Institution "Buryat State University" of Higher Education  
Lar43099701@yandex.ru

**Spasova T.** — PhD, docent, Federal State Educational Institution "Buryat State University" of Higher Education  
tspasova@inbox.ru

**Tikhonov M.** — Cand. Sc. (Technology), associated professor, National Research University of Electronic Technology  
kurotenshi91@yandex.ru

**Toboev G.** — MD, Associate professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz  
gtoboev@yandex.ru

**Trofimova E.** — Lecturer, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow  
trofimova.elizavetta@yandex.ru

**Tsoikova L.** — Assistant, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz  
tsoikova.lolita@yandex.ru

**Tsygankov N.** — Senior Lecturer, FGAU VO "Siberian Federal University"  
cyganikita@yandex.ru

**Varakina M.** — Candidate of Philosophy Professor, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev  
margo3535@yandex.ru

**Vasilyev A.** — Senior Lecturer, National Research University "MPEI"  
VasilyevAS@mpei.ru

**Vazhov S.** — Cand. biol. sciences, associate professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

**Vazhov V.** — Doctor of agricultural sciences, professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk  
vazhov49@mail.ru

**Viltsaniuk I.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Institute «Medical Academy named after S.I. Georgievsky» Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky», Simferopol  
irav1975@list.ru

**Vlasov V.** — Therapist, State Budgetary Healthcare Institution of the Stavropol Territory "St. George Regional Hospital" St. George polyclinic No. 2  
docvlasov@yandex.ru

**Yaskov M.** — Doctor of agricultural sciences, professor, FGBOU VO " Gorno-Altai State university"

**Yusupaliyeva M.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, S.I. Georgievsky Medical Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University"  
1717pul@gmail.com

**Zeynalova A.** — PhD student, Institute of Botany of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan  
aydan.zeynalova.az@gmail.com

**Zhong Ruiyu** — Postgraduate, National Research University of Electronic Technology  
zry1988510@126.com

**Zikratov I.** — Doctor of Technical Sciences, Professor, St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruевич  
zikratov.ia@spbgut.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](mailto:redaktor@nauteh.ru) ).

