

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№10 2021 (ОКТАБРЬ)

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>

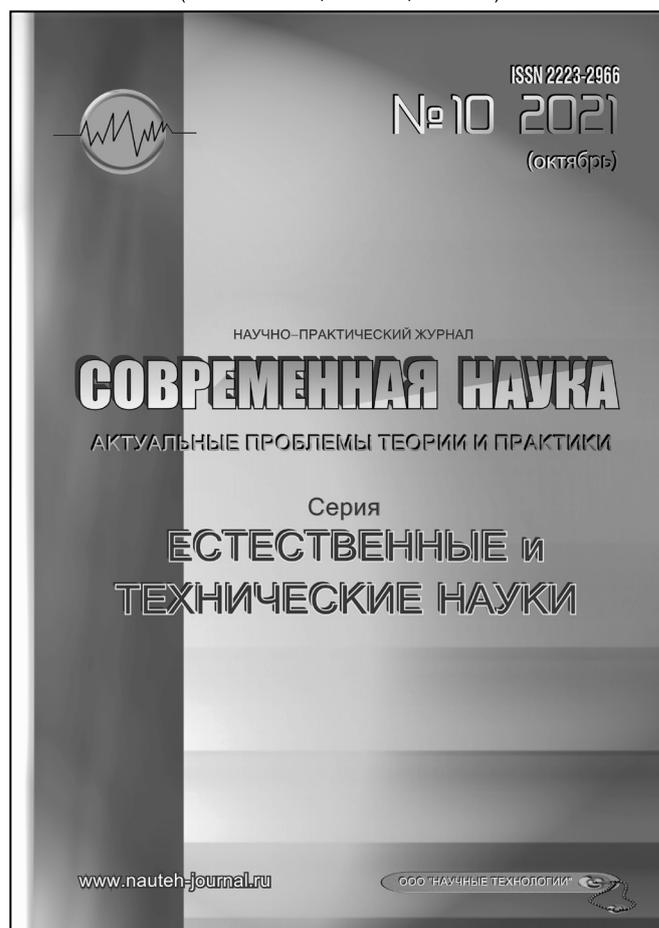
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



### В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии  
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296  
Подписано в печать 25.10.2021 г. Формат 84x108 1/16  
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



## Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Овезов Алексей 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

**Аббасова Т.С.** — Общая характеристика микобиоты редких древесных растений Азербайджана

*Abbasova T.* — General characteristic of the mycobiota of rare woody plants of Azerbaijan . . . . 6

**Вишнякова В.В., Сурагина С.А., Луконина А.В.** — Оценка состояния растительных сообществ природных комплексов и объектов на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма»

*Vishnyakova V., Suragina S., Lukonina A.* — Assessment of the state of plant communities of natural complexes and objects on the territory of the natural park "Volgo-Akhtubinskaya floodplain". . . 10

**Гафарова Б.Т., Мамедова А.О., Мамедова Р.Н.** — Комплексное исследование физиологических, морфометрических показателей и элементного состава листьев вида *Olea europaea* L. в контексте городской экосистемы

*Gafarova B., Mamedova A., Mamedova R.* — Complex investigation of physiological, morphometric parameters and the elemental composition in leaves of the species *Olea europaea* L. in the context of the urban ecosystem. . . . . 19

**Горина Н.Д.** — Структура сообществ мелких млекопитающих биотопов разной степени антропогенной трансформации лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка

*Gorina N.* — Structure of communities of small mammal biotopes of various degrees of anthropogenic transformation of the forest zone of the Novosibirsk Academgorodok . . . . . 26

**Зайнуллин В.Г., Юдин А.А., Быков С.А.** — Оценка сортов картофеля из коллекции питомника Института агробιοтехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН\*

*Zainullin V., Yudin A., Bykov S.* — Evaluation of potato varieties from the collection of the nursery of the Institute of Agrobiotechnologies of the Komi National Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences . . . . . 34

**Зайнуллин В.Г., Юдин А.А.** — Продуктивность сортов и гибридов картофеля питомника экологического испытания

*Zainullin V., Yudin A.* — Productivity of potato varieties and hybrids of the nursery of ecological testing . . . . . 38

**Корляков К.А., Маркова Л.М., Гашев С.Н.** — Структура и функционирование пула биоты краевых участков почв урбаноземов

*Korlyakov K., Markova L., Gashev S.* — Structure and functioning of the biota pool of marginal areas of soils of urbanozems . . . . . 42

**Нематова У.В.** — Характеристика количественного состава микобиоты отходов непродовольственных товаров растительного происхождения

*Nematova U.* — Characteristics of quality composition of mycobiota disposal of non-productive products grow production . . . . . 50

**Риксен В.С., Коробова Л.Н., Ломова Т.Г.** — Изменение микробиома мелкого солонца под действием длительного возделывания донника

*Riksen V., Korobova L., Lomova T.* — Changes in the microbiome of small solonetz under the influence of long-term cultivation of sweet clover . . . 54

**Туама Аммар Аднан, Карамова Н.С., Сташевски Зенон** — Сравнительный анализ эндофитных бактерий разных сортов картофеля

*Tuama Ammar Adnan, Karamova N., Stasecki Zenon* — Comparative analysis of endophytic bacteria in five varieties of potato . . . . . 59

**Филимонова О.С.** — К вопросу об инвазивном вредителе вязов – *Aproceros leucopoda*

*Filimonova O.* — On invasive pest of ulmus – *Aproceros leucopoda* . . . . . 64

**Юнусов Э.Р., Хашимова П.М., Исаева К.К., Бахшалиева К.Ф.** — Общая характеристика грибов, распространенных на засоленных почвах

*Yunusov E., Hashimova P., Isaeva K., Bakhshaliyeva K.* — General characteristic of fungi distributed on salted soils. . . . . 68

Информатика,  
вычислительная техника и управление

- Герашенкова Т.М., Синюкова Ю.А.** —  
Функциональное моделирование процесса  
мониторинга мнения обучающихся  
*Gerashenkova T., Sinyukova Yu.* — Functional  
modeling of the process of monitoring  
the opinion of students .....72
- Колышев А.С., Внуковский Н.И.** —  
Перевод железнодорожного транспорта  
на отечественное программное обеспечение  
*Kolyshev A., Vnukovsky N.* — Transfer  
of railway transport for domestic software .....78
- Назаров А.В.** — Способы обнаружения,  
блокировки и атрибуции фишинговых страниц  
*Nazarov A.* — Methods for detecting, blocking  
and attributing phishing pages .....83
- Насыров Н.Ф., Лушников Д.М., Тартынских П.С.,  
Бережков А.В.** — Применение подходов  
оптимизации архитектуры информационных  
систем с использованием обратной связи  
от пользователей в контексте соответствия  
требованиям стандарта TOGAF  
*Nasyrov N., Lushnikov D., Tartynskikh P.,  
Berezhkov A.* — Application of approaches  
to optimizing the architecture of information  
systems using user feedback in the context  
of compliance with the requirements  
of the TOGAF standard .....89
- Новиков П.В.** — Особенности  
использования виртуальных функций  
в объектно-ориентированных программах  
*Novikov P.* — Features of using virtual functions  
in object-oriented programs .....96
- Руденко М.Б., Голодков Ю.Э., Голодкова А.В.** —  
Нейронные сверточные сети,  
как универсальный инструмент  
распознавания графических объектов  
*Rudenko M., Golodkov Yu., Golodkova A.* — Neural  
conventional networks as a universal tool  
for recognizing graphic objects .....103
- Сагалаев Ю.Р., Сагалаева А.И., Ромашкова О.Н.** —  
Разработка проекта системы поддержки  
принятия решений для провайдера сетевых  
услуг на базе вычислительных кластеров  
*Sagalaev Yu., Sagalaeva A., Romashkova O.* —  
Development of a decision support system  
project for a network service provider based  
on computing clusters .....109
- Сагалаева А.И., Сагалаев Ю.Р.,  
Ромашкова О.Н.** — Применение алгоритмов  
балансировки сетевой нагрузки в виртуальной  
инфраструктуре программно-ориентированного  
вычислительного кластера  
*Sagalaeva A., Sagalaev Yu., Romashkova O.* —  
Applying network load balancing algorithms  
in the virtual infrastructure of a software-defined  
compute cluster .....116
- Сазонова Е.А.** — Методика оценивания  
эффективности учебного плана по специальности  
согласно ФГОС ВО 3++  
*Sazonova E.* — Methodology for evaluating  
the effectiveness of the curriculum in the specialty  
according to the FEDERAL STATE EDUCATIONAL  
STANDARD OF HIGHER EDUCATION3++ .....124
- Хассанин Хатем Мохамед Абдель Максуд** —  
Разработка автоматизированной системы  
мониторинга здоровья и оповещения для  
неонатальной интенсивной терапии  
с использованием сенсорных мобильных  
облачных вычислений (СМОБ)  
*Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud* —  
Development of an automated health monitoring  
system and alerts for neonatal intensive therapy  
using sensed mobile cloud computing (CMOS) .....128
- Юрьев Р.Н., Алоджанц А.П.** — Проблема сговора  
участников торгов и пути ее решения в рамках  
парадигмы цифровой экономики с применением  
квантовой теории вероятностей  
*Iuryev R., Alodjants A.* — The problem of collusion  
of bidders and ways to solve it in the framework  
of digital economics paradigms and by using  
quantum probability theory .....139

## Клиническая медицина

**Жалилов А.К.** — Современный подход к хирургическому лечению у пациентов с острым коронарным синдромом и с поражением ствола коронарной артерии

*Jalilov A.* — Modern approach to surgical treatment in patients with acute coronary syndrome with lesions of the left coronary artery.....150

**Мамонтова А.Г.** — Персонализированная терапия климактерического синдрома в сочетании с синдромом перименопаузального дефицита мелатонина

*Matontova A.* — Personalized therapy of menopausal syndrome in combination with perimenopausal melatonin deficiency syndrome.....156

**Мансур Т.И., Токарева Л.Г., Гирич В.С., Мансур Нумман** — Эссенциальная гипотония у студентов обучающихся в вузе

*Mansur T., Tokareva L., Girich V., Mansur Numman* — Essential hypotonia in university students .....162

**Омаров М.Д., Магомедов М.М., Магомедов М.А.** — Хирургическая тактика при перфоративных язвах желудка и двенадцатиперстной кишки

*Omarov M., Magomedov M., Magomedov M.* — Surgical tactics for perforative ulcers stomach and duodenum .....169

**Прохоров К.В., Корягина Н.А., Спасенков Г.Н., Корягин В.С., Авдеев А.В.** — Клинические характеристики и исходы у пациентов с новой коронавирусной инфекцией и инфарктом миокарда

*Prokhorov K., Koriagina N., Spasenkov G., Koriagin V., Avdeev A.* — Clinical characteristics and outcomes of SARS-CoV-2 (COVID-19) patients with myocardial infarction .....175

**Пуздырева М.Н., Рожкова М.Г., Фищев С.Б., Лепилин А.В., Севастьянов А.В., Орлова И.В., Субботин Р.С., Попов В.П.** — Особенности определения параметров зубных дуг

*Puzdyreva M., Rozhkova M., Fishchev S., Lepilin A., Sevastyanov A., Orlova I., Subbotin R., Popov V.* — Features of determining the shape and size of dental arches.....180

**Рябая И.Н., Сердечная Е.В., Юрьева С.В.** — Впервые диагностированная фибрилляция предсердий и ожирение у людей пожилого возраста в терапевтической практике

*Ryabaya I., Serdechnaya E., Yurieva S.* — First-time diagnosed atrial fibrillation and obesity in elderly people in therapeutic practice .....186

**Степаненкова М.Н., Славкина К.В., Бучнева Н.В.** — Анализ антибиотикотерапии при лечении генерализованного пародонтита

*Stepanenkova M., Slavkina K., Buchneva N.* — Analysis of antibioticotherapy in treatment of generalized periodontitis.....193

**Сыромятникова Л.И., Кулеш А.А., Мехряков С.А., Павлова А.В.** — Исследование проявлений предсердной кардиопатии у пациентов с системной эмболией без установленного источника

*Syromyatnikova L., Kulesh A., Mekhryakov S., Pavlova A.* — Investigation of the manifestations of atrial cardiopathy in patients with systemic embolism of undetermined source .....197

**Шнайдер С.Д., Нуриева Н.С., Сеницкий А.И., Шнайдер А.Д.** — Изучение изменения биохимического состава слюны при протезировании несъемными конструкциями

*Schnaider S., Nurieva N., Sinitsky A., Schnaider A.* — Study of changes in the biochemical composition of saliva during prosthetics with fixed structures .....203

**Яшнов А.А., Коновалова О.Г., Ханина Ю.С., Бурцева М.А., Пассонен Е.Ю.** — Острый калькулёзный холецистит этиопатогенез, классификация, клиника (лекция)

*Yashnov A., Konovalova O., Hanina J., Burtseva M., Passonen E.* — Acute calculous cholecystitis etiopathogenesis, classification, clinic (lecture).....207

## Информация

Наши авторы. Our Authors .....212

Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале .....216

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКОБИОТЫ РЕДКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

Аббасова Тунзала Сабир кызы

М.н.с., Центральный Ботанический сад НАНА, Баку  
sabirqizi1989@gmail.com

## GENERAL CHARACTERISTIC OF THE MYCOBIOTA OF RARE WOODY PLANTS OF AZERBAIJAN

T. Abbasova

*Summary.* In the studies carried out, the species composition of the mycobiota of rare woody plants included in the flora of Azerbaijan was characterized. It was revealed that 58 species of fungi are involved in the formation of the mycobiota of 12 studied woody plants. 53.4% of the registered fungi belong to the Bazidiomycota division and 46.6% to the Ascomycota division. Among the registered fungi, fungi-causative agents of dangerous diseases were noted — *Fomes fomentarius* (white rot), *Cercospora microsora* (spotting), *Microsphaera alphitoides* (powdery mildew), etc., included in the pathogenic mycobiota of the studied plants.

*Keywords:* rare tree species, mycobiota, species composition, frequency of occurrence, pathology.

*Аннотация.* В проведенных исследованиях был охарактеризован видовой состав микобиоты редких древесных растений, входящих во флору Азербайджана. Было выявлено, что в формировании микобиоты 12 изученных древесных растений участвуют 58 видов грибов. 53,4% зарегистрированных грибов относятся к отделу Bazidiomycota, а 46,6% — к отделу Ascomycota. Среди зарегистрированных грибов отмечены грибы-возбудители опасных заболеваний — *Fomes fomentarius* (белая гниль), *Cercospora microsora* (пятнистость), *Microsphaera alphitoides* (мучнистая роса) и др., входящие в патогенную микобиоту исследуемых растений.

*Ключевые слова:* редкие древесные породы, микобиота, видовой состав, частота встречаемости, патология.

Территория Азербайджанской Республики отличается богатой и разнообразной флорой. Здесь распространено более 4700 видов растений, и по видовому составу флора Азербайджана намного богаче флоры других республик Южного Кавказа. Виды растений, встречающиеся в республике, составляют 66% от общего числа видов растений, произрастающих на Кавказе [6, 15]. Богатство и разнообразие флоры и растительности страны обусловлено разнообразием её физико-географических и природно-исторических условий, а также сложной историей, сформировавшейся под влиянием далеких флористических ареалов.

Статус растений, распространенных на территории Азербайджанской Республики, также отличается, поскольку эти растения включают как эндемичные, так и реликтовые виды [4]. Редкие растения, отвечающие этой характеристике, были тщательно изучены в ботаническом аспекте, и такие исследования все еще продолжаются. Аналогичная ситуация не наблюдается в микробиологическом аспекте исследования этих растений, особенно тех, которые входят в состав флоры Азербайджана, несмотря на то, что микроорганизмы, в том числе грибы и бактерии, используют растения,

а также их мертвые органы в качестве источников питания и вызывают различные патологии, в результате чего ухудшается декоративный вид растений, их биологическая продуктивность, и даже полностью теряется их жизнеспособность [3, 10]. Профилактика данных явлений является актуальной задачей современной биологии, прежде всего микробиологии и микологии.

Поэтому целью представленной работы была характеристика видовой состава микобиоты некоторых редких древесных растений, входящих во флору Азербайджана.

### Материалы и методы

Исследования проводились в разных районах Азербайджана (Астара, Исмаиллы, Ленкорань, Огуз, Габала и др.), и в ходе работы были взяты образцы с редких деревьев, общая характеристика которых представлена ниже [2, 4]:

*Alnus subcordata* C.A. Mey — Ольха сердцелистная. Это растение рода Ольхи (*Alnus* L) семейства березовых встречается в Астаринском, Ярдымлинском, Ленкоран-

ском, Лерикском районах южного региона Азербайджана. Это растение входит в список редких и реликтовых растений нашей страны. Это растение выращенное в окультуренном виде в Ботаническом саду, занесено в «Красную книгу» Азербайджана.

*Albizia julibrissin* — Акация Дуразз-Ленкораньская. Растение рода Акация (*Albizia Durazz*) семейства бобовых в основном распространено в Иране, Турции, Японии и Гималаях. В Азербайджане это растение встречается в южном регионе на высоте до 500 м над уровнем моря. Ленкоранская акация входит в список редких и реликтовых растений, а ее природные ресурсы в Азербайджане не так велики.

*Carpinus macrocarpa* (Willk.) H.P.J. Winkl. -Граб крупноплодный. Это растение относится к роду Граб *Carpinus L. (Velas)* семейства березовых широко распространено в европейской части России, Малой Азии, Северо-Восточном Иране и др. территориях и являясь нешироко распространенным в Азербайджане, произрастает в Лянкяранских горах. Входит в список редких растений.

*Castanea sativa* Mill.— Каштан обыкновенный. Каштан обыкновенный — вид дерева рода Каштан (*Castanea Hill*) семейства араховых, широко распространено в Африке, Малой Азии, Италии, Средиземноморье и на Балканах. Каштан обыкновенный в Азербайджане встречается в основном в Загатале, Огузе, Габале, Верхнем Карабахе и на других территориях и считается одним из редких и реликтовых растений Азербайджана, занесен в Красную книгу.

*Gleditsia caspia* Desf.— Гледичия каспийская. Гледичия каспийская принадлежит роду Гледичия (*Gleditsia*) семейства бобовых, встречается в южном регионе Азербайджана, природные ресурсы растения скудны и оно считается одним из редких видов растений в нашей стране. Растение выращивается в Ботаническом саду и занесено в «Красную книгу» Азербайджана.

*Quercus castaneifolia* C.A. May.— Дуб каштановый. Это растение, принадлежащее к роду Дуб (*Quercus*) семейства буковых, широко распространено в Иране. Хотя он встречается в основном в южном регионе (Астара, Ленкорань, Масаллы, Лерик) и на территории Исмаиллы, его ареал не такой большой. Несмотря на то, что растение культивируется, оно считается одним из редких и реликтовых растений Азербайджана и занесено в Красную книгу.

*Parrotia persica* C.A. May.— Железное дерево. Принадлежит роду Парротия (*Parrotia C.A. May*) семейства гаммелисовых, распространен на территории Ирана,

где это растение встречается в естественных условиях. В Азербайджане растение, произрастающее в естественных условиях в южном регионе и в Габалинском районе, считается редким и реликтовым растением, занесено в Красную книгу и охраняется в Национальном парке и Государственных заповедниках.

*Platanus orientalis* L.— Платан восточный. Общий ареал распространения растения, относящегося к роду Платан (*Platanus L*) семейства Платановых — Средняя Азия, Иран, Турция, страны Средиземноморья и др. В нашей стране распространен на узкой территории Огуза, Габалы, Балакена, Зангилана, Верхнего Карабаха и др. Считается редким и реликтовым растением и занесен в Красную книгу.

*Populus hyrcana* Grossh.-Тополь гирканский. Относится к роду Тополь (*Populus L.*) семейства ивовые, в естественной среде имеет общий ареал распространения в Грузии. считается обитания Гирканского тополя, рода тополей. В нашей стране в естественной среде растение распространено в Ленкоране. Растение относится к статусу редких растений.

*Pyrus hyrcana* Fed.— Груша гирканская. Растение принадлежит к роду Груша (*Pyrus L*) семейства цветковых. Широко распространено в Иране. Гирканская груша имеет небольшой ареал распространения на территории Азербайджана, принадлежит к редким видам и встречается в Астаре и Ленкоране. Как и другие растения, оно занесено в Красную книгу Азербайджана.

*Tilia begoniifolia* Stev.— Липа кавказская. Принадлежит к роду Тилия (*Tilia L*) семейства липовые. Растение распространено в России, Грузии, Турции и Иране. В Азербайджане имеет статус редкого растения и встречается в лесах Большого и Малого Кавказа и Ленкорани. Растение в окультуренном виде выращивают в Ботаническом саду.

*Zelkova hyrcana* A. Grossh.et.Jarm- Азат Гирканский. Естественный ареал растения, относящегося к роду Азат (*Zelkova Spach*) семейства вязовых — Иран. В нашей стране естественное распространение отмечается в южном регионе: Астара, Ленкорань, Масаллы, Лерик и т.д. Занесен в Красную книгу Азербайджана со статусом редкого растения.

Отбор образцов этих деревьев, их паспортизация на месте, подготовка к лабораторному анализу, а также лабораторный анализ проводились в соответствии с методами и подходами [5, 9], используемыми в работах различных авторов [8], в первую очередь П.З. Мурадова [7], Кузьмичева и др. [3].

Таблица 1. Общая характеристика грибов, зарегистрированных на исследуемых редких деревьях

№	Отделы грибов	Количество видов (ед.)	Экотрофическая связь (%)	Цвет гнили, вызываемого в естественных условиях (%)	Отношение к субстрату (%)
1	Ascomycota	24	Сапротроф— 5,2 Биотроф- 5,2 Политроф — 89,6	Белая — 8,3 Бурая — 16,7 Мягкая — 75,0	Эвритрофы-9,2 Условный стенотроф-12,5 Стенотроф— 8,3
2	Bazidiomycota	34	Сапротроф — 8,8 Биотроф — 23,5 Политроф — 67,7	Белая — 64,8 Бурая — 20,6 Мягкая — 14,7	Эвритроф —94,1 Условный стенотроф- 5,9 Стенотроф — 0

Определение микроорганизмов, распространенных на деревьях, и вызываемых ими заболеваний проводилось согласно известным определителям [1, 11–14].

#### Полученные результаты и их обсуждение

В результате исследования, начатого в 2017 году, и анализа более 500 образцов, отобранных с 12 древесных пород флоры Азербайджана, выявлено распространение 58 видов грибов, данные о которых обобщенно приведены в таблице 1. Как видно, зарегистрированные грибы характеризуются разнообразием с точки зрения их эко-трофических отношений, их отношения к субстрату и цвета вызываемой в естественных условиях гнили, и это разнообразие сохраняется на уровне отделов. Однако подавляющее большинство как макромицетов, так и микромицетов, зарегистрированных в исследованиях (% от общего числа грибов), по эко-трофическим связям принадлежат к политрофам (биотрофность и сапротрофность не несет истинного характера), а по отношению к субстрату являются эвритрофами.

Количественный анализ видов зарегистрированных грибов показал, что в отделе Bazidiomycota роды *Fomitopsis* (*F.annosa*, *F.officinalis*, *F.pinicola*), *Inonotus* (*I.cuticularis*, *I.dryophilus*, *I.dryadeus*, *I.hispidus*) и *Phellinus* (*Ph.igniarius*), *Ph. pini*, *Ph. pomaseus*, *Ph. robustus*, *Ph. torulosus*), а в отделе Ascomycota роды *Gloeosporium* (*G.quercinum*, *G.tiliae*, *G.tremulae*), *Penicillium* (*P.divergens*, *P.glaucum*, *P.puberulum*, *P.restrictum*) характеризуются большим количеством видов. Остальные роды (*Alternaria*, *Armillaria*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Cladosporium*, *Colpoma*, *Cryphonectria*, *Cytospora*, *Daedalea*, *Fusarium*, *Fomes*, *Ganoderma*, *Laetiporus*, *Microsphaera*, *Naemospora*, *Phomopsis*, *Phyllosticturoticillia*, *Spuro*, *Pleurosticilleta*, представленные *Pleurosticilleminium*, *Pleurosticilla*) в формировании микобиоты исследуемых растений представлены 1–2 видами.

В литературе встречаются данные о распространении в Азербайджане большинства грибов, выявленных в ходе исследований. Однако есть также виды, распространение которых зарегистрировано впервые, они представлены ниже:

1. *Naemospora croceola* Sacc. (1880) [MB # 181608] — Гриб входит к микобиоту дуба каштанолистного, и при исследованиях он был обнаружен в образце, взятом с его молодых побегов.
2. *Phyllosticta lacerans* Pass., *Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti di classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturale Ser. 4, 4 (2): 65 (1888)* [MB#213238]. Гриб входит к микобиоту азата гирканского, и при исследованиях он был обнаружен в образце, взятом с его листьях.
3. *Penicillium divergens* Bainier & Sartory, *Bulletin de la Société Mycologique de France 28: 270 (1912)* [MB#170179]. Гриб, относящийся к анаморфной группе грибов, впервые был обнаружен в образце, взятом из листьев дуба каштанолистного.

Следует отметить, что между грибами и растениями, в том числе деревьями, формируются различные взаимоотношения, одно из которых — паразитизм, и формой проявления этой связи являются различные патологии растений. Существование этих взаимоотношений между грибами, зарегистрированными в исследованиях, и исследуемыми деревьями подтверждено различными исследованиями. По этой причине было сочтено целесообразным охарактеризовать в этом аспекте зарегистрированные грибы, т.е. выявить болезни, вызываемые ими у исследуемых растений. Полученные результаты показали, что зарегистрированные грибы вызывают у исследуемых растений различные заболевания, распространенность которых характеризуется разными количественными показателями. Так, наиболее частым заболеванием исследуемых деревьев является гниль, вызываемая различными видами базидиомицетов, а белую гниль можно обнаружить у всех 12 изученных видов деревьев. Возбудителями этой гнили в основном являются виды родов *Armillaria*, *Fomes*

и *Ganoderma*, а наиболее высокую степень распространения и опасности гниения имеет гриба *F. fomentarius*. Кроме того, гриб *Gaanoderma lipsiciense* также может обитать на всех изученных деревьях и проявлять патогенную активность.

Следует отметить, что хотя и есть некоторые различия в специфике заболеваний, вызываемых видами разных родов, но в целом зона развития болезни имеет белый цвет.

Болезни буоой и серой гнили также характеризуются относительно высокой распространенностью, и в их развитии участвуют виды, принадлежащие к роду *Fomitopsis*, *Inonotus*, *Laetiporus*, *Botrytis* и др. Примерно 50–80% исследованных деревьев относятся к субстратам, которые они заселяют.

Помимо перечисленных, на исследуемых деревьях были зарегистрированы и другие заболевания. Например, корневая гниль у каштанового дуба (возбудитель *Rosellinia quercina*), мучнистая роса (*Microsphaera alphitoides*), черный немоспоровый некроз (*Naemospora croceola*), бурая пятнистость (*Gloeosporium quercinum*), темно-бурая пятнистость у кавказской липы (*Cercospora microsora*), кремевая

пятнистость (*Gloeosporium tiliae*), серая пятнистость азата гирканского (*Phyllosticta lacerans*), черный цитоспоровый некроз (*Cytospora foetida*) у платана восточного и др. Хотя общая распространенность всех этих заболеваний у исследуемых деревьев невысока по сравнению с другими болезнями, следует отметить, что для некоторых видов деревьев они представляют опасность.

Хотя очевидно, что большинство возбудителей заболеваний, зарегистрированных в ходе исследований, относятся к грибам, исследованиями были выявлены заболевания, вызванные также и бактериями. Так бактерии *Pseudomonas cerasi* и *Ps. quercina*, также были обнаружены в ходе исследований, и вызываемое ими заболевание обычно называют раком. Однако, по сравнению с грибами заболевания вызванные бактериями характеризуются низкими показателями как по количеству, так и по степени их распространения.

Таким образом, в результате исследований было выявлено, что редкие виды деревьев, входящие во флору Азербайджана, являются одной из сред обитания микроорганизмов, и особую значимость среди этих микроорганизмов имеют грибы. Так, как по распространенности, так и по количеству вызываемые грибами болезни характеризуются высокими показателями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998, вып. 2, 391с.
2. Красная книга Азербайджанской Республики. Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Баку: Издательство «Запад-Восток», 2013, 676с.
3. Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений: справочник. М.: ВНИИЛМ, 2004, 120 с
4. Мамедов Т.С., Искендер Э.О., Талыбов Т.Г. Редкие древесные и кустарниковые растения Азербайджана. Учебник. Баку: Изд. Наука, 2014, 380с.
5. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В.И. -Киев: Наукова думка, —1982, —500с
6. Mehdiyeva N.P. Azərbaycanın dərman florasının biomüxtəlifliyi. Bakı: "Letterpress", 2011, 186 s.
7. Мурадов П.З. Изменение активности гидролаз и оксидаз в процессе конверсии растительных отходов. Автореф. дис. доктора биол. наук. Баку, 2004, 48 с.
8. Мухин, В.А. Полевой определитель трутовых грибов. Екатеринбург, 1997, 104 с.
9. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005, —608с.
10. Попкова К.В., Шкаликов В.А., Стройков Ю.М. и др. Общая фитопатология: учебник для вузов. М.: Дрофа, 2005, 445 с.
11. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001, 486с.
12. Horst K.R. Westcott's Plant Disease Handbook. Eighth Edition. New York: Springer Science, 2013, 826 с.
13. Kirk P.M. et al. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. 9th edd. CAB International, 2001, 655 p.

© Аббасова Тунзала Сабир кызы (sabirqizi1989@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ВОЛГО-АХТУБИНСКАЯ ПОЙМА»<sup>1</sup>

## ASSESSMENT OF THE STATE OF PLANT COMMUNITIES OF NATURAL COMPLEXES AND OBJECTS ON THE TERRITORY OF THE NATURAL PARK "VOLGO-AKHTUBINSKAYA FLOODPLAIN"

V. Vishnyakova  
S. Suragina  
A. Lukonina

*Summary.* The paper presents the experience of using the methodology for the application of biological assessment indicators in the study of the state of aquatic and semi-aquatic plant communities undergoing various types and degrees of anthropogenic impacts. The research was carried out on the territory of the natural park "Volgo-Akhtubinskaya floodplain". The objects of research are water bodies (lakes, eriks) exposed to anthropogenic impact to one degree or another. Based on the results of the work, the objects with the best indicators of the efficiency of this year's flood were identified. Dependences of the processes of self-restoration and the formation of stable plant communities on the impact of external anthropogenic factors, directly on measures for clearing or ecological rehabilitation of water bodies were revealed.

*Keywords:* Volgo-Akhtubinskaya floodplain, biological performance indicators, biotic diversity, plant communities, ecosystem, water bodies, anthropogenic impact.

**Вишнякова Вера Владимировна**

К.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»  
vishnyakova@vspu.ru

**Сурагина Светлана Александровна**

К.б.н., ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»  
s-suragina@mail.ru

**Луконина Анна Владимировна**

К.б.н., Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области  
alukonina@rambler.ru

*Аннотация.* В работе представлен опыт использования методики по применению биологических оценочных показателей в исследовании состояния водных и околоводных растительных сообществ, претерпевающих различные виды и степени антропогенных воздействий. Исследования проводились на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма». Объектами исследования являются водоемы (озера, ерики, протоки), подвергающиеся антропогенному воздействию, в той или иной степени. По результатам работы были определены объекты с лучшими показателями эффективности половодья текущего года. Были выявлены зависимости процессов самовосстановления и формирования устойчивых растительных сообществ от воздействия внешних антропогенных факторов, непосредственно мероприятий по расчистке или экологической реабилитации водных объектов.

*Ключевые слова:* Волго-Ахтубинская пойма, биологические оценочные показатели; биотическое разнообразие, растительные сообщества, экосистема, водные объекты, антропогенное воздействие.

## Введение

Целью представленного исследования была оценка состояния растительных сообществ водных и околоводных экосистем на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма», испытывающих различные виды и степени антропогенных воздействий. Для оценки использована система биологических оценочных показателей (далее оценочные показатели), которая была разработана для природного

парка «Волго-Ахтубинская пойма» в рамках Федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса РФ» (2013–2014 гг.) и при поддержке ПРООН/ГЭФ-Минприроды РФ в рамках Проекта «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России». Объектами исследования являются растительные сообщества, сформировавшиеся на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» в окрестностях озер Кружное и Камышистое, озера Широкогорлое, ериков

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Волгоградской области в рамках научного проекта № 19–44–340009 p\_a

Дегтярный и Суходол, системы озер Чайка, озера Давыдкино, системы озер Невидимки. Объекты рассредоточены по территории поймы, имеют различные параметры и характер антропогенного воздействия [1,2].

## Материалы и методы

В работе использовалась методика, предложенная в «Методических рекомендациях по применению биологических оценочных показателей при проведении мониторинга и оценки состояния природных комплексов и объектов на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма». Методические рекомендации содержат систему оценочных биологических показателей для определения состояния природных комплексов и объектов при разных видах антропогенной нагрузки: оценка экологической эффективности половодья текущего года, оценка воздействия выпаса, оценка воздействия сенокоса, оценка эффективности дноуглубительных работ и последующей реабилитации ландшафтов. Эти факторы оказывают наиболее глубокое влияние на функционирование пойменных экосистем.

В основе метода лежит комплексная оценка биоты или одной из модельных биологических групп, по набору разнонаправленных показателей. Каждый показатель (метрика) имеет шкалу из 5 или 10 ступеней с балльной оценкой состояний признака. Наиболее высокий балл присваивается показателю, если он отражает условия с минимальным уровнем антропогенного воздействия, наименьший — если условия максимально отклоняются от референтных (ненарушенных) [3].

Данный подход базируется на современных представлениях об особенностях трансформации структурно-функциональной организации экосистем в условиях природных и антропогенно обусловленных изменений режима поймы.

В соответствии с задачами исследования модельной биологической группой выступают растительные сообщества, как природные, так и антропогенно трансформированные, в том числе сенокосы и выпасы, сформировавшиеся в окрестностях водных объектов на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма»

Территория Волго-Ахтубинской поймы, вследствие зарегулированности стока Волги каскадом ГЭС, практически полностью превратилась в управляемый человеком культурный ландшафт. В первую очередь, воздействие половодья испытывают на себе травянистые сообщества. В последние десятилетия устойчиво фиксируются изменения относительного обилия расте-

ний, более требовательных к увлажнению, сокращение числа видов/особей, проходящих полный цикл развития, включая цветение и плодоношение, в угнетенных экологических группах, сокращение объема биомассы. Все эти признаки определяют негативную динамику половодья, в том числе сокращение продолжительности, низкий уровень обводнения. При этом было отмечено, что на состояние растительного покрова поймы оказывает влияние не только характер половодья, но и особенности гидрорежима в межень [4].

В соответствии с методическими рекомендациями допустимый уровень воздействия предполагает режим обводнения, способный поддерживать природные сообщества в устойчивом состоянии при условии обеспечения ими максимально полной реализации экосистемных функций/услуг. Методика оценочных показателей определяет минимальный порог оптимальных количественных значений по показателю экологической эффективности половодья текущего года до 25% от базового уровня.

В системе оценочных показателей представлены в соответствии с уровнем затопления луга верхнего уровня поймы, настоящие злаковые луга среднего уровня поймы, заболоченные луга нижнего уровня. Опосредованная оценка качества половодья, в том числе заиления и зарастания акватории, уровня проточности водотоков проводилась по биологическим показателям растительности мелководья.

Показатели сформированности травостоя оценивались по общему проективному покрытию. Были заложены от 3 до 7 трансект на территории объектов исследования в зависимости от параметров (площади, протяженности) и однородности объектов. В целях формирования более полной картины сложившихся систем растительных сообществ использовался беспилотный летательный аппарат (далее БПЛА) dji Phantom 4. С помощью БПЛА открывается возможность получить более полную картину значительных по своим параметрам объектов. Предварительная съемка с БПЛА существенно повышает качество стратегического планирования исследования: есть возможность уточнения траектории движения или определения наиболее значимых или характерных участков. Кроме того, полученный на основе аэрофотосъемки ортофотоплан дает максимально точную информацию о растительных комплексах (не скрытых кронами деревьев) в данный конкретный период времени.

Для расчета показателей принимались средние значения по количеству выполненных описаний растительности. Полученные сведения заносились в таблицы и далее производилось определение статуса

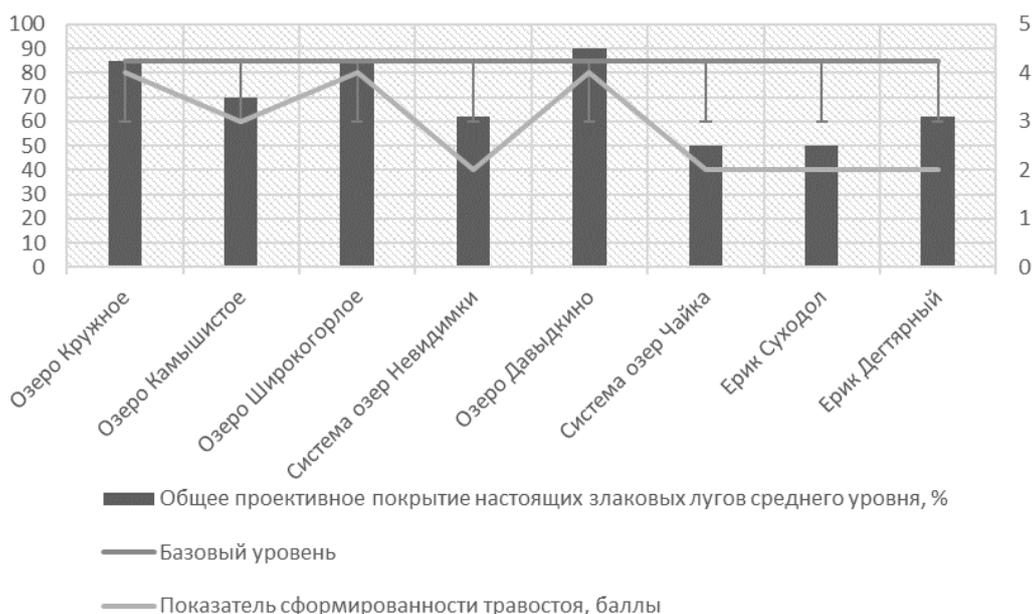


Рис. 1. График распределения показателя сформированности травостоя на злаковых лугах среднего уровня

соответствующего оценочного показателя по объектам. Полученные результаты наглядно иллюстрируются в диаграммах.

### Результаты и обсуждение

В работе представлены результаты полевых наблюдений 2021 года (июль — август) и опыт применения оценочных показателей для оценки состояния растительных сообществ под влиянием паводка текущего года.

Максимальные попуски в 2021 году составили  $25000 \pm 500$  куб.м/с и продлились чуть более недели. Среднесуточный сброс воды на Волжской ГЭС в 2021 году составил  $23000 \pm 500$  куб.м/с [5].

Выбранные для обследования водные объекты располагаются в разных районах Волго-Ахтубинской поймы и находятся в различных условиях обводнения.

Сформированность травостоя оценивали по общему проективному покрытию. По результатам была составлена таблица, показатели которой представлены на диаграмме (рис. 1).

На представленном графике видно, что наибольшие значения проективного покрытия растительности на злаковых лугах среднего уровня отмечаются в окрестностях озер Давыдкино (с наивысшим показате-

лем 90%), Широкогорлое и Кружное (по 85%). Действительно, озеро Давыдкино расположено в нижней части Волго-Ахтубинской поймы (Волгоградской области), на территории которой вода после паводка задерживается надолго, вплоть до конца июля или начала августа месяца, что способствует формированию качественных и достаточно устойчивых растительных сообществ. Озера Кружное и Широкогорлое расположены в Среднеахтубинском районе Волгоградской области. Пойма Среднеахтубинского района максимально освоена под сельскохозяйственные нужды и застройку, вследствие чего большинство водоемов оказались обвалованными, иногда по всему периметру. Так, озеро Широкогорлое практически окружено валом, отделяющим его от сельскохозяйственных угодий. Луга верхнего уровня в окрестностях озера Широкогорлое занимают незначительные площади, располагаясь на узких участках, примыкающих к обваловке. На территории сложились растительные группировки, в составе которых повсеместно встречаются вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia*) и другие злаки. Большую роль играют осоки ранняя и черноколосая (*Carex praecox*, *C. melanostachya*). Разнотравную часть составляют подмаренник русский (*Galium verum*), люцерна голубая (*Medicago coerulea*), полыни понтийская и австрийская (*Artemisia pontica*, *A. austriaca*), молочай уральский (*Euphorbia uralensis*), лапчатка вильчатая (*Potentilla bifurca*), крестовник Якова (*Senecio jacobea*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*), марена татарская

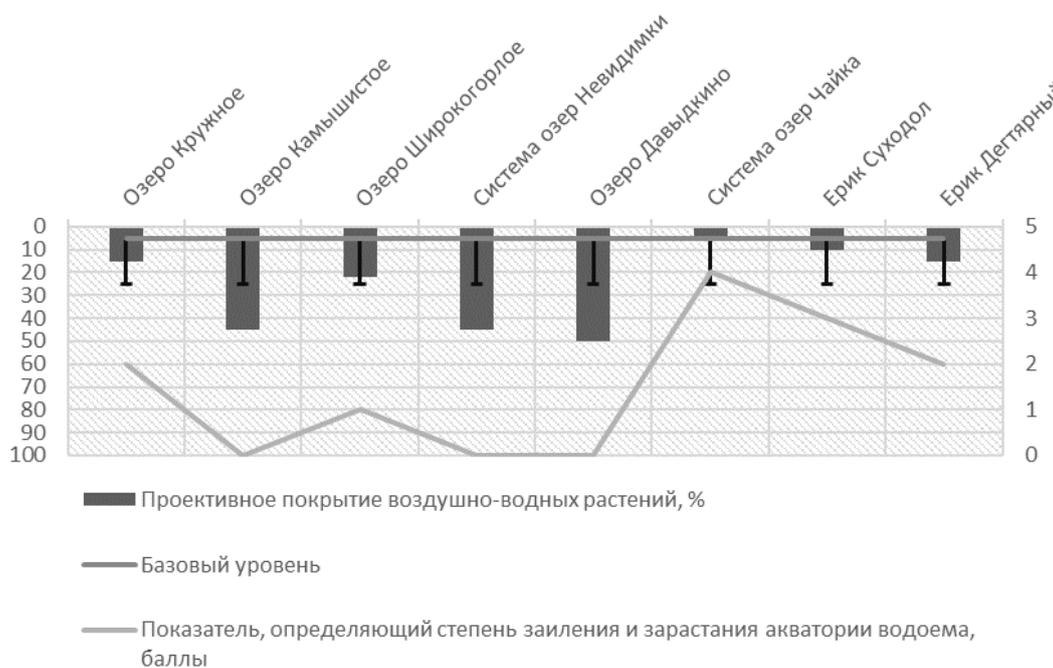


Рис. 2. Распределение показателя оценки степени заиления и зарастания водоемов

(*Rubia tatarica*), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*). Луга среднего уровня широко представлены в окрестностях озера. Типичными являются злаковые пырейно-кострецово-разнотравные сообщества. Доминируют кострец безостый (*Bromopsis inermis*) и/или пырей ползучий (*Elytrigia repens*), которые составляют основу лучших сенокосных лугов. Встречаются и другие корневищные злаки: зубровка ползучая (*Hierochloë repens*), канареечник тростниковидный (*Diglyphis arundinacea*). Почти повсеместно постоянную примесь в травостое создают осоки черноколосая и ранняя (*Carex melanostachya*, *C. praecox*). Озеро Кружное расположено в природоохранной зоне природного парка, в окрестностях озера находятся сенокосные заливаемые луга. Господствуют злаково-осоковые группировки, в составе которых эпизодически доминирует солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*). Повсеместно встречаются вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia*) и другие злаки. Большую роль играют осоки ранняя и черноколосая (*Carex praecox*, *C. melanostachya*). Разнотравную часть составляют подмаренник русский (*Galium verum*), люцерна голубая (*Medicago coerulea*), полыни понтийская и австрийская (*Artemisia pontica*, *A. austriaca*), девясил британский (*Inula britannica*), молочай уральский (*Euphorbia uralensis*), лапчатка вильчатая (*Potentilla bifurca*), крестовник Якова (*Senecio jacobea*).

Самые низкие показатели отмечаются в окрестностях озерной системы Чайка и ерика Суходол. По-

казатели сформированности травостоя на этих объектах ниже оптимального минимума, обозначенного в оценочных показателях. Надо отметить, что оба этих объекта имеют достаточную протяженность, расположены в наиболее освоенных частях Волго-Ахтубинской поймы. По берегам обоих объектов расположены населенные пункты и, соответственно, на всей своей протяженности водоемы перекрыты дамбами или обвалованы. Многочисленные гидротехнические сооружения серьезно нивелируют способность паводковых вод заполнить многочисленные и протяженные водотоки. Так, например, в ерике Суходол к середине августа вода практически не остается.

К основным оценочным показателям для оценки экологической эффективности половодья текущего года относится показатель оценки степени заиления и зарастания водоемов (рис. 2)

Базовое значение показателя определено на уровне 5% проективного покрытия воздушно водными растениями к площади водного зеркала всего водоема. Для определения количества площади водоема, занятой воздушно водной растительностью использовался ортофотоплан, выполненный с помощью БПЛА.

По результатам оценки в соответствии с методикой на рисунке наглядно представлен итоговый материал. На уровне базовых оптимальных показателей находится озерная система Чайка, в пределах амплитуды отклонения от базовых показателей располагаются озера Круж-



Рис. 3. Вид на озеро Давыдкино. Съемка с БПЛА

ное и Широкогорлое, а также ерик Суходол. Наибольший показатель зарастания отмечается на озере Давыдкино. Интерпретация результатов показателя требует пояснений. Озеро Давыдкино — наименее вовлеченный в хозяйственную деятельность объект. Ввиду удаленности от инфраструктуры и населенных пунктов, а также недоступности в достаточно продолжительное время в результате затопления территории во время половодья, озеро Давыдкино представляется в нашей выборке объектов практически ненарушенной экосистемой. Неправильной формы округлое с хвостом — потяжиной озеро, площадью до 1,5 км<sup>2</sup>, небольшой глубины до 1 м, но очень заиленное и практически на половину своей площади заросшее камышом и рогозом (рис. 3). Озеро Давыдкино — излюбленное место водоплавающей птицы. Сформировавшиеся сообщества устойчивы. Вода в озере прозрачная и чистая. От активного антропогенного вмешательства в виде рекреации его защищает удаленность и кратковременная доступность.

Озеро Давыдкино имеет привлекательный вид. При этом еще один оценочный показатель для этого объекта оказался далек от базового — это проективное покрытие растений-нейстофитов. Таким образом при достаточно низких значениях показателя мы констатируем вполне удовлетворительное состояние объекта в целом.

Озеро Камышистое, в отличие от озера Давыдкино, для целей рекреации не привлекательно. Показатель зарастания акватории выходит за пределы оптимального. Озеро Камышистое расположено недалеко от н.п. Вязовка Среднеахтубинского района. Озеро ранее не имело достаточной котловины для заполнения его водой. Собственно, озером фактически оно стало после мероприятий по экологической реабилитации в 2018 году. В 2019 году во время паводка вода в озеро вошла, но не удержалась на планируемых отметках. В 2020 году котловина озера осталась практически без воды. Процесс зарастания свободных территорий начался сразу после окончания работ по реабилитации. Прежде всего сформировались и заполнили большую часть территории мелководий сообщества тростника южного (*Phragmites australis*). Проективное покрытие современного сообщества гелофитов в акватории значительно превышает допустимый оптимум.

На графике 4 наглядно представлены тренды соотношения двух показателей (рис. 4).

Из выборки объектов наиболее низкие показатели у ерика Дегтярный и озера Камышистое. Стоит отметить, что оба эти объекта подвергались мероприятиям по расчистке русла/котловины. Механическое воздействие на хрупкие водные и околоводные сообщества

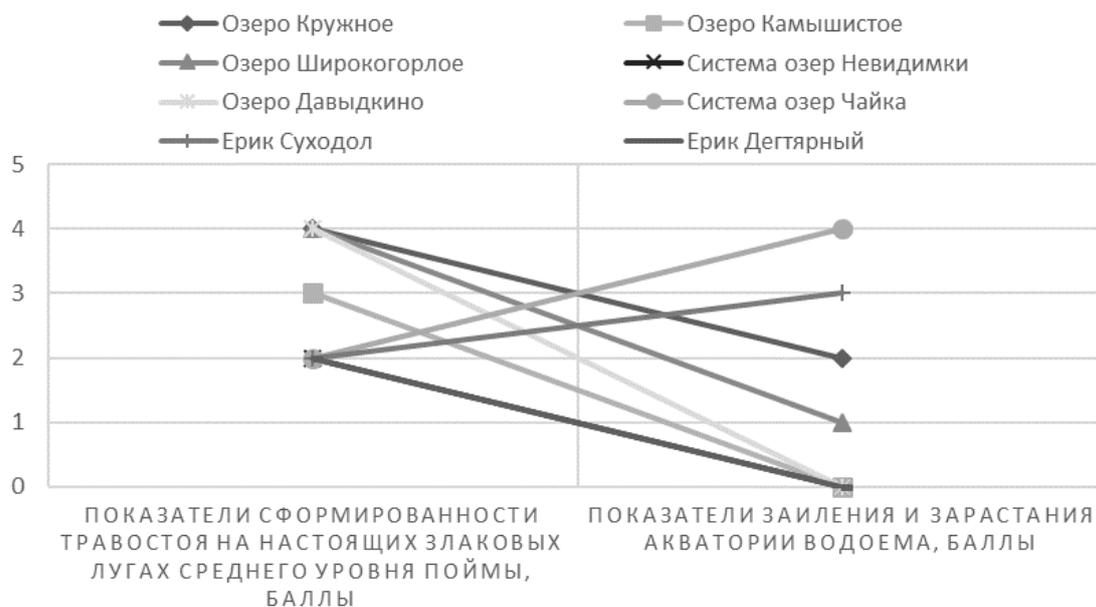


Рис. 4. Распределение показателей сформированности травостоя и заиления и зарастания акватории

негативно отражается на способности объектов к самовосстановлению (ерик Дегтярный). В некоторых случаях и мероприятия по восстановлению оказываются не эффективны (озеро Камышистое). Лучшие показатели оценки экологической эффективности половодья текущего года показывают озерная система Чайка и озеро Кружное. Причем по суммарным показателям они равны, а по качественному признаку категорически разнятся. Так, озеро Кружное показывает высокий показатель сформированности злаковых лугов среднего уровня поймы (85%): отмечается господство злаково-осоковых группировок, в составе которых эпизодически доминирует солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*).

Озерная система Чайка обладает высоким показателем заиления и зарастания. Показатель складывается за счет высокого уровня разрастания воздушно-водных растительных сообществ. Так, при обследовании было отмечено что доминирующими видами являются тростник обыкновенный или южный (*Phragmites australis*) и рогоз узколистный (*Typha angustifolia*). Представлены камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*), болотница болотная (*Eleocharis palustris*), ежеголовник прямой (*Sparganium erectum*), стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*), сусак (*Butomus umbellatus*), горец земноводный (*Polygonum amphibium*) и некоторые другие. Незначительную долю в проективном покрытии составляют осока острая (*Carex acuta*), мятлик болотный (*Poa palustris*), полевица (*Agrostis*). Яркая часть разнотравья представлена такими видами, как ирис ложноаировидный

(*Iris pseudacorus*), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), чистец болотный (*Stachys palustris*). Прогресс заиления был приостановлен мероприятиями по расчистке озерной системы Чайка. Обследования 2021 года показывают, что на протяжении практически всей системы Чайка русло ярко выражено и хорошо сформировано. Процесс зарастания гелофитами купируется за счет вновь сформированных морфометрических параметров: достаточная глубина водоема и уклоны береговых склонов (рис. 5).

Оценочные показатели содержат как основные показатели, так и дополнительные. Очевидно, дополнительные показатели необходимы для уточнения и подтверждения результатов (рис. 6).

Показатель сформированности сообщества погруженных растений служит опосредованным определителем качества воды и условий жизни животных. В диапазон колебания оптимальных значений попадают показатели на озерах Давыдкино, Кружное, Широкогорлое, ерик Суходол. Показатели, близкие к пограничным значениям, но в границах оптимума отмечаются на Невидимках, ерике Дегтярный. Совершенно критические показатели, превышающие допустимое отклонение почти в два раза, фиксируется на озере Камышистое. Такое значение объясняется практически полным отсутствием водного объема в котловине озера и, как следствие, совершенным перенасыщением его растительностью.

Сводный график накопления наглядно демонстрирует особенности сложения показателей по признакам



Рис. 5. Озерная система Чайка. Фрагмент

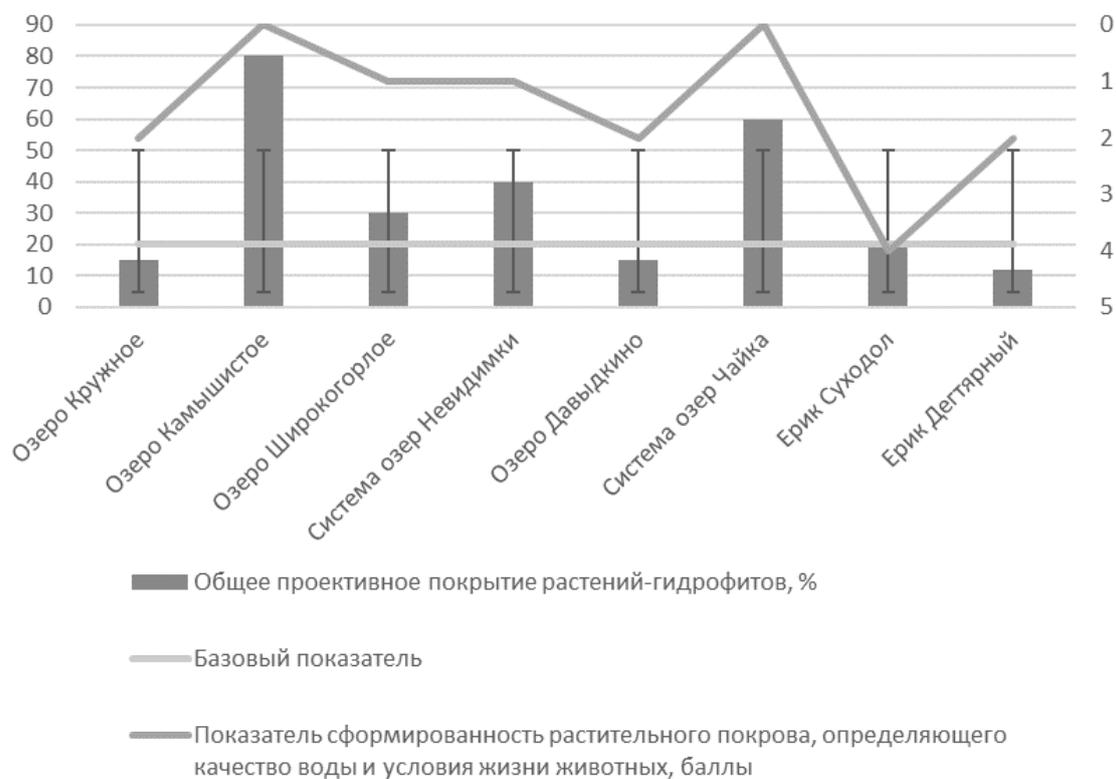


Рис. 6. Сформированность растительного покрова растений гидрофитов

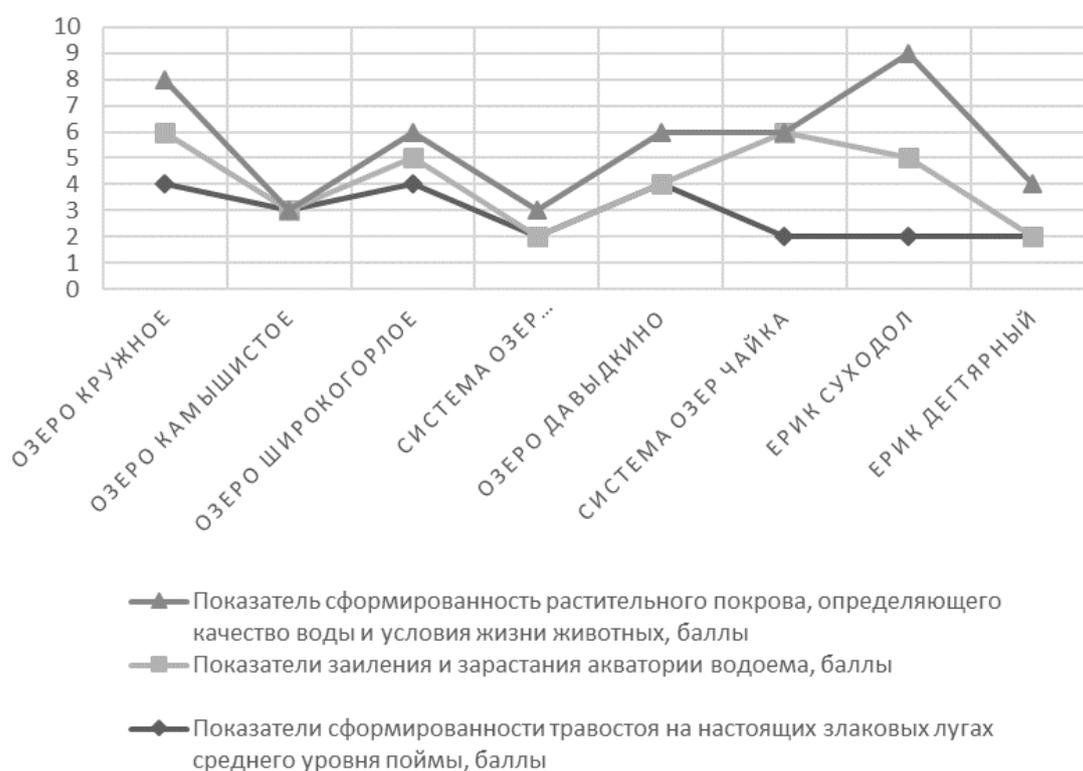


Рис. 7. Сводный график накопления признаков по показателям оценки экологической эффективности половодья 2021 года

для оценки экологической эффективности половодья текущего года (рис. 7).

Так, наивысший показатель на ерике Суходол складывается за счет повышения показателя сформированности сообществ погруженных растений и высокого показателя, отмечающего низкий уровень заиления и зарастания акватории, что формально подтверждает эффективность мероприятий по расчистке. В свою очередь, показатель подтверждает эффективности половодья текущего года для данного конкретного объекта. Суммируя полученную информацию по ерику Суходол, можно сделать вывод о том, что проведенная расчистка русла ерика способствовала повышению эффективности половодья для данного объекта. Это заключение значимо, несмотря на свою очевидность, так как в условиях зарегулированности водного стока (многочисленные ГТС на территории Волго-Ахтубинской поймы) идет полемика о неэффективности мероприятий по расчистке водных объектов.

Самый низкий суммарный показатель фиксируется на озере Камышистое. Его значение полностью определяется показателем сформированности травостоя на лугах среднего уровня. Озеро Кружное расположено недалеко от озера Камышистое и входит с ним в одну

систему водного питания. Заполнение водой в период половодья происходит сначала на озере Кружное, и затем вода приходит на озеро Камышистое. По окончании половодья вода сходит в обратном порядке: получается, что озеро Кружное последнее наполняется водой и первое от нее освобождается. Возможно, это одна из причин значительной разницы показателей.

### Заключение

Была апробирована методика оценки состояния растительных сообществ, сформировавшихся в окрестностях водных объектов на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма». Проведены интерпретация и анализ полученных результатов, в том числе графоаналитическим методом.

По результатам работы были определены объекты с лучшими показателями эффективности половодья текущего года: ерик Суходол, озеро Кружное, озеро Широкогорлое, озеро Давыдкино. Самый низкий уровень по суммарным показателям отмечается на системе озер Невидимки и озере Камышистое. При этом было выявлено, что при одинаково высоких суммарных показателях оценки объектов могут отмечаться существенные различия по качественным признакам.

Анализ состояния растительности методом оценочных показателей позволил подтвердить зависимость процессов самовосстановления и формирования устойчивых растительных сообществ от воздействия внешних антропогенных факторов, непосредственно мероприятий по расчистке или экологической реабилитации водных объектов. При этом были выявлены как положи-

тельные тенденции (ерик Суходол, система озер Чайка) по некоторым показателям, так и негативные (озеро Камышистое), что требует дальнейшего изучения.

В целом состояние растительных сообществ на объектах исследования может быть оценено как удовлетворительное.

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишнякова В.В. Описание и оценка состояния растительных сообществ озерной системы Чайка на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» / В.В. Вишнякова, А.В. Луконина // ADVANCED SCIENCE: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2020. — С. 19–27. ISBN978–5–00159–344–7 URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/04/MK-764.pdf> (дата обращения: 21.09.2021).
2. Луконина А.В. Анализ состояния растительных сообществ в окрестностях озера Широкогорлое на территории природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» / А.В. Луконина, В.В. Вишнякова // ADVANCED SCIENCE: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2020. — С. 12–18. ISBN978–5–00159–344– URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/04/MK-764.pdf> (дата обращения: 21.09.2021).
3. Биологические оценочные показатели для определения состояния природных комплексов и объектов при разных видах антропогенной нагрузки [Текст]: Приказ ГБУ ВО «ПП «Волго-Ахтубинская пойма» (утверждено 01 июля 2016 г. № 278-пр).
4. Козлова М.В. Оценка состояния растительного покрова Волго-Ахтубинской долины на основе ДДЗЗ и анализа связи с параметрами гидрологического режима после зарегулирования стока Волги / М.В. Козлова, А.А. Сапожникова, И.В. Землянов, О.В. Горелиц // Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова, Москва, Россия URL: [https://www.researchgate.net/publication/273462559\\_The\\_assessment\\_of\\_plant\\_cover\\_conditions\\_at\\_Volga-Akhtuba\\_valley\\_based\\_on\\_Remote\\_Sensed\\_data\\_and\\_analysis\\_of\\_hydrological\\_regime\\_parameters\\_during\\_a\\_period\\_of\\_regulated\\_Volga\\_runoff\\_In\\_Russian](https://www.researchgate.net/publication/273462559_The_assessment_of_plant_cover_conditions_at_Volga-Akhtuba_valley_based_on_Remote_Sensed_data_and_analysis_of_hydrological_regime_parameters_during_a_period_of_regulated_Volga_runoff_In_Russian) (дата обращения: 20.09.2021)
5. «О режимах работы Жигулевского и Волгоградского гидроузлов» Указание Росводресурсов от 30.04.2021 URL: <https://voda.gov.ru/activities/volzhsko-kamskiy-kaskad/557471/> (дата обращения: 20.09.2021)

---

© Вишнякова Вера Владимировна ( [vishnyakova@vspu.ru](mailto:vishnyakova@vspu.ru) ),

Сурагина Светлана Александровна ( [s-suragina@mail.ru](mailto:s-suragina@mail.ru) ), Луконина Анна Владимировна ( [alukonina@rambler.ru](mailto:alukonina@rambler.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ВИДА *OLEA EUROPEA* L. В КОНТЕКСТЕ ГОРОДСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

COMPLEX INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL, MORPHOMETRIC PARAMETERS AND THE ELEMENTAL COMPOSITION IN LEAVES OF THE SPECIES *OLEA EUROPEA* L. IN THE CONTEXT OF THE URBAN ECOSYSTEM

**B. Gafarova**  
**A. Mamedova**  
**R. Mamedova**

*Summary.* The research was conducted to define the phyto-indicative and phytoremediative properties of the olive tree *Olea europea* L., which is widely distributed in the Baku city, the capital of the Republic of Azerbaijan, characterized by a tense ecological state. For an integral ecological assessment of the urban environment polluted by anthropogenic factors, chlorophyll fluorescence, fluctuating asymmetry, elemental analysis of the leaves of *O. europea* were studied in parallel, and the correlation between them was determined. A comparative analysis of the physiological state, phenotypic changes in morphological signs, and properties of metal accumulation in the leaves of *O. europea* was carried out, and the ecological basis of the use of this plant in environmental monitoring was also indicated.

*Keywords:* fitomonitoring, morphological signs, physiological state, elemental analysis.

**Гафарова Беим Таур кызы**

Докторант, Бакинский Государственный  
Университет, г. Баку  
bayimgafarova@gmail.com

**Мамедова Афет Октай кызы**

Д.б.н., профессор, Бакинский Государственный  
Университет, г. Баку  
m.afet@mail.ru

**Мамедова Роза Назим кызы**

Докторант, Бакинский Государственный  
Университет, г. Баку  
roza2919@mail.ru

*Аннотация.* Исследования проведены с целью определения фитоиндикативных и фиторемедиативных свойств оливкового дерева — *Olea europea* L., широко распространенного в характеризующимся напряженным экологическим состоянием городе Баку, столице Азербайджанской Республики. Для интегральной экологической оценки загрязненной антропогенными факторами городской среды, были исследованы параллельно флуоресценция хлорофилла, флуктуирующая асимметрия, элементный состав листьев *O. europea*, и определена корреляционная зависимость между ними. Проведен сопоставительный анализ физиологического состояния, фенотипических изменений морфологических признаков и свойств накопления металлов в листьях *O. europea*, а также указаны экологические основы использования этого растения в экологическом мониторинге.

*Ключевые слова:* фитомониторинг, морфологические признаки, анализ физиологического состояния, элементный анализ.

## Вступление

**А**пшеронский экономический район Азербайджана особо нуждается в охране зеленых насаждений. Возрастающее число городского населения, а также параллельное возрастание количество автотранспорта и других техногенных загрязнений, существенно увеличило нарушение баланса между обществом и окружающей средой. В урбанизированных регионах одной из приоритетных направлений является охрана окружающей среды. Так, промышленные предприятия, техногенные загрязнения негативно влияют на биоразнообразии, регулярно подвергая раститель-

ные ресурсы постепенной деградации, приводя к образованию экологически опасных участков. В результате многолетней интенсивной деятельности человека произошло изменение оптимального состояния лесов, озеленений, что послужило существенному сокращению биоразнообразия. Основной целью в данном случае является проведение экологического мониторинга, для своевременного предотвращения уничтожения зеленых массивов и предварительного планирования прогнозов. Актуальным вопросом в экологическом мониторинге является разработка методов ранней диагностики. Для чего необходимо определение нарушения биоиндикативных показателей зеленых массивов,

выявление ПДК загрязнителей для исследуемых растений, а также разработка планированного прогнозирования изменения состояния древесной растительности в результате кратковременного и долговременного интенсивного антропогенного воздействия. В связи с тем, что растительные объекты составляют большую часть биомассы экосистемы, они являются более приемлемыми в проведении экологического мониторинга. По сравнению с другими живыми организмами, растения наиболее уязвимы, подвержены воздействию вредных факторов среды и могут подвергаться изменениям на уровне организма, органов и клеток [13]. Древесная растительность, выступая индикаторами в биомониторинге, позволяет более информативно исследовать годовые сезонные изменения среды [6]. При исследовании влияния вредных факторов окружающей среды на растения изучаются морфологические структуры и физиологические процессы листьев, как относительно наиболее чувствительных тканей и органов растительного организма, находящихся в более тесном контакте с окружающей средой. Изучение условий загрязненной среды, основано на исследовании фенотипических отклонений изучаемых морфологических признаков растительных организмов на уровне тканей, биоиндикации [4]. К отклонениям морфологических признаков высших растений относится изменение цвета листьев, хлороз, некроз, сморщивание (обезвоживание) листа, выпадение листьев и др. В экофизиологических исследованиях как особые объекты выступают вечнозеленые и листопадные деревья [11].

В литературе достаточно широко известны материалы об изменении показателей флуктуирующей асимметрии листьев растений, как показателя интегральной оценки стабильности развития организмов в онтогенезе под действием факторов риска [10,14]. Согласно литературным данным, результаты многочисленных экспериментов показывают, что при различных стрессовых условиях физиологические изменения в листьях растений, особенно в процессе фотосинтеза, который наиболее важен для растений, можно обнаружить с помощью анализа спектров излучения флуоресценции хлорофилла [2,5].

В связи с этим в исследовательской работе для выявления морфо-физиологических изменений у популяций оливковых деревьев, растущих в различных по степени загрязненности территориях города Баку, Апшеронского района, проведен анализ спектров флуоресценции хлорофилла и изучено изменение показателей флуктуирующей асимметрии их листьев. Одновременно для выявления аккумулятивных свойств листьев, были проведены анализы металлов, накопление которых в листьях, является экологически значимой [9]. Итак, для использования в экологическом

мониторинге окружающей среды широко распространенного в городе Баку растения оливковое дерево, является важным проведение анализов и наблюдений для характеристики фитоиндикационных и фиторемедиативных свойств этого растения.

В проведенных исследованиях в качестве объекта исследования были использованы листья *Olea europea* L.—оливкового дерева. *O. europea* является вечнозеленым деревом высотой в 4–6 м, в некоторых случаях и выше с густой кроной. Листья оливы ланцетовидные с серо-зеленой окраской. Данное растение еще с древних времен использовалось для получения растительного масла и в декоративных целях. Оливковое дерево — характерное растение сухих субтропиков, хорошо растущее в условиях континентального климата, устойчивое к засухе, слабому засолению и сильным ветрам. По этой причине в ряде регионов Азербайджана, особенно на Апшеронском полуострове, оливковые деревья широко распространены. Несмотря на то, что *O. europea* является долгожителем и устойчивым растением, оно также может использоваться в качестве объекта биомониторинга [5]. В настоящее время в Апшеронском районе выращивают более 20 сортов оливок, которые встречаются почти на каждом участке Апшеронского полуострова. Поэтому целесообразно использовать ее в биомониторинге и проводить оценку экологического состояния окружающей среды на основе индивидуального устойчивого развития оливковых деревьев.

Исследования проводились в двух различных по степени загрязнения территориях города Баку. Территории исследования были выбраны на основании отчетов Министерства экологии и природных ресурсов и результатов анализа почвы и атмосферного воздуха в соответствующих лабораториях Бакинского Государственного Университета и Института Геологии НАНА. В качестве экологически относительно более чистой оптимальной зоны произрастания оливкового дерева, был выбран участок на территории Ботанического сада в Ясамальском районе города Баку. Как экологически относительно загрязненная зона, был выбран участок в Бинагадинском районе города Баку, вблизи бетон заливного завода, на обочине Бинагадинского шоссе, с интенсивным транспортным потоком. Были исследованы листья оливковых деревьев, растущих на этих участках.

Для анализа показателей флуктуирующей асимметрии оливкового дерева с 20 деревьев были взяты порядка 250–300 листьев. Листья были отобраны с четырех сторон кроны оливкового дерева, с высоты 1,3–1,7 м. В пределах максимальной ширины каждого листка, были измерены расстояния как влево, так и вправо

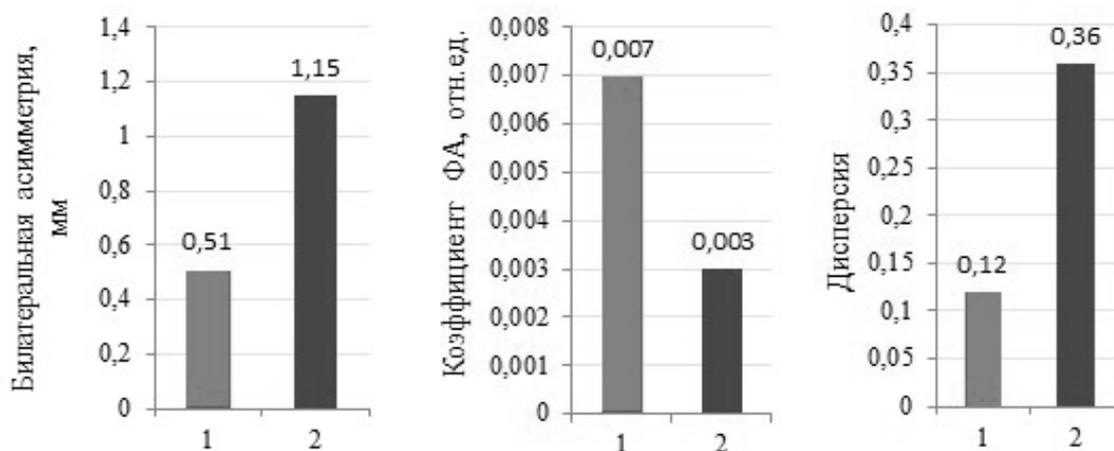


Рис. 1. Интегральные показатели флуктуирующей асимметрии листьев *Olea europaea* L., на территориях 1) экологического оптимума и 2) экологического риска

от центральной жилки (R и L) и длина центральной жилки (l). Для измерений была использована лупа MBS-9 с мм-ым окуляром [7]. Вычисления проводились специальным пакетом программ STATISTIKA 6, созданным на основе языка программирования Java Script (ECMA Script 6). Разработанная программа основана на современном программном обеспечении и вычисления производятся по известным статистическим биометрическим формулам. Были определены показатели флуктуирующей асимметрии листьев — билатеральная разница, среднеквадратичное отклонение, дисперсия, коэффициент флуктуирующей асимметрии, коэффициент вариации, линейное отклонение, вероятность, а распространение билатеральной разницы было показано графически.

В ходе исследования наряду с асимметричными изменениями листьев объектов исследования, был проведен сравнительный анализ также характеристик спектров флуоресценции хлорофилла листьев регистрируемых при комнатной температуре (20 °C). Спектры флуоресценции хлорофилла в листьях (длина волны возбуждения 487 нм) регистрировались на спектрофлуориметре Cary Eclipse (Varian Inc., Les Ulis, France) [3]. Спектры излучения были зарегистрированы в интервале длин волн 650–800 нм. Спектры флуоресценции были зарегистрированы с адаксальной стороны на поверхности диаметром в 6 мм.

Элементный анализ в образцах листьев *O. europaea* и параллельно в образцах почв, взятых из пяти различных точек каждой пробной площадки, проводился методом электронной сканирующей микроскопии под сканирующим электронным микроскопом (СЭМ) JEOL JSM-7600F (Япония). Для элементного анализа в образцах невымытых листьев с помощью СЭМ были сдела-

ны срезы в виде дисков диаметром 1 см, которые были высушены в чистой среде, не подвергаясь какому-либо воздействию. Под СЭМ эти диски фиксируются с помощью специального держателя на двухслойном углеводном стикере и затем приготовленные образцы в условиях вакуума покрываются ионным опрыскивателем золотом и палладием. В работе представлены многослойные изображения и картирование химических элементов в экспериментальных образцах листьев растений и почвы, зафиксированные при помощи СЭМ.

## Результаты и их обсуждение

В исследовании пробная площадка, расположенная на относительно чистой территории города Баку, где практически отсутствуют автотранспорт и объекты индустрии была условно названа экологическим оптимумом. А пробная площадка на обочине шоссе с интенсивным транспортным потоком и вблизи промышленных предприятий была условно названа экологически рискованной территорией.

На рисунке 1 из диаграмм отчетливо видны изменения показателей флуктуирующей асимметрии образцов листьев оливкового дерева на пробных площадках. Так, выявлено, что на относительно загрязненном участке, условно именуемом как территория экологического риска, абсолютный показатель билатеральной разницы в листьях оливкового дерева увеличился в 2,3 раза. Коэффициент вариации на участке экологического оптимума составил 40, а на экологически загрязненном участке 62, что в свою очередь указывает на превосходство в 1,5 раза однородности показателей билатеральной разницы в экологически относительно чистых территориях по сравнению с загрязненными территориями.

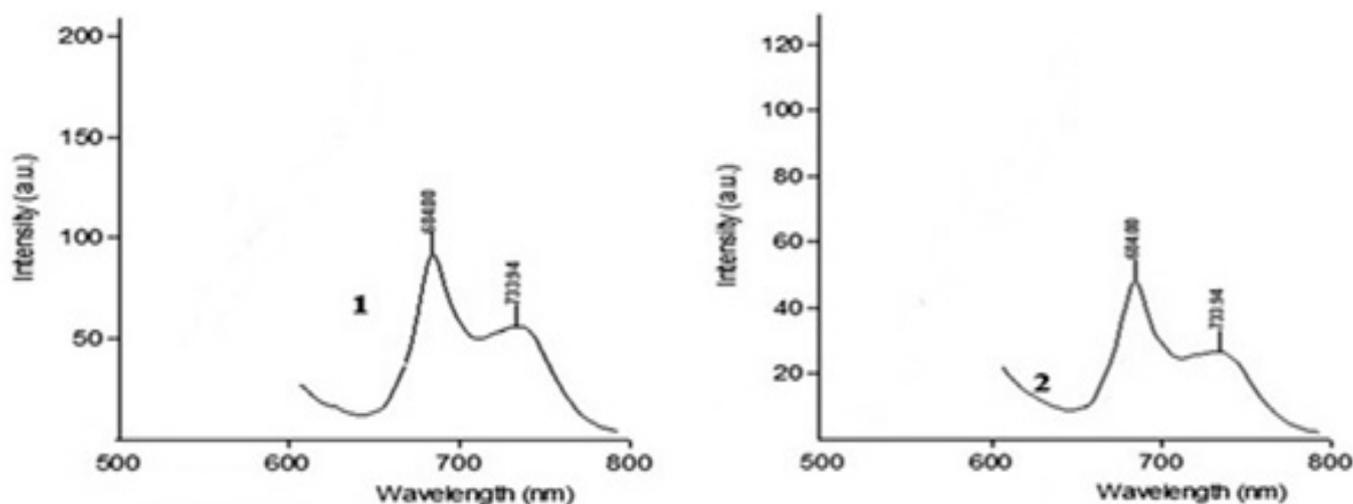


Рис. 2. Спектры флуоресценции хлорофилла в листьях оливы *O. europea* L. в условиях экологического оптимума (1) и территории с экологическим риском (2).

Следует отметить, что если в вариационном ряду на участке экологического оптимума в листьях растения доминирующая разница билатеральной асимметрии (Mod) составляет 0,4, то в листьях растений с загрязненного участка она соответствует 0,9. Разница между абсолютным максимумом и минимумом показателей билатеральной асимметрии в рамках вариации, в зоне экологического оптимума равно 2, а в рискованной зоне 3,5. Экологическое состояние относительно экологически чистой территории города Баку оценивается как контрольная в 100 баллов, а исследуемая экологически загрязненная территория согласно результатам и статистическим расчетам оценивается в 61 балл.

Эти показатели, основанные на первичные изменения в живом организме, позволяют оценивать экологическую ситуацию в условиях загрязнения среды. Отмечено, что на территории города Баку, которая считается относительно экологически загрязненной, уровень показателей флуктуирующей асимметрии в листьях оливковых деревьев был выше, чем на экологически оптимальной территории. Возрастание загрязнения окружающей среды и неблагоприятные условия способствуют нарушению стабильного развития оливкового дерева и коррелятивному возрастанию показателей флуктуации.

Для оценки экологического риска параллельно были исследованы характеристики спектров флуоресценции хлорофилла листьев растений. Флуоресцентное излучение хлорофилла является чувствительным параметром к стрессовым воздействиям окружающей

среды, поэтому используется в экологической оценке ее состояния [8,15].

Оливковое дерево в настоящее время является широко распространенным деревом на территории Апшерона, в том числе и в городе Баку. Их можно встретить на территориях с различной степенью загрязненности. Рост и развитие оливкового дерева отличается в зависимости от степени загрязненности среды. В экспериментах спектры флуоресценции хлорофилла листьев, собранных с оливкового дерева, растущего на загрязненной территории города Баку, вдоль автомагистралей с интенсивным транспортным потоком и вблизи промышленных предприятий, были сопоставлены с листьями деревьев, растущих в оптимальных условиях.

На рисунке 2 показаны спектры флуоресценции хлорофилла в образцах листьев, собранных на территориях экологического оптимума и экологического риска. Спектры флуоресценции хлорофилла характеризуются на красном участке спектра двумя полосами: коротковолновой полосой с максимумом в 684 нм и относительно слабой, умеренной длинноволновой полосой с максимумом в 734 нм. Как видно из рисунка 2, оба спектра флуоресценции имеют одинаково локализованные максимумы, что показывает относительно слабое воздействие на физиологическое состояние исследуемых растений неблагоприятной окружающей среды.

Интенсивность полос флуоресценции листьев с экологически чистого участка — оптимума, существенно превосходит соответствующие показатели с экологически загрязненных территорий. Разница в интенсивности

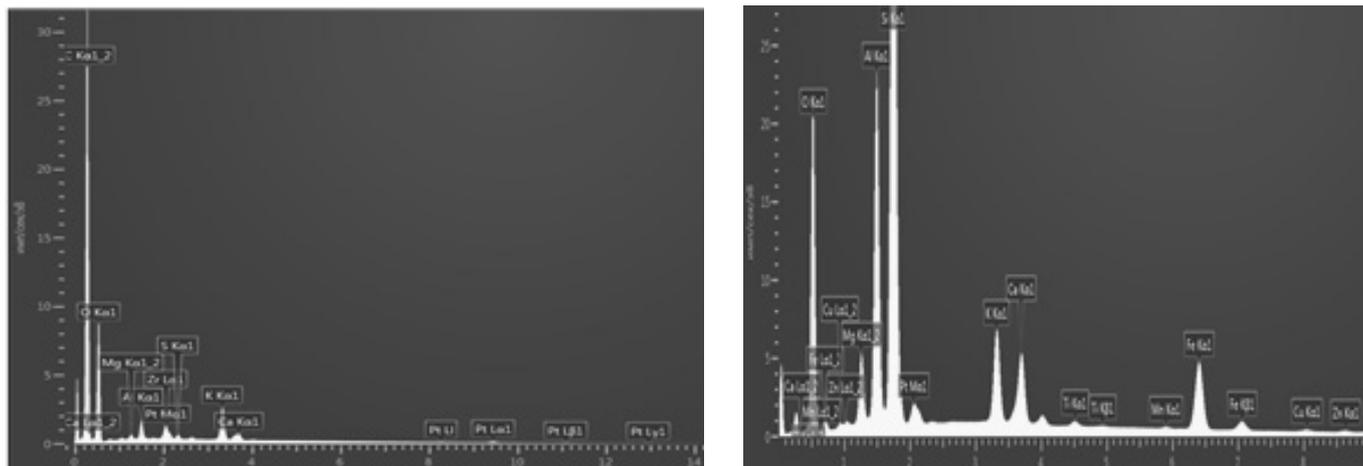


Рис. 3. Картирование элементного состава образцов почв при помощи СЭМ: 1) экологический оптимум 2) экологически загрязненная территория

полос флуоресценции вероятно связано с замедлением синтеза свето-аккумулирующего хлорофилл-белкового комплекса и, соответственно, зависит от размеров центра фотосинтетической флуоресценции в листьях оливкового дерева с загрязненных участков. Из данных литературы известно, что отношение коротковолновой максимальной интенсивности флуоресценции хлорофилла к длинноволновой максимальной интенсивности (685/730) способно выступать в качестве основного показателя фотосинтетического аппарата. Из литературных источников известно, что отношение интенсивности максимума коротковолновой флуоресценции хлорофилла к интенсивности длинноволнового максимума (685/730) может выступать как основной показатель фотосинтетического аппарата [12]. Так, данное соотношение на контрольном участке было равно 0,65, а на территории экологического риска составило 0,55. Известно, что коротковолновая полоса флуоресценции в определенной степени рассматривается как излучение тилакоидной мембраны вокруг центра фотосистемы II [1]. Также известно, что фотосистема II считается более чувствительной частью фотосинтетического аппарата к воздействию вредных факторов окружающей среды. Поэтому даже незначительное снижение соотношения  $Fl_{685}/Fl_{730}$  свидетельствует о снижении активности центра фотосистемы II в листьях деревьев, растущих на загрязненной территории.

Результаты экспериментов показывают, что отличия между спектрами флуоресценции хлорофилла листьев оливковых деревьев с загрязненных территорий и территории экологического оптимума незначительные. Таким образом, оливковые деревья способны сохранять свой нормальный хлорофилловый состав в условиях загрязнения среды и не претерпевают существенных изменений.

В заключение можно отметить, что, хотя оливковое дерево является устойчивым растением, параметры флуоресцентного излучения в его листьях могут быть использованы в качестве компонента экологического мониторинга окружающей среды и могут быть полезны для оценки риска.

Третий этап исследовательской работы состоял в анализе свойства накопления металлических элементов в листьях растения оливкового дерева с помощью СЭМ. Для исследования были отобраны пробы почвы с контрольного участка и относительно экологически рискованной территории и проведен их элементный анализ. Результаты анализа показаны на рисунке 3. Из картирования элементного состава почв видно, что в почвенных образцах исследуемых участков, количественное содержание элементного состава различается. Из рисунка 3 видно, что в образцах почв из зоны экологического оптимума содержание металлических элементов ниже по сравнению с зоной экологического риска. Так, в пробе почвы из зоны экологического риска, где произрастает оливковое дерево содержание Al в 11, Mg в 6, а Zn и Cu в 1,5 раза больше по сравнению с экологическим оптимумом. Кроме этого здесь обнаружены тяжелые металлы Mn, Ti, которые отсутствуют в пробе почвы из экологически оптимальной зоны. Содержание K, Ca, Fe примерно одинаковое в образцах почв с обеих пробных площадок произрастания оливкового дерева.

Также с помощью СЭМ было получено графическое изображение картирования элементного состава листьев оливкового дерева, собранных с пробных площадок (рисунок 4). Так, при сравнительном анализе выявлено, что в листьях из экологически оптимальной территории содержание металлических элементов

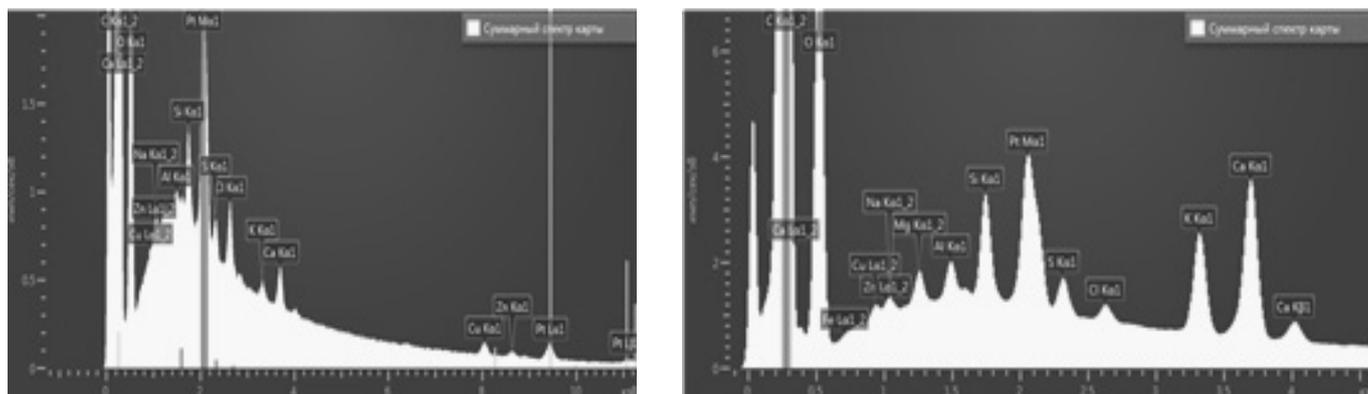


Рис. 4. Картирование элементного состава образцов листьев *Olea europaea* L. при помощи СЭМ: 1) экологический оптимум 2) экологически загрязненная территория

меньше по сравнению с теми же элементами в листьях из экологически рискованной зоны. В листьях оливкового дерева из экологически рискованной территории накопилось Cu в 1,7, Al в 2,2, Si в 2,4, Zn в 1,5, Cl в 1,7, Na в 1,6 и S в 1,6 раз больше по сравнению с листьями оливкового дерева, растущего на экологически оптимальной зоне. Mn, Mg и Fe были обнаружены в листьях оливкового дерева из зоны экологического риска, а в листьях из зоны экологического оптимума эти металлы отсутствовали.

Таким образом, определив изменение в онтогенезе стабильного развития растения *O. europaea*, можно также дать информацию о физиологических изменениях, происходящих внутри организма самого растения. Анализ морфометрических показателей, являющийся экономически доступным, простым методом, дает возможность получить информацию для оценки состояния окружающей среды при проведении экологического мониторинга, на основе чего создаются условия для планирования природопользования.

## Выводы

Несмотря на достаточную устойчивость оливкового дерева к неблагоприятной окружающей среде,

в стрессовых, рискованных условиях организм реагирует, вызывая изменение физиологической стабильности листьев и морфологического признака как проявление фенотипической изменчивости в онтогенезе. Реакция организма в виде изменений морфометрических признаков листьев коррелирует с чувствительностью физиологического состояния внутри листа. Тест на основе изменения показателей флукутирующей асимметрии листьев, можно определить закономерность изменения в более мелких структурах внутри организма растения. Другими словами, мы получаем возможность прогнозировать состояние самого организма и также среды, выявляя небольшие изменения, которые еще не привели к полному разрушению организма. Выявленные в экспериментах, как фитоиндикативные, так и ремедиативные свойства *Olea europaea* L., открывают новые возможности для его использования в биомониторинге. В ходе исследований было установлено, что в одной и той же массе листьев в условиях повышенного загрязнения накапливалось больше металлических элементов, чем в зоне экологического оптимума. Это позволяет использовать фиторемедиативные свойства оливкового растения, широко распространенного на Абшероне, в том числе в городе Баку, при проведении биомониторинга и мер для улучшения качества среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Baker N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo // Annual Review of Plant Biology. — 2008. — 59. — p.89–113.
2. Belasque J., Gasparoto M.C.G., Marcassa L.G. Detection of mechanical and disease stresses in citrus plants by fluorescence spectroscopy // Applied Optics. — 2008. — Vol. 47, no 11. — P. 1922–1926.
3. Bidet, L. Responses of epidermal phenolic compounds to light acclimation: in vivo qualitative and quantitative assessment using chlorophyll fluorescence excitation spectra in leaves of three woody species / L. Bidet, S. Meyer, Y. Goulas [et al.] // Journal of Photochemistry and Photobiology. B. Biology, — 2007. — (2–3), — P. 163–179.
4. Mammadova A.O. Complex assessment of the bioindicative and bioremediative potential of the some plant's species // Annals of Agrarian Science, — 2010. — (4). — P. 1–8.

5. Mammadova A.O., Farzaliyev N.F., Mammadova R.N. Environmental Assessment of the Tree Plant Leaves According to their Physiological State and Fluctuating Asymmetry Indices of Morphological Features, Which Widely Spread in Baku // *Journal of Ecology of Health & Environment*. — 2017 — Vol. 5. — P. 19–21.
6. McIver D.C., Fenesh A. Biodiversity monitoring / *Proceedings of the Euro MAB2002 Meeting October 7–11. Ryoma*, — 2002. — P. 84–85.
7. Palmer A.R., Strobeck C. (1986) Fluctuating asymmetry measurement, analysis, patterns // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* — 1986. — (17). — P. 391–421.
8. Thach L.B., Shapcott A., Schmidt S., Critchley C. The OJIP fast fluorescence rise characterizes Cratophyllum species and their stress responses // *Photosynthesis Research*, — 2007. — 94(2). — P. 423–436.
9. Tomasevic M.Z, Vukmirovic Z., Rajsic S.M, Tasic M., Stevanovic B. Characterization of trace metal particles deposited on some deciduous tree leaves in an urban area // *Chem.* — 2004. — 61. — P. 753–760.
10. Захаров В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // *Экология*. — 2001. — № 3. — С. 177–191.
11. Кавеленова, Л.М. К методологии экофизиологических исследований листьев древесных растений / Л.М. Кавеленова, Е.В. Малыгина, С.А. Розно, Ю.В. Смирнов // *Поволжский экологический журнал*. — 2008. — № 3. — С. 200–210.
12. Казимирко Ю.В. Разработка флуорометрических методов оценки состояния фотосинтетического аппарата для биоиндикации среды. Автореф. дисс. канд. биол. наук. — М., — 2006. — 26 с.
13. Мамедова А.О. Биоиндикация качества окружающей среды на основе мутационной и модификационной изменчивости растений // *Цитология и генетика*. — 2009. — Т. 43, № 2. — С. 61–64.
14. Мамедова А.О., Фарзалиева Н.М. Оценка загрязненной транспортной среды использованием древесных растений *Pinus eldarica* Medw. // *Вестник Нижневартовского государственного университета*. — 2020. — № 1. — С. 134–139.
15. Рубин А.Б. Биофизика фотосинтеза и методы экологического мониторинга // *Технология живых систем*. — 2005. — Т. 2. — С. 47–68.

© Гафарова Беим Таир кызы ( bayimgafarova@gmail.com ),

Мамедова Афет Октай кызы ( m.afet@mail.ru ), Мамедова Роза Назим кызы ( roza2919@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Бакинский государственный университет

# СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ БИОТОПОВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСОПАРКОВОЙ ЗОНЫ НОВОСИБИРСКОГО АКАДЕМГОРОДКА

**Горина Наталья Дмитриевна**

Аспирант, Новосибирский Государственный  
Аграрный Университет  
ndgorina@mail.ru

## STRUCTURE OF COMMUNITIES OF SMALL MAMMAL BIOTOPES OF VARIOUS DEGREES OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE FOREST ZONE OF THE NOVOSIBIRSK ACADEMGORODOK

**N. Gorina**

*Summary.* As a result of two-year monitoring (2019, 2020) of the state of communities and the number of populations of insectivorous and rodents in biotopes of varying degrees of anthropogenic transformation in the forest zone of the Novosibirsk Academgorodok. The features of the structural organization of communities of small mammals at different stages of anthropogenic transformation from native to urban cenosis have been studied. It was revealed that at the early stage of anthropogenic transformation in the contact zone with low-rise buildings, a species-rich community with a high proportion of rodents is formed. The species diversity of communities of small mammals is characterized using information indices.

*Keywords:* anthropogenic landscape, insectivores, rodents, small mammals, information indices.

*Аннотация.* В результате двухлетнего мониторинга (2019, 2020 гг.) состояния сообществ и численности популяций насекомоядных и грызунов биотопов разной степени антропогенной трансформации на территории лесной зоны Новосибирского Академгородка. Изучены особенности структурной организации сообществ мелких млекопитающих на разных этапах антропогенной трансформации от нативной до урбозеноза. Выявлено, что на раннем этапе антропогенной трансформации в зоне контакта с малоэтажной застройкой формируется богатое видами сообщество с высокой долей численности грызунов. Видовое разнообразие сообществ мелких млекопитающих охарактеризовано с помощью информационных индексов.

*Ключевые слова:* антропогенный ландшафт, насекомоядные, грызуны, мелкие млекопитающие, информационные индексы.

**В** отечественной и зарубежной литературе накоплен обширный материал по реакциям мелких млекопитающих на антропогенную трансформацию среды. Вместе с тем, подавляющее большинство подобных работ направлено на оценку антропогенной трансформации ландшафтов, обусловленной строительством и функционированием промышленных и сельскохозяйственных объектов. Значительно меньше известно о процессах, происходящих при освоении территории в ходе жилищного строительства. Имеющиеся данные касаются, главным образом, многоэтажной застройки. Работы по изучению мелких млекопитающих в районах дачной и коттеджной постройки являются единичными (Пястолова, Нуртдинова, 2008). Подавляющее число биоиндикационных исследований начинается уже после коренных преобразований ландшафтов.

Работ по мониторингу процесса этих преобразований на всех его этапах (от нативной экосистемы до урбозеноза) практически нет. На территории Новосибирской области запущен процесс упорядочивания малоэтажной комплексной застройки. Наша работа посвящена исследованиям по изучению видовой структуры и биоразнообразия сообществ мелких млекопитающих, обитающих на территориях с различной степенью антропогенной трансформации на всех этапах освоения в ходе жилищного строительства. В этом контексте была поставлена цель работы — выявить различия структуры и численности сообществ мелких млекопитающих биотопов в процессе малоэтажной застройки и на более поздних этапах антропогенной трансформации. Под биотопом мы понимаем территорию естественной растительности, на котором происходит отлов зверьков.

## Материалы и методика

На изучаемой территории были выделены 4 типа биотопов лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка, различающихся по степени антропогенной трансформации: контрольный участок естественной растительности — «лес» и 3 экспериментальных участка: в зоне контакта с малоэтажной застройкой на начальном этапе жилищного строительства — «стройка», на границе с дачным товариществом — «дачи» и лесополоса между полями проса — «поле». Участки расположены относительно недалеко друг от друга, радиус рассматриваемой территории составляет не более 5 км. В зависимости от последствий деятельности людей на исследуемые ландшафты в процессе освоения территорий, определена последовательность биотопов по степени антропогенной трансформации в порядке убывания: стройка, дачи, поле, лес.

Стройка еще не завершена, за последние 2 года котеджи, проложены автомобильные дороги, происходит освоение новых территорий для дальнейшего строительства.

Садово-дачное товарищество сформировалось в 80-х годах прошлого века, исследуемый биотоп находится в 5 м. от границ дач с лесной зоной Новосибирского Академгородка.

Поле — лесная формация на стыке с полями.

Естественная растительность представлена березовым лесом с примесью осины. Береза повислая (*Betula pendula*) отличается светолюбием, быстрым ростом молодняка, нетребовательностью к почве и относительной морозоустойчивостью. Осина обыкновенная (*Populus tremula*) предъявляет большие требования к почве и более светолюбива, поэтому меньше распространена.

Объект исследований — довольно значимая в биоценотическом плане группа мелких млекопитающих: землеройки и мышевидные грызуны. На исследуемой территории добыто 19 видов мелких млекопитающих, которые по степени доминирования в суммарных отловах располагаются следующим образом: обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* L.) 0,54, полевка-экономка (*M. oeconomus* Pall.) 0,08, полевка красная (*Myodes rutilus* Pall.) 0,05, мышь полевая (*Apodemus agrarius* Pall.) 0,05, полевка пашенная (*Microtus agrestis* Pall.) 0,04, малая бурозубка (*Sorex minutus* L.) 0,04, обыкновенная полевка (*Microtus arvalis* Pall.) 0,03, лесная мышовка (*Sicista betulina* Pall.) 0,03, средняя бурозубка (*Sorex caecutiens* Laxmann) 0,03, рыжая полевка (*Myodes glareolus* Pall.) 0,03, красно-серая полевка

(*Myodes rufocanus* Pall.) 0,03, равнозубая бурозубка (*Sorex isodon* Turov) 0,02, обыкновенная кутора (*Neomys fodiens* Pennant) 0,02, сибирский крот (*Talpa altaica* Nikolsky) 0,02, мышь-малютка (*Micromys minutus* Pall.) 0,02, сибирская белозубка (*Crocidura sibirica* Dukelsky) 0,01, тундряная бурозубка (*Sorex tundrensis* Merriam) 0,001, восточноазиатская мышь (*Apodemus peninsulae* Thomas) 0,001, полевка узкочерепная (*Microtus gregalis* Pall.) 0,001. В работе использованы материалы, собранные автором в период за 2 года (2019 г., 2020 г.). Все материалы объединяют использование единых методик их сбора и обработки. Отловы проводились с помощью стандартных ловчих канавок 50 м длиной с 5 цилиндрами, вкопанными с интервалом 10 м (Наумов, 1955) в единые сроки с 18 июня по 30 августа и проверялись ежедневно утром. Для обеспечения сравнимости данных, полученные результаты учетов пересчитывались в единицы относительной численности (число особей на 100 цилиндросуток — далее ц.с.). За исследуемый период было отработано 3850 ц.с., отловлено 392 экземпляров отряда Eulipotyphla и 242 отряда Rodentia. Все пойманные экземпляры подвергались стандартной зоологической обработке.

Для характеристики численности видов применена бальная оценка на основании индекса доминирования (Беклемишев, 1961), который отражает соотношения видов в сообществе (и.д., %): 4 — доминирующий (10 > и.д.), 3 — обычный (10 > и.д. < 3), 2 — редкий (3 > и.д. < 1), 1 — единичный (1 > и.д.).

Для комплексной оценки количественных отношений между видами и уровнем видового разнообразия в сообществах мелких млекопитающих нами использованы информационные показатели. В качестве мер разнообразия и выравниваемости применены информационные индексы. Индекс Симпсона  $D = 1/\sum p_i^2$ , индекс выравниваемости Симпсона  $E = D/S$ , индекс Шеннона  $H = \sum p_i \ln p_i$ , индекс выравниваемости Шеннона  $J = H/\ln S$ , где  $p_i$  — доля  $i$  — вида в суммарной численности,  $S$  — видовое богатство.

Индекс Симпсона обычно зависит от числа видов в сообществе и их соотношения, как правило, он сильнее других реагирует на перестройку в структуре доминирования сообществ мелких млекопитающих и, как следствие, наиболее чувствителен к изменению доминирования, в том числе и под влиянием антропогенных факторов. Индекс Шеннона также зависит от совокупности значений доли каждого вида в сообществе. Он не меняется, если число видов и их относительные доли постоянны. Поэтому изменения значений индекса, особенно в сторону уменьшения, указывают на нарушение структуры доминирования сообщества, выпадения из него отдельных видов, т.е. на утрату устойчивости

Таблица 1. Бальная оценка численности видов мелких млекопитающих на разных типах биотопов лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка, различающихся по степени антропогенной трансформации.

Вид	Стройка	Дачи	Поле	Лес
Крот сибирский	2	2	3	1
Бурозубка обыкновенная	4	4	4	4
Бурозубка тундряная	-	1	-	-
Бурозубка средняя	1	2	2	2
Бурозубка малая	2	3	3	3
Бурозубка равнозубая	3	2	1	-
Белозубка сибирская	1	2	1	1
Кутора обыкновенная	2	3	-	2
Лесная мышовка	1	3	1	2
Мышь полевая	2	3	2	3
Мышь восточноазиатская	1	-	-	-
Мышь-малютка	2	1	-	2
Полевка красно-серая	2	2	2	1
Полевка рыжая	3	-	3	1
Полевка красная	1	2	4	2
Полевка-экономка	4	1	3	4
Полевка пашенная	3	2	2	2
Полевка обыкновенная	2	3	1	1
Полевка узкочерепная	-	1	-	-
отловлено экз.	186	99	173	176
Обработано (цилиндро-суток)	950	980	980	940
Количество видов (насекомоядные/грызуны)	17 (7/10)	17 (8/9)	14 (6/8)	15 (6/9)

Виды: 4 — доминирующий, 3 — обычный, 2 — редкий, 1 — единичный, «-» — вид отсутствует в уловах.

сообщества (Бигон и др., 1989, Мэгарран, 1992, Литвинов и др., 1998, 2010).

### Результаты и обсуждение

Состав фауны и структура населения мелких млекопитающих разных типов биотопов лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка.

Основу фауны мелких млекопитающих лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка составляют лесные виды насекомоядных и грызунов, биотопическая приуроченность которых тесно связана с принадлежностью к различным фауногенетическим группам (Кучерук, 1959; Кулик, 1972; Шварц, 1989). Фауногене-

тическая связь и биотопическая приуроченность насекомоядных к разреженным лиственничным лесам с развитым травянистым покровом обеспечивают их относительно высокую численность и абсолютное доминирование в сообществах.

Многочисленную группу составляют виды, фауногенетически связанные с лесами Северной Азии. Таежный или сибирский фаунистический комплекс представлен 7 видами: равнозубая, тундряная, средняя, плоскочерепная бурозубки, сибирский крот, красная, красно-серая полевки.

Виды, по происхождению связанные с хвойно-широколиственными лесами третичного периода, состав-

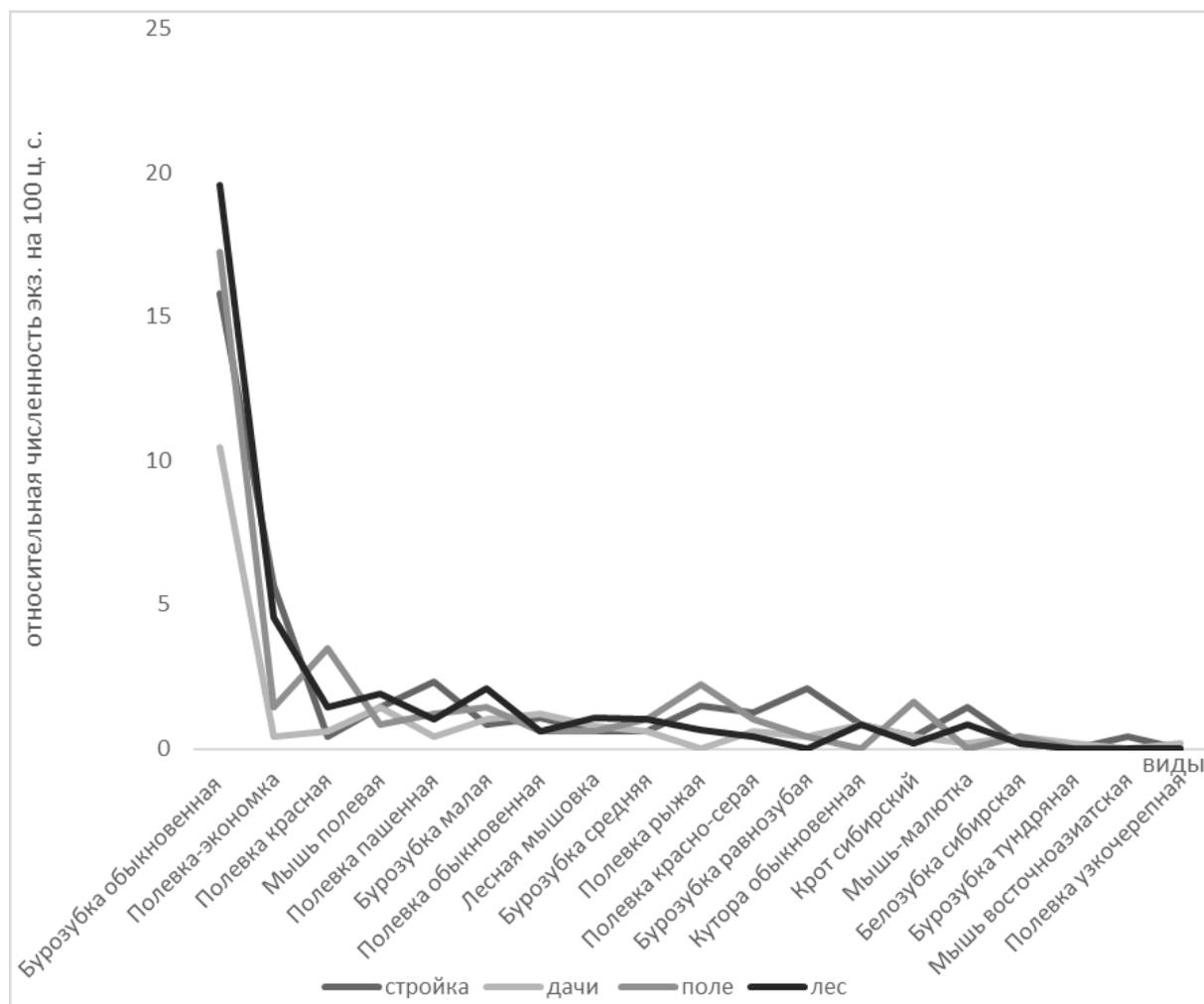


Рис. 1. Средняя относительная численность мелких млекопитающих на исследуемых биотопах за период 2019–2020 г.г. (число особей на 100 ц.с.)

ляют следующую группу: белозубка сибирская, лесная мышовка, обыкновенная и рыжая полевки, восточноазиатская мышь.

Еще одну группу в составе фауны образуют западные палеаркты: бурозубка обыкновенная, мышь-малютка, мышь полевая, полевка-экономка, пашенная полевка.

Бурозубка малая и кутора обыкновенная фауногенетически являются южными видами. Один вид — узкочерепная полевка, относится к тундростепным реликтовым видам.

Анализ видовой структуры населения мелких млекопитающих (табл. 1) и показатели их численности (рис. 1), предоставляют возможность выявить общие черты и характерные особенности этой группе животных в пределах исследуемых биотопов лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка.

При анализе соотношения численности на всех исследуемых биотопах выделены специфические особенности, свойственные группировкам исследованных животных: в пределах всех типов биотопов доминирующим видом является бурозубка обыкновенная (рис. 1), так как численность насекомоядных превышает численность мышевидных грызунов в суммарных отловах на поле и в лесу примерно в 2, в садово-дачном товариществе (дачи) в 2,4 раза. Однако на экспериментальном участке строительства коттеджей, который соответствует раннему этапу антропогенной трансформации ландшафта (стройка), значительных различий этого показателя не обнаружено (рис. 2).

### Стройка

Общее количество отловленных зверьков здесь самое высокое — 186 экз., зафиксирована более высокая численность мышевидных грызунов относительно чис-

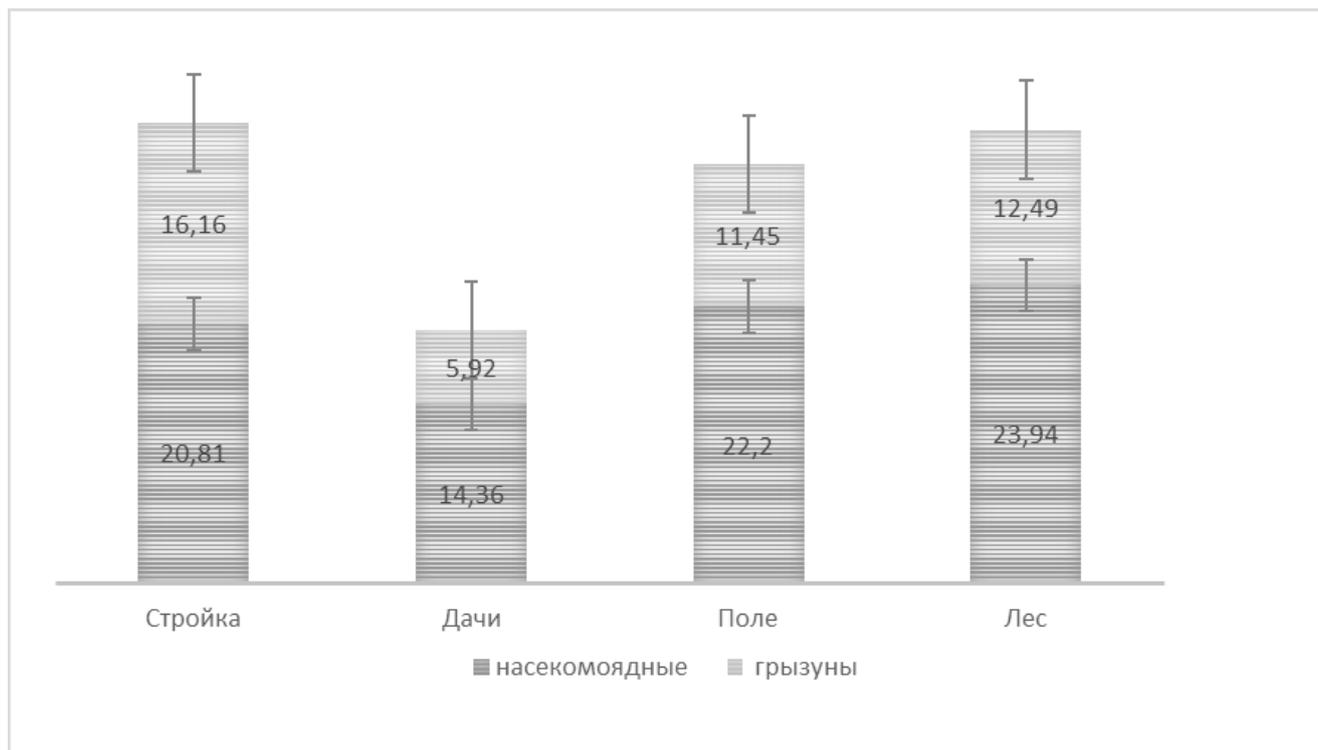


Рис. 2. Численность мелких млекопитающих на разных типах биотопов лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка, различающихся по степени антропогенной трансформации за 2 года исследований, экз. на 100 ц.с.

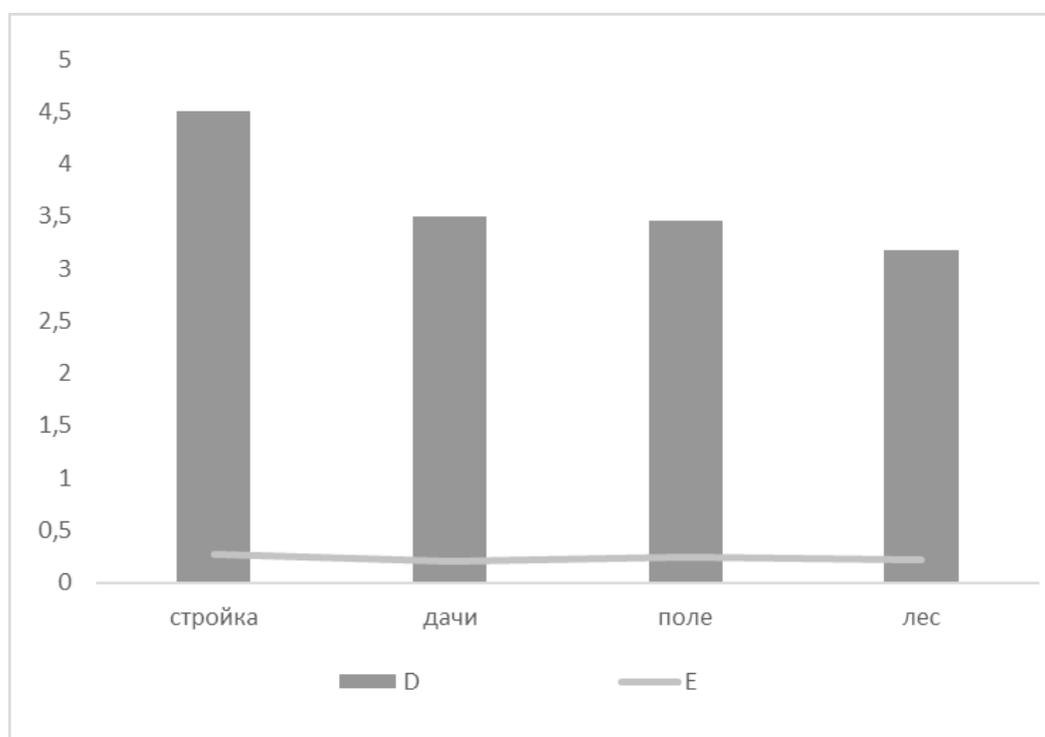


Рис. 3. Информационные индексы биоразнообразия Симпсона — D и индексы выравненности Симпсона — E сообществ мелких млекопитающих биотопов

ленности насекомоядных в суммарных отловах (рис. 2) в сравнении с аналогичными показателями на остальных биотопах. Видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих, в сравнении с таким же показателем на остальных биотопах — выше, как и значение индекса Симпсона (рис. 3).

Доминирующую группировку составляют обыкновенная бурозубка и полевка-экономка. Абсолютное доминирование первого вида определяется благоприятными условиями биотопа: микроклимат вырубок отличается от лесного более резкими колебаниями температурного режима, влажности. Такие условия сложились в результате малоэтажной застройки территории, сопровождающейся вырубкой, прокладкой дорог и т.п., как следствие вторичной сукцессией экосистемы. В условиях высокой освещенности начинает интенсивно разрастаться рудеральная растительность, в летне-осенний период здесь селится большое число объектов питания бурозубки обыкновенной. Для полевки — экономки, второго доминирующего вида, достаточное увлажнение и значительное развитие травянистого яруса, являются благоприятными условиями. Обычны равнозубая бурозубка, рыжая и пашенная полевки. Первый вид предпочитает места с хорошо развитым слоем подстилки, полевки тяготеют к влажным местам обитания, поселяются на зарастающих вырубках. Редки в составе сообщества виды, предпочитающие осветленные и более открытые участки: мышь — малютка, полевая мышь, полевка обыкновенная.

Достаточно быстрое изменение экосистемы в процессе застройки, разнообразие условий местообитания, по нашему мнению, определяют параметры видового разнообразия и сосуществование здесь более значительного числа видов мышевидных грызунов в пределах всех исследуемых участков. Исходя из вышеизложенного данное сообщество является полидоминантным, недостаточно выравненным, нарушенное. Имеет более равномерное распределение видов, что выражается в постепенном снижении долевого участия от доминантов к малочисленным видам и высокой суммарной численностью, что свидетельствует о благоприятных условиях для большинства видов. Обыкновенная бурозубка в отличие от сообщества леса не столь многочисленна и имеет сопоставимые показатели численности с другими видами.

### Дачи

К особенностям, свойственным группе животных в пределах садово-дачного товарищества можно отнести: самую низкую численность и максимальное превышение в суммарных отловах насекомоядных относительно численности грызунов. Однако сообщество

представлено 17 видами: 8 насекомоядных и 9 мышевидных грызунов, что характеризует достаточную емкость среды. Видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих соответствует значению индекса Симпсона 3,5. Абсолютно доминирует обыкновенная бурозубка, так как в отловах преобладают насекомоядные и данный вид является преобладающим по численности. Обычными являются: малая бурозубка, обыкновенная кутора, лесная мышовка, полевая мышь и обыкновенная полевка. Полевки: красная, пашенная, красно-серая не достигают значительной численности из-за скудости кормовой базы. Редкие насекомоядные: крот сибирский, сибирская белозубка, средняя и равнозубая бурозубки. Мышь — малютка и полевка-экономка единичны в отловах. Только здесь проникает в лесные местообитания узкочерепная полевка. Учитывая особенности, свойственные группировке исследованных животных на данной территории, такое сообщество является малочисленным, полидоминантным с преобладанием доли насекомоядных, невыравненное.

### Поле

Количество отловленных зверьков возле поля достаточно высокий — 173 экз. Анализ бальной оценки численности видов мелких млекопитающих на поле выявил наименьшее их число — 14, из которых 6 насекомоядных и 8 видов мышевидных грызунов. Численность последней группы животных в суммарных отловах в 2 раза ниже насекомоядных. Это свидетельствует, что данное сообщество отличается не только видовым составом, но и структурой доминирования. Невысокое видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих соответствует значению индекса Симпсона ~ 3,5. В составе сообщества доминируют обыкновенная бурозубка и красная полевка. Высокая численность красной полевки связана с предпочтениями к местообитаниям с достаточным количеством семян травянистых растений, грибов, ягод. Группировку обычных видов составляют сибирский крот, малая бурозубка, рыжая полевка и полевка-экономка. Высокая численность первых двух видов насекомоядных обеспечивается достаточной кормовой базой. Активизация насекомых вызвана более ранним сходом снега на поле и прогреванием почвы. Высокая численность именно малой бурозубки на данной территории можно объяснить, что она более насекомоядна, чем другие землеройки (Шефтель Б.И., 1990, Гусева. Т.Л. и др., 2014, Ивантер Э.В., Курхинен Ю.П., 2014,). Многочисленна полевка-экономка, которая тяготеет к опушкам. Распространение рыжей полевки хорошо согласуется с тем, что она тяготеет к участкам, занятым растительностью с элементами неморальной флоры (Виноградов, 2011). Высокая численность обыкновенной бурозубки определяет малочисленность средней бурозубки в отловах. Редки в со-

стае сообщества виды, тяготеющие к местообитаниям мезофитного типа — полевая мышь, красно-серая и пашенная полевки (Пузаченко Ю.Г., Кузнецов Г.В., 1998, Роговин К.А., 1999, Андреева Т.А., Окулова Н.М., 2009). Равнозубая бурозубка, белозубка сибирская, обыкновенная полевка и лесная мышовка единичны. Число видов, входящих в это сообщество в пределах нашего исследования, минимально, что определяется ограниченной биологической продуктивностью растительного покрова, маломощностью и бедностью почв на этой территории, их истощения в результате многолетнего аграрного оборота полей. Таким образом, на данной территории сложилось обедненное сообщество мелких млекопитающих с неравномерным ранговым распределением видов.

### Лес

Показатели численности и анализ видовой структуры населения мелких млекопитающих на участках контроля (лес) и поля, позволяют выявить общие черты, свойственные этим группам животных на биотопах: количество отловленных экземпляров, количества видов насекомоядных и мышевидных грызунов, соотношение численности отловленных представителей отрядов, как 2:1 соответственно, вид-доминант — обыкновенная бурозубка, высокая численность малой бурозубки, редко встречается средняя бурозубка. Однако, следует обратить внимание на специфические особенности структуры доминирования насекомоядных на участке контроля: отсутствие равнозубной бурозубки, единичны экземпляры крота сибирского, редким является в составе сообщества вид, предпочитающий увлажненные местообитания — кутора обыкновенная. Анализ видовой структуры сообщества мышевидных грызунов контрольного участка — лес, отличается присутствием в отловах вида мышь-малютка, не зафиксированного на поле. Структура доминирования грызунов существенно отличается. Хотя доминирующий вид полевка — экономка, а полевая мышь — обычна в отловах, численность этого вида тоже существенна. Редкие в отловах виды: лесная мышовка, мышь-малютка, красная и пашенная полевки, неплохо представлены в сообществе леса. Единичны красно-серая, рыжая и обыкновенная полевки. Информационный индекс разнообразия Симпсона имеет достаточно высокий показатель, равный, несмотря на преимущество в численности насекомоядных (рис. 3). В целом структура доминирования характеризует сообщество мелких млекопитающих как полидоминантное, слабовыравненное, в незначительной степени нарушенное.

### Заключение

Фауна 4 типов биотопов лесопарковой зоны Новосибирского Академгородка, различающихся по степе-

ни антропогенной трансформации, включает 19 видов мелких млекопитающих: 8 насекомоядных и 11 видов мышевидных грызунов, которые относятся к трем фауногенетически группам. Самая многочисленная группа хвойно-широколиственных лесов Евразии — 6 видов. Менее многочисленна североазиатская таежная группа — 4 вида. Единственным представителем тундростепной фауны грызунов является узкочерепная полевка. Абсолютным доминирующим видом в сообществах — обыкновенная бурозубка. Это хорошо согласуется с данными численности отловленных животных, среди которых в суммарных отловах преобладают насекомоядные. Из мышевидных грызунов доминируют в сообществах красная полевка и полевка-экономка. Различия в видовом составе и смена лидеров внутри этой группы определяют облик сообществ биотопов. Изменение видового состава сообществ экспериментальных участков в сравнении с контролем, связано с миграцией видов из сопредельных ландшафтов, что определяется условиями местообитания на биотопах, различающихся по степени антропогенной трансформации. В пределах контрольного участка, занятого березовым с примесью осины лесом, доминируют обыкновенная бурозубка и полевка-экономка, сообщество включает 15 видов: 6 — насекомоядных и 9 — грызунов. В пределах участка поле, на разделительной лесополосе произрастают лиственные породы деревьев и кустарники, которые с трех сторон окружены полями, а одна сторона переходит в березово-лиственничный лес. Здесь доминируют обыкновенная бурозубка и красная полевка, число видов составляет 14: 6 — насекомоядных и 9 — грызунов. Участок, граничащим с дачно-садовым обществом, покрыт редким березовым лесом, окружен со всех сторон проселочными дорогами для проезда к дачам. Число видов 17: 8 — насекомоядных и 9 — грызунов, где доминирует обыкновенная бурозубка. На биотопе в зоне контакта с малоэтажной застройкой зарастающие рубки, рядом бетонированная автомобильная дорога. Число видов 17: 7 — насекомоядных и 10 — грызунов, доминируют обыкновенная бурозубка и полевка-экономка.

Взаиморасположение видов мелких млекопитающих в экологическом пространстве на различных по степени антропогенной трансформации ландшафтов биотопах, определяет параметры видового разнообразия сообществ биотопов, которые разделяются на четыре типа: 1) полидоминантное, слабовыравненное, с равным соотношением насекомоядных и грызунов (стройка); 2) малочисленное, полидоминантное с преобладанием доли насекомоядных, невыравненное (дачи); 3) обедненное с неравномерным ранговым распределением видов (поле); 4) полидоминантное, слабовыравненное, в незначительной степени нарушенное (лес).

Проведенный комплексный анализ показал сходство формирования и пространственной изменчивости сообществ мелких млекопитающих на биотопах разной степени антропогенной трансформации лесной зоны Новосибирского Академгородка и особенности структурной организации сообществ. На раннем этапе антропогенной трансформации в зоне контакта с малоэтажной застройкой формируется богатое видами сообщество с высокой долей численности грызунов, относительно сообществ биотопа леса, а также сооб-

ществ более поздних этапов антропогенной трансформации — биотопы поля и дач.

### Благодарности

Автор выражает благодарность Панову Виктору Васильевичу, к.б.н., сотруднику Института систематики и экологии животных СО РАН, за помощь в определении видовой принадлежности отловленных зверьков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Т.А., Окулова Н.М. Экологические предпочтения лесных полевок // *Экология*. 2009. № 2. С. 149–154.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. *Экология. Особи, популяции, сообщества*. М. Мир, 1989, Т. 1, 667 с., Т. 2, 278 с.
3. Беклемишев В.Н., 1961. Термины и понятия, необходимые при количественном учете популяций эктопаразитов и нидиколов // *Зоол. журн.* Т. 40. № 2. С. 148–158.
4. В.В. Виноградов Структурная организация сообществ землероек (Soricidae) горных лесов южной части Средней Сибири | *Вестн. Том. гос. ун-та. Биология*. 2011. № 3 (15).
5. Гусева. Т.Л., Коросов А.В., Беспятова Л.А., Аниканова В.С. Многолетняя динамика биотопического размещения обыкновенной (*SOREX ARANEUS*, LINNAEUS1758) в мозаичных ландшафтах Карелии // *Ученые записки Петрозаводского гос. ун-та.*, 2014, № 8. Т. 2 С. 13–20
6. Ивантер Э.В., Курхинен Ю.П. Влияние антропогенной трансформации лесных экосистем Восточной Финноскандии на популяции малой и средней бурузубок // *Принципы экологии*. 2014. № 2. С. 21–25.
7. Кулик И.Л., 1972. Таежный фаунистический комплекс млекопитающих Евразии // *Бюл. Моск. Об-ва испытателей природы. Отд. биол.* Т. 77. Вып. 4. С. 11–24.
8. Кучерук В.В., 1959. Степной фаунистический комплекс млекопитающих и его место в фауне Палеарктики // *География населения наземных млекопитающих и методы его изучения*. М.; Л. С. 45–87.
9. Литвинов Ю.Н. и др. Элементы пространственной организации сообществ мелких млекопитающих Сибири. // *Сообщества и популяции животных: морфологический и экологический анализ*. Новосибирск-Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. с. 17–51.
10. Литвинов Ю.Н., Панов В.В. Структурные связи как элемент биоразнообразия в сообществе грызунов Северной Барабы. // *Успехи совр. биол.* Т. 118, вып. 1, 1998, с. 103–110.
11. Литвинов Ю.Н., 2004. Влияние факторов различной природы на показатели разнообразия сообществ мелких млекопитающих // *Успехи современной биологии*. Т. 124. № 6. С. 612–621.
12. Мэгарран Э. *Экологическое разнообразие и его измерение*. М., Мир, 1992, 184 с.
13. Наумов, Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок / Н.П. Наумов // *Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии*. — М., 1955 — Т. 9. — С. 135–160.
14. Пузаченко Ю.Г., Кузнецов Г.В. Экологическая дифференциация грызунов сезонновлажных тропических лесов северного Вьетнама // *Зоологический журнал*. 1998. Т. 77, № 1. С. 117–132.
15. Пястолова О.А. Нуртдинова Д.В. Динамика численности мелких млекопитающих на мелкомозаичной урбанизированной территории // материалы третьей научно-практической конференции «Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития». Ишим, 2008
16. Роговин К.А. Экология сообществ родственных видов животных (подходы и методы исследований на примере наземных позвоночных) // *Журнал общей биологии*. 1999. Т. 60, № 4. С. 394–413
17. Шварц Е.А., 1989. Формирование фауны мелких грызунов и насекомоядных таежной Евразии // *Фауна и экология грызунов*. М.: Изд-во МГУ. Вып. 17. С. 115–143.
18. Шефтель Б.И. Анализ пространственного распределения землероек в средней Енисейской тайге // *Экологическая ординация и сообщества*. М.: Наука, 1990. С. 15–32.

© Горина Наталья Дмитриевна (ndgorina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ПИТОМНИКА ИНСТИТУТА АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ ФИЦ КОМИ НЦ УРО РАН<sup>1</sup>

### EVALUATION OF POTATO VARIETIES FROM THE COLLECTION OF THE NURSERY OF THE INSTITUTE OF AGROBIOTECHNOLOGIES OF THE KOMI NATIONAL RESEARCH CENTER OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES<sup>2</sup>

**V. Zainullin  
A. Yudin  
S. Bykov**

*Summary.* The introduction of new potato varieties into production that meet modern requirements is one of the most effective ways to increase the yield, as well as improve the quality of potatoes. To study the peculiarities of potato yield formation in different varieties and their reaction to environmental conditions, agroecological tests of potato varieties from characteristic collections of various regions and countries are carried out. These studies are of particular relevance and practical significance and are an element of creating a scientifically based regional potato production system. Targeted selection and evaluation of promising plants with high productivity and resistance to diseases will allow not only to expand the range of zoned varieties for cultivation in the North, but also to select parent forms for further breeding process.

*Keywords:* potatoes, Komi republic, agriculture, variety, seed production.

**Зайнуллин Владимир Габдуллович**

*Д.б.н., профессор, в.н.с., Институт  
агробиотехнологий им. А.В. Журавского —  
обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ Коми НЦ УрО  
РАН, г. Сыктывкар  
zainullin.v.g@yandex.ru*

**Юдин Андрей Алексеевич**

*К.э.н., н.с., Институт агробиотехнологий  
им. А.В. Журавского — обособленное  
подразделение ФГБУН ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
audin@rambler.ru*

**Быков Сергей Алексеевич**

*М.н.с., Институт агробиотехнологий  
им. А.В. Журавского — обособленное  
подразделение ФГБУН ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
bsa@alteco.tech*

*Аннотация.* Внедрение в производство новых сортов картофеля, отвечающих современным требованиям, является одним из наиболее эффективных способов увеличения урожая, а также улучшения качества картофеля. Для изучения особенностей формирования урожайности картофеля у разных сортов и их реакции на условия внешней среды проводятся агроэкологические испытания сортов картофеля из признаков коллекций различных регионов и стран. Эти исследования имеют особую актуальность и практическую значимость и являются элементом создания научно-обоснованной региональной системы производства картофеля. Целенаправленный отбор и оценка перспективных растений с высокой продуктивностью и устойчивостью к болезням позволит не только расширить спектр районированных сортов для возделывания в условиях Севера, но и подобрать родительские формы для дальнейшего селекционного процесса.

*Ключевые слова:* картофель, республика Коми, земледелие, сорт, семеноводство.

<sup>1</sup> Статья подготовлена в рамках государственного задания № 0333–2019–0008–С–01 «Оценка реакции генотипов пищевых и кормовых растений, адаптированных к условиям Крайнего Севера, в целях создания новых высокопродуктивных сортов», № АААА–А19–119031390055–1.

<sup>2</sup> The article was prepared within the framework of the state task No. 0333–2019–0008–S–01 "Assessment of the reaction of genotypes of food and fodder plants adapted to the conditions of the Far North in order to create new highly productive varieties", No. АААА19–119031390055–1.

**Р**еспублика Коми относится к зоне рискованного земледелия. Почвенно-климатические особенности, характерные для этой территории, такие как короткий безморозный период, возврат холодов в начале вегетационного периода, длинный световой день в июне-августа (16–18 часов), большое количество осадков в сентябре определяют особые требования к подбору сортов картофеля для выращивания, которые должны обладать высокой пластичностью и устойчивостью к стрессовым факторам абиотического и биотического характера [1]. Сорта картофеля, рекомендуемые для выращивания на Севере, должны быть раннеспелыми, устойчивыми к грибным патогенам, активизирующимся в условиях повышенной влажности и умеренных температур, которые вызывают фитофтороз, альтернариоз и рак картофеля [2], а также должны быть устойчивыми к поражению, распространившемуся на территории Республики Коми вида золотистой картофельной цистообразующей нематоды [3].

Значение семеноводства не исчерпывается только правильным подбором сортов и их физическим размножением. Не менее важной задачей является поддержание на высоком уровне их сортовой чистоты и сохранение на возможно более длительный срок первоначальных качеств, т.е. высокой урожайности, крахмалистости, хорошей лежкости и т.д. [4].

Проводили следующие основные наблюдения и учеты:

- ◆ Агрохимическая характеристика почвы — органическое вещество (гумус) — ГОСТ 26213–91; подвижный фосфор ( $P_2O_5$ ) и калий ( $K_2O$ ) — ГОСТ 54650–2011;  $pH(сол)$  — потенциметрически (ГОСТ 26483–85).
- ◆ Фенологические наблюдения (по фазам развития растений) — методика НИИКХ (1967) [5].
- ◆ Биометрические измерения (высота растений, подсчет основных стеблей в кусте, учет продуктивности по каждому кусту, с трех повторений) — методика НИИКХ (1967).
- ◆ Динамика накопления урожая клубней во время вегетации на 69 день (учет на скороспелость картофеля); учет общей урожайности на 83-й день; далее уборка 24.08.2021.
- ◆ Визуальный учет болезней на растениях — ГОСТ 7001–91 (с подтверждением путем отбора листовых и клубневых проб картофеля при проведении лабораторных исследований) [6].

Все исследования проводили согласно Межгосударственным стандартам: ГОСТ 7194–81 «Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества», ГОСТ 29267–91 «Картофель семенной. Оздоровленный исходный материал. Приемка и методы анали-

за», ГОСТ 7001–91 «Картофель семенной. Технические условия», ГОСТ Р 51808–2001 «Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной торговой сети. Технические условия», ГОСТ Р 53136–2008 «Картофель семенной технические условия», ГОСТ 7176–2017 «Картофель продовольственный. Технические условия».

Статистическая обработка данных проведена согласно Б.А. Доспехова (1985), расчеты выполнены с помощью программного пакета Microsoft Office Excel 2010.

Исследования по испытанию сортов картофеля проводили на опытном поле (кадастровый номер — 11:05:0104001:115; координаты — 61.661897, 50.762800; площадь экспериментального участка — 336 м<sup>2</sup>) Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН согласно Методике полевого опыта (1985) [7].

Почва опытного участка дерново-подзолистая с содержанием органического вещества (гумуса) — 3,3%,  $pH_{сол}$  — 6,3,  $P_2O_5$ —824,3 мг/кг,  $K_2O$  — 263,1 мг/кг почвы. Предшественник: однолетние травы (вика, овес). Закладка опыта в вегетационный период 2021 г. была проведена 26 мая 2021 года. Посадка вручную в предварительно нарезанные гребни. Агротехника выращивания общепринятая в хозяйствах Республики Коми, без химических обработок против болезней и внесения удобрений.

По данным метеорологической станции Сыктывкар (<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=23804&month=8&year=2021>) норма среднемесячной температуры мая: 9.1°. Фактическая температура в мае 2021 года по данным наблюдений: 12.1°. Отклонение от нормы: +3.0°. Норма суммы осадков в мае: 52 мм. Выпало осадков: 63 мм. Эта сумма составляет 120% от нормы. Самая низкая температура воздуха (–4.7°) была 3 мая. Самая высокая температура воздуха (30.4°) была 13 мая.

Норма среднемесячной температуры июня: 14.6°. Фактическая температура в июне по данным наблюдений составляла 17.9°. Отклонение от нормы: +3.3°. Норма суммы осадков в июне: 71 мм. Выпало осадков: 62 мм. Эта сумма составляет 87% от нормы. Самая низкая температура воздуха (–0.8°) была 1 июня. Самая высокая температура воздуха (32.0°) была 22 июня.

В июле норма среднемесячной температуры: 17.6°. Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 17.4°. Отклонение от нормы: –0.2°. Норма суммы осадков в июле: 72 мм. Выпало осадков: 66 мм. Эта сумма составляет 92% от нормы. Самая низкая температура воздуха (5.5°) была 5 июля. Самая высокая температура воздуха (31.7°) была 8 июля.

Таблица 1. Перечень сортов и гибридов, представленных на экологическое испытание, 2021 г.

Оригинатор	Сорта / сортообразцы	Количество
ВНИИКХ им. А.Г. Лорха	Армада, Варяг, Вымпел, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Кумач, Метеор, Фрителла, Удача	10
ООО «Всеволожская селекционная станция»	Невский	1
ПЦРPlant Breeding and Acclimatization Institute (Польша)	Тайфун	1
ВНИИКХ им. А.Г. Лорха; Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН	Зырянец, Вычегодский, гибриды 1603–7, 1657–7	4
УрФАНИЦ УрО РАН	Аляска, Арго, Легенда, Люкс, Мишка, Терра, Шах, 14–27–6, 15–27–1, 16–10–53, 17–47–3, 17–33–2	12

Таблица 2. Характеристика сортов картофеля (по данным Госсортреестра, 2021 г.)

№ п/п	Сорт	год включения в Госсортреестр	регион допуска
1	2	3	4
<b>ранние</b>			
1	Армада	нет	нет
2	Крепыш, сс	2005	1, 2, 3, 5, 12
3	Метеор	2013	3, 4, 5, 7, 9, 10, 12
4	Удача, st	1994	2,3,4,5
5	Арго	нет	нет
6.	Легенда	2021	4,10
7	Люкс	2016	2,4,8,10
8	Мишка	2018	4
9	Терра	2020	4,10
<b>раннеспелые</b>			
5	Гулливер	2018	3, 5
6	Тайфун	сорт зарубежной селекции	
<b>среднеранние</b>			
7	Краса Мещеры	нет	нет
8	Гибрид 1657–7	нет	нет
9	Зырянец, сс	2017	1, 9
10	Невский, st	1982	все 12 регионов
	Шах	нет	нет
<b>среднеспелые</b>			
11	Варяг	2018	3
12	Вымпел	2016	2, 3, 5
13	Кумач	2019	3
14	Фрителла	2016	2, 5
15	Вычегодский, сс	нет	нет
	Аляска	2020	4,12

Примечания: 1 — Северный; 2 — Северо-Западный, 3 — Центральный, 4 — Волго-Вятский, 5 — Центрально-Черноземный, 6 — Северо-Кавказский, 7 — Средневолжский, 8 — Нижневолжский, 9 — Уральский, 10 — Западно-Сибирский, 11 — Восточно-Сибирский, 12. — Дальневосточный

Норма среднемесячной температуры августа: 14.0°. Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 16.0°. Отклонение от нормы: +2.0°. Норма суммы осадков в августе: 80 мм. Выпало осадков: 37 мм. Эта сумма составляет 46% от нормы. Самая низкая температура воздуха (-0.3°) была 28 августа. Самая высокая температура воздуха (30.9°) была 19 августа.

Таким образом, данные погодные условия, а именно жаркое лето и недостаток влаги отрицательно сказались на весь вегетационный период 2021 года.

Сорта и гибриды картофеля, высаженные в питомнике экологического испытания, представлены в таблице 1.

Данные по группам спелости и регионам допуска представлены в таблице 2. В качестве стандартных сортов выбраны районированные и рекомендованные сорта: ранний сорт Удача и среднеранний сорт Невский; так же три сорта сравнения, допущенные к возделыванию в 1-м Северном регионе: ранний сорт Крепыш, оригинальные сорта селекции Института агробиотех-

нологий: среднеранний сорт Зырянец и среднеспелый сорт Вычегодский.

В ходе проведённых исследований проведена оценка по основным хозяйственно-ценным признакам 16 коллекционных образцов картофеля и селекционного материала 5-ти групп спелости питомника экологического испытания в сравнении со стандартными сортами: Невский, Удача. Выделены сорта и гибриды с наибольшей общей и товарной урожайностью: гибрид 1657-7 (33,4 т/га и 31,6 т/га), сорта Фрителла (31,9 т/га и 31,1 т/га), Вымпел (30,92 т/га и 26,0 т/га), Гулливер (29,95 т/га и 27,7 т/га) и Армада (29,58 т/га и 28,0 т/га), выше стандартов и сортов сравнения. Высокая ранняя урожайность отмечена у сортов Гулливер (22,5 т/га) и Вымпел (22,1 т/га); высокая товарная урожайность наблюдалась у сортов Армада (20,4 т/га) и Гулливер (20,1 т/га) с большим количеством товарных клубней в кусте. Сравнивая общую урожайность разных сортов картофеля из питомника Института можно отметить, что крайне высокая температура, дефицит влаги в ранние периоды вегетации сказались на величинах общей урожайности практически по всем изучаемым сортам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скрытые резервы: потенциал новых российских сортов картофеля / Л.С. Федотова, Х.Х. Апшев, А.Э. Шабанов, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Агробизнес. [Электронный ресурс]. URL: www.agbz.ru
2. Оценка продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости в условиях Архангельской области / Л.А. Попова, Л.Н. Головина, А.А. Шаманин, В.М. Маслова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2017. — № 3(58). — С. 26–31.
3. Жученко, А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В двух томах / А.А. Жученко. — М.: Изд-во Агрорус, 2011. — Т. I. — 816 с.
4. Гавриленко, Т.А. Межвидовая гибридизация картофеля: теоретические и прикладные аспекты / Т.А. Гавриленко, А.П. Ермишин // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — № 21(1). — С. 16–29. doi: 10.18699/VJ17.220.
5. Дубровин, Н.К. Продуктивность отечественных сортов картофеля в Астраханской области / Н.К. Дубровин, Ш.Б. Байрамбеков, О.Г. Корнева // Картофель и овощи. — 2012. — № 1. — С. 19–20.
6. Жигадло, Т.Э. Перспективные сорта картофеля для Мурманской области / Т.Э. Жигадло // Картофель и овощи. — 2013. — № 4. — С. 25–26.
7. Сорта картофеля для селекции и производства / Л.И. Костина, В.Е. Фомина, Л.В. Королева, О.С. Косарева // Картофель и овощи. — 2014. — № 3. — С. 27–28.

© Зайнуллин Владимир Габдуллович (zainullin.v.g@yandex.ru),

Юдин Андрей Алексеевич (audin@rambler.ru), Быков Сергей Алексеевич (bsa@altecotech.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ПИТОМНИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ

### PRODUCTIVITY OF POTATO VARIETIES AND HYBRIDS OF THE NURSERY OF ECOLOGICAL TESTING

V. Zainullin  
A. Yudin

*Summary.* Varieties and hybrids of the ecological testing nursery were tested for precocity, in comparison with standard varieties and comparison varieties, by the method of dynamic trial digs. The yield structure, the marketability of tubers, the number and weight of tubers per bush by fractions, the weight of the tops and the number of stems per plant were determined. Two control digs were carried out on the 69th and 83rd days from landing. The number of tubers in the bush on the 69th day from digging ranged from 6.5 pcs. the Fritella variety has up to 16.4 pcs. the variety has a Pennant. The most intense tuber formation was observed in potato varieties Vimpele (16.4 pcs.), Vychegodsky (11.3 pcs.) and Gulliver (10.0 pcs.), exceeding the standard varieties Nevsky (9.4 pcs.) and Luck (7.4 pcs.).

*Keywords:* variety, hybrid, potato, nursery, productivity, yield, environmental tests.

**Зайнуллин Владимир Габдуллович**

Д.б.н., профессор, в.н.с., Институт  
агробиотехнологий им. А.В. Журавского —

обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ Коми НЦ УрО  
РАН

[zainullin.v.g@yandex.ru](mailto:zainullin.v.g@yandex.ru)

**Юдин Андрей Алексеевич**

К.э.н., н.с., Институт агробиотехнологий  
им. А.В. Журавского — обособленное подразделение

ФГБУН ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

[audin@rambler.ru](mailto:audin@rambler.ru)

*Аннотация.* Сорта и гибриды питомника экологического испытания проходили испытания на скороспелость, в сравнении со стандартными сортами и сортами сравнения, методом динамических пробных копков. Определяли структуру урожайности, товарность клубней, количество и массу клубней на куст по фракциям, массу ботвы и количество стеблей на растении. Были проведены две контрольные копки на 69-й и 83-й день от посадки. Количество клубней в кусте на 69-й день от копки колебалось от 6,5 шт. у сорта Фрителла до 16,4 шт. у сорта Вымпел. Наиболее интенсивное клубнеобразование наблюдалось у сортов картофеля Вымпел (16,4 шт.), Вычегодский (11,3 шт.) и Гулливер (10,0 шт.), превысив стандартные сорта Невский (9,4 шт.) и Удача (7,4 шт.).

*Ключевые слова:* сорт, гибрид, картофель, питомник, продуктивность, урожайность, экологические испытания.

**С**орта и гибриды питомника экологического испытания проходили испытания на скороспелость, в сравнении со стандартными сортами и сортами сравнения, методом динамических пробных копков [1]. Определяли структуру урожайности, товарность клубней, количество и массу клубней на куст по фракциям, массу ботвы и количество стеблей на растении [2–3].

Были проведены две контрольные копки на 69-й и 83-й день от посадки. Количество клубней в кусте на 69-й день от копки колебалось от 6,5 шт. у сорта Фрителла до 16,4 шт. у сорта Вымпел. Наиболее интенсивное клубнеобразование наблюдалось у сортов картофеля Вымпел (16,4 шт.), Вычегодский (11,3 шт.) и Гулливер (10,0 шт.), превысив стандартные сорта Невский (9,4 шт.) и Удача (7,4 шт.) [4–5].

У сорта Вымпел отмечено самое большое количество нетоварных клубней весом меньше 30 г.— 10,8 шт., а у сорта Фрителла самое маленькое количество нетоварных клубней весом меньше 30 г.— 1,7 шт. Больше двух клубней в кусте весом больше 80 г наблюдали у сортов Армада, Варяг, Гулливер, Крепыш, Фрителла, Зырянец, Невский, гибрид 1657–7; у двух: сорта Кумач и гибрида 1603–7 не было обнаружено клубней весом более 80 г. Высокую урожайность на 69-й день от посадки показали сорта Гулливер (22,5 т/га) и Вымпел (22,1 т/га), низкая урожайность отмечена у гибрида 1603–7 (6,9 т/га), сортов Кумач (8,6 т/га) и Тайфун (8,6 т/га). Высокая товарная урожайность на 69-й день от посадки наблюдалась у сортов картофеля Армада (20,4 т/га) и Гулливер (20,1 т/га) что связано с большим количеством товарных клубней в кусте, самая низкая — у гибрида 1603–7 (4,2 т/га). Высокая

Таблица 1. Структура общей урожайности сортов и гибридов картофеля (средние значения).

№ п/п	Сорт	Фракционный состав клубней одного куста			Среднее кол-во клубней в кусте, шт.	Урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га
		< 30 гр.	30–80 гр.	> 80 гр.			
1	Армада	2,3	3,9	3,0	9,1	29,58	28,00
2	Варяг	1,1	2,3	2,4	5,8	21,35	20,40
3	Вымпел	5,0	8,0	0,9	13,9	30,92	26,02
4	Гулливёр	2,3	2,1	3,3	8,4	29,95	27,70
5	Краса Мещеры	2,2	4,6	1,4	8,2	24,17	22,08
6	Крепыш, сс	2,6	2,3	2,0	6,8	24,45	22,27
7	Кумач	3,8	3,2	1,9	8,9	22,85	20,25
8	Метеор	1,9	1,8	2,4	6,2	21,72	20,17
9	Тайфун	1,3	1,5	1,7	4,5	14,82	13,80
10	Фрителла	1,4	2,7	3,7	7,7	31,90	31,05
11	Зырянец, сс	3,3	4,2	1,8	9,3	26,42	23,00
12	Вычегодский, сс	6,8	5,3	0,8	12,9	23,40	17,70
13	1603–7	2,1	2,8	1,3	6,2	15,57	13,88
14	1657–7	2,6	2,8	3,3	8,8	33,40	31,55
15	Невский, st.	3,4	4,7	1,4	9,5	21,80	18,90
16	Удача, st.	2,2	4,0	1,3	7,5	19,58	17,80
	НСР <sub>05</sub>	1,50	1,68	1,03	2,30	5,94	6,35

Таблица 2. Урожайность и товарность исследуемых сортов и гибридов картофеля на 69-й и 83-й дни

№ п/п	Гибрид, сорт	Урожайность клубней, т/га		Прирост в сутки с 69-го по 83-й день	Товарность, %	
		ранняя: на 69-й день от посадки	общая: на 83-й день от посадки		на 69-й день от посадки	на 83-й день от посадки
<b>ранние</b>						
1	Армада	23,1±3,5	29,6±3,2	0,50	88	95
2	Крепыш, сс	18,7±1,6	24,5±2,4	0,45	90	91
3	Метеор	18,2±2,8	21,7±1,1	0,27	84	93
4	Удача, st	15,1±1,6	19,6±2,0	0,35	90	91
<b>раннеспелые</b>						
5	Гулливёр	22,5±3,7	30,0±2,7	0,58	89	92
6	Тайфун	8,9±1,0	14,8±0,4	0,45	76	93
<b>среднеранние</b>						
7	Краса Мещеры	18,1±2,4	24,2±1,4	0,47	76	91
8	1657–7	19,4±3,9	33,4±3,6	1,08	89	94
9	Зырянец, сс	19,3±3,1	26,4±1,9	0,55	80	87
10	Невский, st	16,6±3,2	21,8±2,4	0,40	86	87
<b>среднепоздние</b>						
11	Варяг	15,7±3,2	21,4±0,6	0,44	90	96
12	Вымпел	22,1±1,8	30,9±1,1	0,68	59	84
13	Кумач	8,6±2,1	22,9±2,7	1,10	58	89
14	Фрителла	16,4±0,7	31,9±3,1	1,19	93	97
12	Вычегодский, сс	12,6±1,7	23,4±2,0	0,83	47	76
<b>среднепоздний</b>						
13	1603–7	6,9±1,5	15,6±1,5	0,67	61	89
	НСР <sub>05</sub>	6,9	5,9			

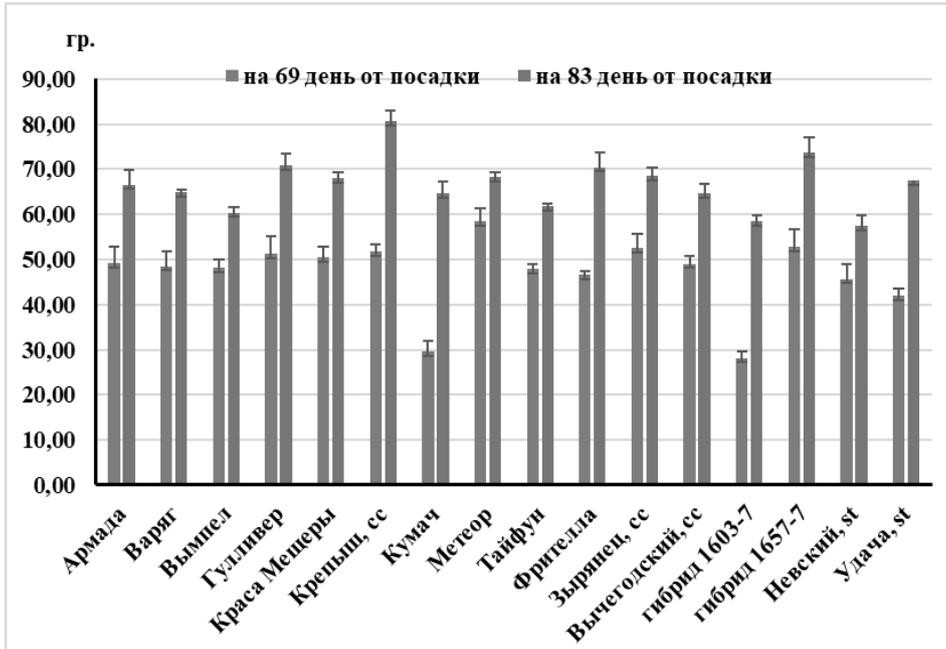


Рис. 1. Изменение средней массы клубня за 14 дней

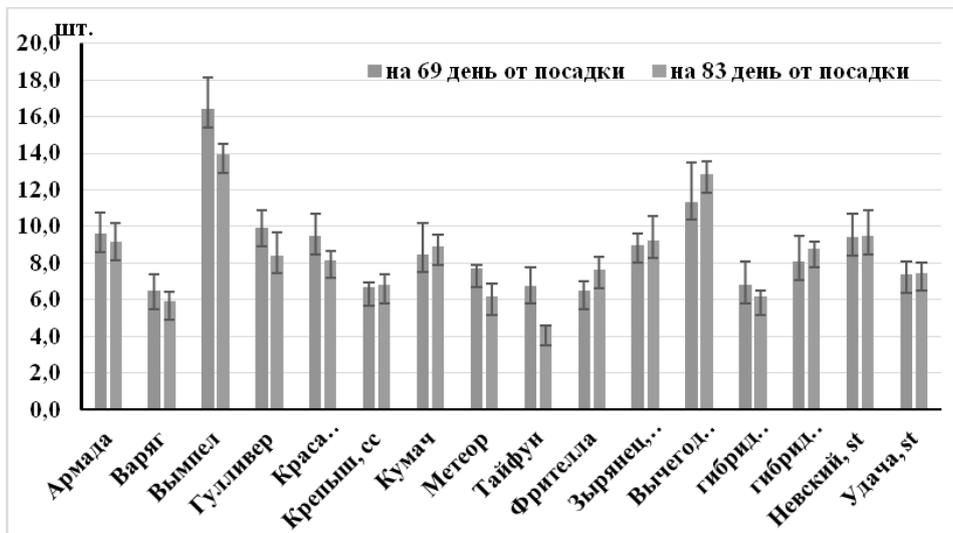


Рис. 2. Изменение среднего количества клубней с куста за 14 дней

продуктивность надземной биомассы отмечена у сортов картофеля Крепыш (15,3 т/га), Фрителла (12,3 т/га) и Зырянец (12,1 т/га), низкая продуктивностью отличились сорт Метеор (6,9 т/га) и стандартный сорт Удача (6,6 т/га).

Структура общей урожайности (на 83-й день от посадки) дана в таблице 1.

К моменту сбора урожая на 83-й день от посадки отмечено, что наибольшее количество клубней в кусте

дали сорта: Вымпел (13,9 шт.) и Вычегодский (12,9 шт.), превысив стандарты на 4,4–3,4 шт. (Невский); 6,4–5,4 шт. (Удача), сорт сравнения Крепыш дал 6,8 шт. клубней. Наименьшее количество клубней в кусте наблюдалось у сорта Тайфун — 4,5 шт. Наибольшее количество крупных клубней массой больше 80 гр. было у сортов Армада, Гулливер, Фрителла, гибрида 1657–7, которое превысило число клубней стандартных сортов более чем в 2 раза. Несмотря на то, что сорт Вымпел имел наименьшее количество клубней массой > 80 гр., у него

отмечено наибольшее количество клубней среднего размера массой от 30 до 80 гр.

Высокая урожайность отмечалась у гибрида 1657–7 (33,4 т/га), сортов Фрителла (31,9 т/га), Вымпел (30,92 т/га), Гулливер (29,95 т/га) и Армада (29,58 т/га).

Для этих сортов и гибрида отмечена высокая товарная урожайность: гибрид 1657–7 (31,6 т/га), сортов Фрителла (31,1 т/га), Вымпел (26,0 т/га), Гулливер (27,7 т/га) и Армада (28,0 т/га). Также общую урожайность выше стандартных сортов Невский (21,8 т/га) и Удача (19,6 т/га) показали сорта картофеля Краса Мещеры (24,2 т/га), Крепыш (24,45 т/га), Кумач (22,9 т/га), Зырянец (26,4 т/га), Вычегодский (23,4 т/га).

Провели анализ динамики урожайности клубней, определили прирост в сутки с момента учета массы и количества клубней на 69-е и 83-е сутки со дня посадки и рассчитали товарность урожая (таблица 2).

Были выделены сорта и гибриды, которые практически не изменили значение товарности за 14 суток: ранние сорта Крепыш, Удача, Метеор; среднеранний сорт Невский; изменилось незначительно (в пределах 5–9%): ранний сорт Армада, раннеспелый сорт Гулливер, среднеранний сорт Зырянец, гибрид 1657–7; среднеспелые сорта Варяг, Фрителла. Наибольшее измене-

ние товарности клубней за 14 суток показали сорта: раннеспелый — Тайфун (на 17%), среднеранний — Краса Мещеры (на 15%); среднеспелый — Вымпел (на 25%); Кумач (на 31%); Вычегодский (на 29%); среднепоздний гибрид 1603–7 (на 28%). У сортов Фрителла, Кумач и гибрида 1657–7 установлен самый высокий прирост массы клубней в сутки в промежутке между определением ранней и общей урожайности — 1,19; 1,10; 1,08 соответственно.

Таким образом, можно сказать, что условиях тепло-го сухого вегетативного периода 2020 года в среднета-ежной зоне Республики Коми ранний сорт Армада по-казал себя как раннеспелый; раннеспелый сорт Тайфун, среднеранний сорт Краса Мещеры как среднеспелые; среднеранний сорт Невский как ранний; среднеспелые сорта Варяг, Фрителла как среднеранние; среднепозд-ный гибрид 1603–7 как среднеспелый [6–7].

Было установлено, что прирост урожая за 14 суток происходил за счет увеличения массы клубней (рису-нок 1).

Достоверных различий в увеличении числа клубней в период с 69 до 83 суток не выявлено (рисунок 2).

При учете общей урожайности выявили уменьше-ние количества клубней у сортов Вымпел и Тайфун.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тулинов, А.Г. Изучение нового сорта картофеля Вычегодский по комплексу хозяйственно ценных признаков / А.Г. Тулинов, А.Ю. Лобанов // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. — 2020. — № 21(3). — С. 283–292. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.283-292>.
2. Исследование сортов и гибридов картофеля из селекционного питомника ФИЦ Коми НЦ УрО РАН на наличие маркеров устойчивости к фитопатогенам / В.Г. Зайнуллин, А.А. Юдин, А.А. Куш, А.И. Некрасова, О.П. Малюченко, С.А. Быков // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. — 2019. — № 7. — С. 85–91.
3. Методика исследований по культуре картофеля НИИКХ. — М.: Агропромиздат. — 1967. — 114 с.
4. Симаков, Е.А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е.А. Симаков, Н.П. Скларова, И.М. Яшина. — М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. — 70 с.
5. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов, Г.Л. Белов, Ю.А. Варицев, С.Н. Еланский, Г.К. Журомский, С.К. Завриев, В.Н. Зейрук, В.Г. Иванов, М.А. Кузнецова, М.П. Пляхневич, К.А. Пшеченков, Е.А. Симаков, Н.П. Скларова, З. Сташевски, А.И. Усков, И.М. Яшина. — М.: Картофелевод, 2009. — 272 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Система земледелия Республики Коми: монография / Г.Т. Шморгунов, А.Г. Тулинов, Н.В. Булатова, С.В. Коковкина, З.К. Цветкова, А.В. Облизов, А.А. Юдин, Н.Т. Чеботарев, Р.А. Беляева, А.Ф. Триандафилов, Э.А. Блох, П.А. Макаровский, Ю.М. Шехонин, А.А. Хомченко, Н.В. Колегов, В.И. Ермолина, Т.В. Косолапова, Е.Ф. Каракчиева, Н.И. Пелевина, Н.С. Шестопалова, А.В. Бабела, С.И. Семенчин, Г.Г. Романов., Т.В. Ортякова, А.Ю. Лобанов, Н.В. Регорчук, О.Н. Шершунова, Д.А. Попов — Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2017. — 225 с.

© Зайнуллин Владимир Габдулович (zainullin.v.g@yandex.ru), Юдин Андрей Алексеевич (audin@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПУЛА БИОТЫ КРАЕВЫХ УЧАСТКОВ ПОЧВ УРБАНОЗЕМОВ

### STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE BIOTA POOL OF MARGINAL AREAS OF SOILS OF URBANOZEMS

**K. Korlyakov  
L. Markova  
S. Gashev**

*Summary.* Soil areas bordering on artificial barriers were studied: curbs, concrete slabs, fences. Soil profiles with a height of 15–20 cm were cut near the artificial barrier and at a distance of 30 cm from it, which were the control. The aim of the work was to study the features of the composition and functioning of biota in the marginal areas and the continuum profile of the soil. A significant numerical prevalence of microbiota (bacteria, algae, fungi) has been established, which gives a more intense outbreak of numbers at the edges of the soil profile bordering the artificial separator. Bacteria in the marginal areas of the soil develop more intensively in the form of colonies and more abundant biofilm formation is noted. To an even greater extent, this pattern was observed in fungi: the growth rate of mycelium and the number of colonies from the edge prevailed over the soil areas in the middle several times and by one order of magnitude. The growth of algae on the fouling glasses cultivated in the marginal areas of soils was 2–3 days ahead of the growth of algae from the middle. In this period, the number of algae was higher from the edge of the soil, and in the middle — diversity. After 1–2 weeks, the reverse trend was observed, with the number of algae from the edge also dominating. In the course of bacterial growth, a similar pattern was observed — in the middle sections of the samples, the diversity of bacterial colonies increased, while the total number of colonies decreased. The samples from the middle of the soil were dominated by trichomal forms of algae, while on the edge — unicellular. The higher plants dominated in numbers in the middle, while on the edge of the artificially planted plants we gave more shoots. Chemical analysis of the marginal areas of the soil and from the middle of the soil profile showed that phosphates and nitrates dominate at the edge, which, apparently, provided more intensive growth of biota at the edge.

*Keywords:* algae, fungi, microorganisms, soil at borders, “edge effect”, organomineral complex.

**Корляков Константин Александрович**

*К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Челябинский  
Государственный университет»  
korfish@mail.ru*

**Маркова Лада Михайловна**

*ФГБОУ ВО «Челябинский Государственный  
университет»*

**Гашев Сергей Николаевич**

*Д.б.н., профессор, Тюменский государственный  
университет*

*Аннотация.* Исследованы участки почв граничащие с искусственными барьерами: бордюрами, бетонными плитами, заборами. Вырезались профили почв высотой 15–20 см около искусственного барьера и в отдалении от него на 30 см, которые являлись контролем. Цель работы состояла в изучении особенностей состава и функционирования биоты в краевых участках и континуальном профиле почвы. Установлено значительное численное превалирование микробиоты (бактерий, водорослей, грибов) дающее более интенсивную вспышку численности на краях почвенного профиля граничащего с искусственным разделителем. Бактерии в краевых участках почвы более интенсивно развиваются в виде колоний и отмечено более обильное биопленкообразование. В еще большей степени данная закономерность наблюдалась у грибов: скорость роста мицелия и численность колоний с края превалировали над участками почвы в середине в несколько раз и на один порядок. Рост водорослей на стеклах обрастания культивируемых в краевых участках почв на 2–3 дня опережал рост водорослей из середины. В этот период с края почвы была выше численность водорослей, а в середине — разнообразие. Спустя 1–2 недели наблюдалась обратная тенденция, при этом численность водорослей с края также доминировала. По ходу роста бактерий наблюдалась аналогичная картина — в средних участках проб росло разнообразие бактериальных колоний, при этом общая численность колоний снижалась. В пробах из середины почвы доминировали трихомные формы водорослей, тогда, как с края — одноклеточные. Высшие растения доминировали по численности в середине, тогда как с края искусственно посаженные нами растения давали больше всходов. Химический анализ краевых участков почвы и из середины почвенного профиля показал, что с края доминируют фосфаты и нитраты, которые, по всей видимости, обеспечивали более интенсивный рост биоты с края.

*Ключевые слова:* водоросли, грибы, микроорганизмы, почва у границ, «краевой эффект», органоминеральный комплекс.

## Введение

**П**роблема увеличения дискретности ландшафта приводит к трансформации органоминеральных почвенных комплексов. Меняется структура, особенности функционирования и биоценозов входящих в данные почвенные системы. Вертикальный край почвы прилегающий к монолитной, относительно ровной, искусственной поверхности характеризуется специфичным режимом функционирования. При высыхании он образует «корку» и отделяется от монолитной искусственной поверхности подобно отделению одного куска почвы от другого при растрескивании. Однако, особенности вертикального слоя почвы граничащего с монолитным искусственным субстратом отличаются от вертикальных слоев почвы образующихся при высыхании и растрескивании не только в отношении химического состава. В этих условиях формируются специфичные пулы биоты, которые адаптированы к иному режиму увлажнения и термическим условиям [2, 6]. Возникает «краевой эффект» в сообществе микробиоты почвенного комплекса. Цель настоящей работы — изучить особенности состава и функционирования биоты в краевых участках и континуальном профиле почвы.

## Материал и методы

Объектом исследования послужили участки почв городской черты Челябинска и лесных подзолистых почв граничащих со зданиями и бетонными столбами. Были выбраны вертикальные преграды, искусственно разделяющие почвенный профиль, такие как бордюры (B1, B1–2; D1, D1–2; E1, E1–2), бетонные (C1, C1–2; E16, E1–26; B1в, B1–2в) и металлические столбы (B2, B1–2). В качестве контроля один профиль вырезался около дерева (A1, A1–2). Для исследования лопатой и скребком вырезались вертикальные участки почвы высотой 15–20 см таким образом, чтобы профиль почвы, соприкасающийся с вертикальным субстратом, не нарушался и извлекался не поврежденным. Аналогичным образом для сравнения вырезался вертикальный почвенный профиль в 30 см от бордюров и столбов. Проба, отобранная вдоль искусственного субстрата обозначалась цифрой 1, а проба в отдалении 30 см цифрами 1–2. Толщина почвенных профилей составляла от 1.5 до 3 см, площадь — от 1 до 3.5 дм<sup>2</sup>. Изучение роста бактерий проводилось методом посева воды отфильтрованной из почвы на питательный МПА [8, 10]. Выявление количества грибов производилось путем посева на питательную среду Сабуро [1, 3, 5]. Количество разведений из водной вытяжки составляло 5. Пробы снимались в 3-х кратных повторностях. Для изучения альгоценозов различных участков почвы на погруженный в воду профиль почвы закладывались стекла обростания и культивировалось в течении 1.5 месяца при

люминесцентном освещении и температуре воды 23 °С [4, 7]. Отдельные участки почвенных профилей культивировались в контейнерах в лабораторных условиях под люминесцентными лампами при температуре 25 °С и стандартном увлажнении пульверизатором для изучения всходов растений из вертикального профиля краевых участков почв и континуальных участков. Сторона почвенного профиля соприкасающаяся ранее с искусственным субстратом была расположена вверх к источнику света. В отдельном эксперименте на почвенных профилях культивировалась полевика побегоносная (*Agrostis stolonifera*) в количестве 100 семян на профиль. Контролем являлся почвенный профиль вырезанный в 30 см от искусственного субстрата. Концентрацию в воде химических элементов, главных ионов, соединений азота и фосфора определяли методом капиллярного электрофореза на системе Капель 103-Р (ГК Люмэкс, Россия). Для статистической оценки степени связи использовали непараметрическую корреляцию Кендалла [11]. Расчеты и графические построения выполнены в пакете KyPlot и PAST [12]. Связи считали статистически значимыми при  $p > 0,05$ , незначимыми — при  $p > 0,10$ .

## Результаты и их обсуждение

В ходе посевов на питательную среду проб из 8 почвенных выборок было выявлено, что проективное покрытие бактериальной биопленки в 5 пробах превалировало с краю почвенного горизонта по сравнению с серединой (табл. 1). В 1 пробе (D1 и D1–2) проективное покрытие биопленки выше было в середине и в 2 пробах (A1 и A1–2, E16, E1–26) были получены одинаковые значения. Причем с краю наблюдался более быстрый рост биопленки резко увеличивающийся на втором дне экспозиции (рис. 1). Во всех пробах из крайних участков почвы численность КОЕ росла, тогда как в середине, как правило, падала по истечении четырех дней экспозиции. В пробах A1д и A1–2д, выявлена слабая тенденция к статистической значимости ( $p=0.17$ ), а в пробе B1в и B1–2в статистически достоверная связь ( $p=0.04$ ). Это обусловлено появлением на 3–4 сутках экспозиции в середине континуального почвенного субстрата со временем других организмов: грибов, других колоний бактерий отличающихся по цвету. Данная тенденция отмечена также в пробах E1–2, B1, 1–2, B2–2. То есть в пробах из континуальной почвы росло разнообразие, тогда как с краю почвы — численность.

Численность грибов в пробах вдоль бордюров, бетонного столба и тополя (A1, B1, E1, D1) с краю всегда превалировала над численностью в середине (табл. 1). Причем во всех случаях площадь мицелия *Trichoderma sp.* с краю превышала площадь мицелия в середине в несколько раз. В остальных образцах (C, B2, E16) коло-

Таблица 1. Проективное покрытие (%) биопленки бактерий и мицелия грибов с краевых и континуальных участков почвы.

Искусственный субстрат	Группа организмов	Край	Середина
Металлический забор		B2	B2–2
	Бактериальная биопленка	95	45
Тополь бальзамический		A1	A1–2
	Мицелий	57	10
	Бактериальная биопленка	99	99
Бордюр		E1	E1–2
	Мицелий	75	4
	Бактериальная биопленка	84	78
Бордюр		D1	D1–2
	Мицелий	87	15
	Бактериальная биопленка	71	83
Бетонный столб		B1	B1–2
	Мицелий	67	0
	Бактериальная биопленка	98	67
Бетонный столб		C1	C1–2
	Бактериальная биопленка	83	72
Бетонный столб		B1в	B1–2в
	Бактериальная биопленка	45	29
Бетонный столб		E16	E1–26
	Бактериальная биопленка	96	96

нии грибов не прорастали. После образования органов спороношения было установлено, что грибы представлены также родами *Aspergillus sp.* и *Penicillium sp.* Число колоний *Aspergillus sp.* также было выше с края почвы: в E1–30 колоний, в E1–2–1 колония. В D1 и D1–2 число колоний *Penicillium sp.* также превалировало с края почвенного горизонта: 8 к 2 колониям соответственно.

Развитие водорослей выглядело следующим образом (рис. 1). Во всех пробах с края почвенного горизонта происходило более интенсивное и ускоренное развитие различных видов водорослей. Это наблюдалось, как в отношении стекол обрастания, так и воды с почвенной пробой (табл. 2). Пробы с края почвы всегда отличались более ярким цветом не только стекол обрастания, но самих пробирок, которые окрашивались уже во второй, третий день экспозиции. Наиболее интенсивным обрастанием отличались сине-зеленые водоросли, представленные преимущественно трихомными формами, а также зеленые и диатомовые водоросли (рис. 1). В первую неделю экспозиции в крайних пробах почвы было выше проективное покрытие и численность водорослей по сравнению с пробами из середины почвы. В средних участках почвы наблюдалось более высокое разнообразие и превалирование трихомных форм. Причем если трихомные, как правило, сине-зеленые (*Cyanophyta*) формы присутствовали у края одного почвенного горизонта, то в се-

редине того же почвенного горизонта помимо них присутствовали более крупные по размеру трихомные формы эукариотических водорослей (*Zygnematales* и *Ulotrichales*). Вторую неделю разнообразие водорослей из середины почвы снижалось, тогда как в крайних участках почвы, наоборот, увеличивалось (табл. 2). Вместе с тем численность водорослей из крайних участков почвы также была выше. К этому времени с края доминировали, как правило, сине-зеленые водоросли и трихомные эукариоты.

Развитие высших растений из континуальных и краевых участков почв характеризовалось следующими особенностями (табл. 3). В течении 5–7 дней увлажненной экспозиции помимо покрытосеменных растений в некоторых профилях развивались мхи, и на увлажненных участках почвы — водоросли. Численность побегов покрытосеменных растений была выше в континуальных участках почвы взятых в 30 см от искусственных субстратов. При этом толщина почвенных профилей взятых из срединных и краевых участков почвы была одинаковой. В одном из профилей наблюдалось значительное развитие мхов и зеленых водорослей. Мхи также были более обильны из участков почвы в отдалении искусственных преград, за исключением пробы взятой вдоль железного забора, где наблюдалось обратная тенденция. Данное явление может быть обусловлено спецификой субстрата, аккумулирующего влагу и возможно поставляющего данному таксону необходимые микро-

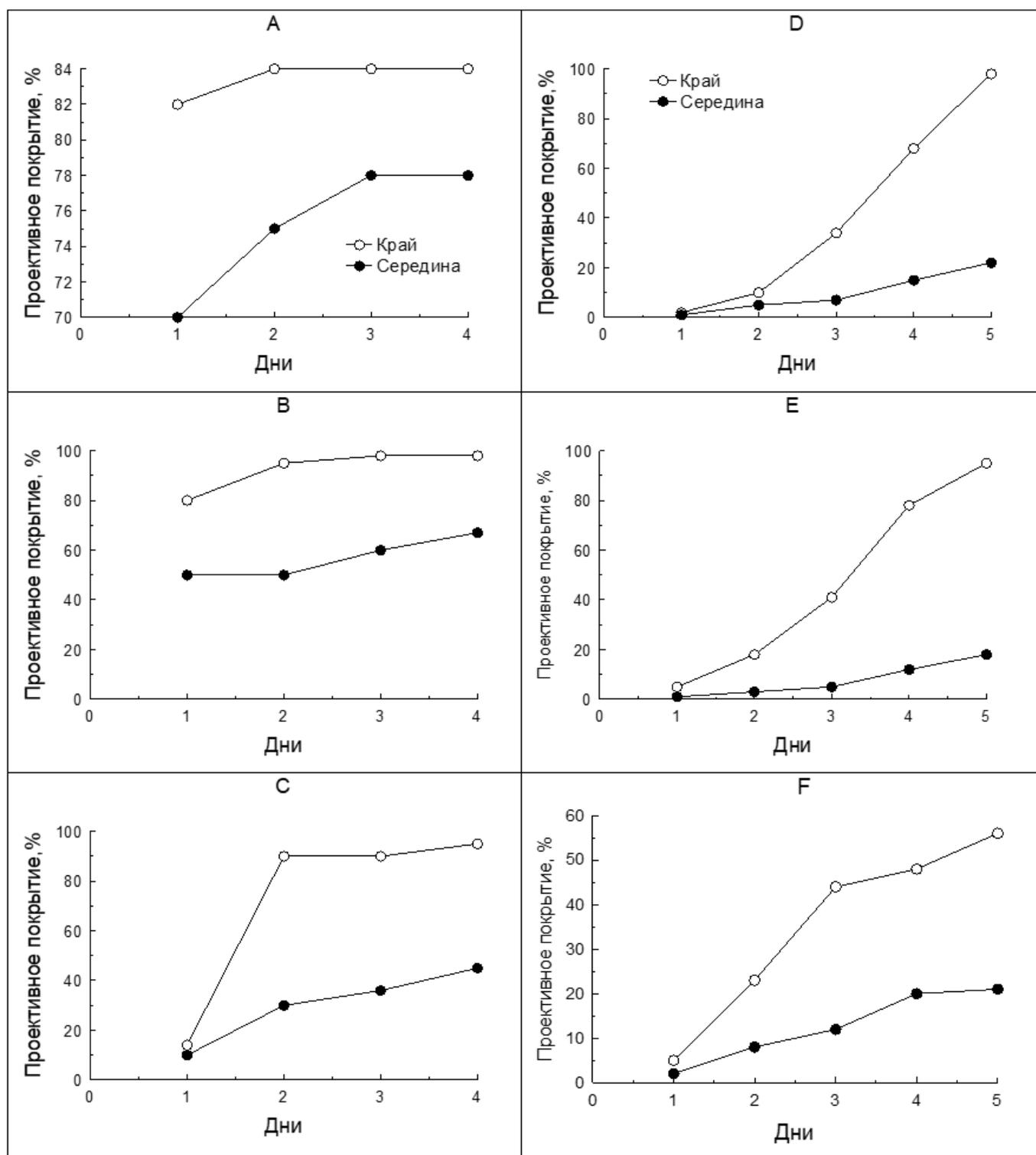


Рис. 1. Динамика проективного покрытия бактериальной биопленки на поверхности агара в экспозиции 4 дней: А — бордюр (Е1 и Е1-2); В — бордюр (В1 и В1-2); С — металлический столб (В2 и В2-2). Обрастания стекол из различных участков почвы: D — диатомовые (В1 и В1-2); Е — зеленые (Е1 и Е1-2), F — синезеленые (Д1 и Д1-2)

Таблица 2. Состав водорослей с краевых и континуальных участков почвы через 2 недели экспозиции (клеток/в поле зрения).

Группа организмов	Край	Середина
	В2	В2-2
	Стекло	
<i>Chlorophyta</i> (колонии)	30	40
Diatomeae	3	-
Euglenoidea	1	-
<i>Zygnematales</i> (трихомные)	4	1
	Почва	
<i>Chlorophyta</i> (колонии)	40	30
Diatomeae	-	4
<i>Zygnematales</i> (нитчатые)	-	1
Итого:	78	76
	A1	A1-2
	Стекло	
<i>Cyanophyta</i> (трихомные)	2	-
<i>Chlorophyta</i> (колонии)	4	15
<i>Chlorophyta</i> (одноклеточные)	10	-
<i>Zygnematales</i> (трихомные)	5	3
<i>Ulotrichales</i> (трихомные)	4	-
Итого:	25	24
	E1	E1-2
	Стекло	
Cyanophyta	9	-
Chlorophyta	16	7
Euglenoidea	1	-
<i>Zygnematales</i> (трихомные)	3	-
	Почва	
Cyanophyta	22	20
Chlorophyta	6	-
Diatomeae	6	20
Euglenoidea	5	-
<i>Zygnematales</i> (трихомные)	3	-
Итого:	71	27
	D1	D1-2
	Стекло	
Cyanophyta	63	2
Chlorophyta	2	2
Euglenoidea	4	-
<i>Zygnematales</i> (трихомные)	3	-
Итого:	72	4

и макроэлементы. На почвенном профиле контактирующим с деревом развитие растений не наблюдалось, тогда как на удалении 30 см отмечены всходы мха и покрытосеменного растения. Данное явление может объясняться биохимическими эффектами в пределах фитогенного поля подавляющими развитие других видов [9].

Посев на отдельные почвенные профили полевицы побегоносной (*Agrostis stolonifera*) дал следующие ре-

зультаты (табл. 3). На почве вдоль всех субстратов искусственного и естественного происхождения число всходов полевицы было значительно выше, чем в удалении от этих субстратов. В некоторых случаях число побегов вдоль субстратов превалировало в несколько раз. Причиной, вероятно, являлась относительно низкая доля пула аборигенного комплекса растений входящих в органоминеральный комплекс почвы граничащий с вертикальным субстратом, что было выявлено

Таблица 3. Всхожесть искусственно посаженной полевицы побегоносной (*Agrostis stolonifera*) и аборигенной флоры.

Вид растения	Край	Середина
	<b>Тополь бальзамический А</b>	
Полевица побегоносная*	32	17
Покрытосеменные.	0	1
Мхи.	0	3
	<b>Бетонный столб С</b>	
Полевица побегоносная*	82	75
Покрытосеменные.	1	1
Мхи.	1	20
Водоросли	0	15
	<b>Металлический забор В2</b>	
Полевица побегоносная*	52	37
Мхи.	6	0
	<b>Бордюр Д</b>	
Полевица побегоносная*	53	38
Покрытосеменные.	1	4
	<b>Бордюр Е</b>	
Полевица побегоносная*	61	0
Покрытосеменные.	0	3

Примечание: \* — растение посажено искусственно на отдельные, контрольные участки почвенного разреза без аборигенных растений.

Таблица 4. Химические показатели почв из краевых и континуальных участков (мг/л). В числителе — край почвы, в знаменателе — середина.

Элемент, соединение	С	Е	А	В1	В2	Д	Е6
NH <sub>4</sub>	2.68	3.12	9.77	3.49	2.16	1.25	5.59
	4.22	4.21	3.59	0.62	2.8	1.28	1.73
К	13.59	45.38	81.18	57.92	26.21	13.74	42.38
	15.4	62.07	21.7	18.15	23.52	26.82	28.69
Na	49.77	33.41	57.76	54.89	29.01	68.79	70.74
	37.3	27.35	26.54	7.59	34.79	40.48	22.83
Mg	2.04	5.26	12.74	24.76	9.38	7.46	16.13
	9.9	4.04	12.5	6.71	10.23	9.3	10.45
Ca	8.55	25.89	58.96	126.9	43.65	40.92	61.18
	33.0	18.79	69.16	35.51	49.87	47.41	61.28
Cl	44.07	46.05	7.05	37.38	22.3	13.64	54
	98.68	67.13	7.32	4.76	31.82	50.88	7.76
SO <sub>4</sub>	62.35	54.14	11.64	13.33	20.79	9.04	69.53
	56.14	60.24	9.44	11.43	53.33	47.48	35.02
NO <sub>3</sub>	70.91	83.31	24.57	429.3	49.56	23.38	187
	22.7	38.72	37.78	27.1	28.5	37.24	145
F	1.91	1.97	0.13	2.98	0.24	0.06	—
	1.26	0.32	0.08	0.84	2.28	0.15	0.34
PO <sub>4</sub>	0.35	8.88	6.25	68.91	23.18	1.12	70.5
	—	15.66	0.18	0.77	7.88	1.87	20.2

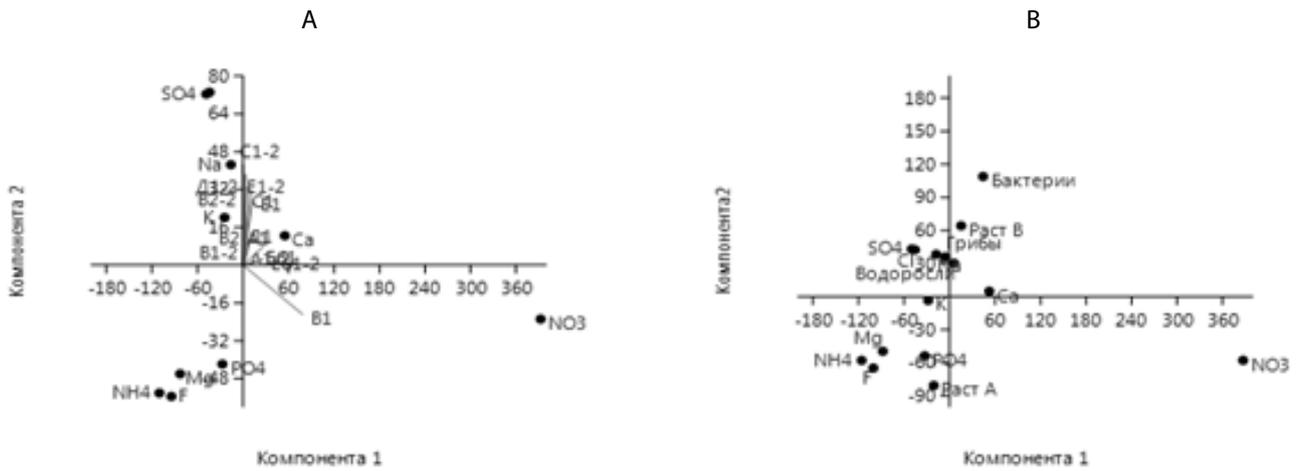


Рис. 2. Распределение в многомерном пространстве главных компонент различных почвенных профилей, химических соединений и биоты. А — химический состав и точки отбора проб. В — химический состав и биота: Раст. А — растения аборигены, Раст. В — растения вселенцы.

в предыдущем эксперименте. По высшим растениям была получена тенденция к статистически значимой обратной зависимости ( $p=0,083$ ) увеличения всходов вновь посаженного растения с уменьшением доли аборигенных видов.

Химический анализ почв граничащих с субстратом и в отдалении него показал следующие результаты (табл. 4). Натрий доминировал на крайних участках почвы граничащих с искусственными субстратами, тогда как калий, магний и кальций колебались в зависимости от почвенного профиля. Концентрации хлора также были выше в середине почвы. Распределение соединений азота выглядело следующим образом. Аммоний превалировал в отдалении искусственных субстратов, тогда как нитраты, наоборот, преобладали с края почвы. Фосфаты также преобладали с края почвы. Таким образом, в крайних участках почвы были выявлены окислительные условия обусловленные аэрофильными режимом. При этом в отношении pH не было выявлено существенных отличий в крайних участках почвы и континуальных.

В многомерном пространстве главных компонент химические соединения образовали три группы: в первую вошли такие элементы, как натрий, калий, хлор, кальций и сульфаты (рис. 2). Во вторую группу вошли аммоний, фтор, магний и фосфаты. Третью группу составляли нитраты. Почвенные профили занимали среднее положение между тремя группами, где участки почвы из середины тяготеют к первой группе элементов, а участки с краев почвы к двум другим группам. Биота распределилась следующим образом. Бактерии, грибы, водоросли и растения вселенцы образовали тренд рас-

положенный между элементами первой группы и нитратами. А растения аборигены распределились в группе с аммонием, фтором, магнием и фосфатами.

### Заключение

Более высокая численность микроорганизмов, их более интенсивное развитие на краях почвенного горизонта обусловлено тем, что в полостях между почвой и искусственным субстратом накапливается большое количество спор, отдельных клеток и колоний бактерий, грибов и водорослей с различными экологическими стратегиями и высоким таксономическим разнообразием. Так, как условия на краях вертикальных разрезов почв более нестабильны доминирующее значение получают виды с r-стратегией. В континуальном слое почвы, в отдалении искусственных барьеров доминируют трихомные формы водорослей, которые вместе с высшими растениями способствуют связыванию почвенного профиля. В период высыхания органоминерального почвенного комплекса в полость между искусственным субстратом и почвой посредством ветра сдуваются и накапливаются споры и отдельные клетки организмов. Аналогичный процесс может происходить при вымывании пула микроорганизмов в щели между почвой и искусственным субстратом. В отношении бактериальной и микологической обсемененности краевых участков почвы следует уделить внимание санитарно-гигиеническим аспектам.

Условия среды в краевых участках почвы способствуют всплескам численности и более интенсивному росту различных организмов, как находящихся в самой почве, так и случайно туда мигрирующих. Причем это наблюдается не только в отношении микроорганизмов,

но и высших растений. Это выявлено не только в ходе наших экспериментов, но известно в отношении краевого эффекта проявляющегося в более раннем развитии растений находящихся на краях почвы граничащей с теми или иными барьерами. Микроэлементный состав, преобладание фосфатов, нитратов способствует

более интенсивному развитию биоты на краях почвенных профилей. Таким образом, краевые участки почвы отличаются повышенной продукцией микробиоты по сравнению с континуальными, тогда как континуальные характеризуются более сложной структурой и замедленным функционированием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А.А., Кривошеин Ю.С., Ширококов В.П. Медицинская и санитарная микробиология: учебное пособие для студентов высш. мед. учебн. заведений. — М: Издательский центр «Академия», 2003. — 464 с.
2. Голубцова О.С., Шилина А.Ю. Физико-химические особенности почв техногенных экотонов при их послепожарном восстановлении в среднем приобье // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы. Мат-лы V международной научно-практической конференции, Нижневартовск, 09–10 февраля 2016 г. — 2016. — С. 10–13.
3. Зенова Г.М., Кураков А.В. Методы определения структуры комплексов почвенных актиномицетов и грибов. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 54 с.
4. Зенова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли: учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 80 с.
5. Кашкин П.Н., Елинков К.П., Безбородов А.М., Цыганов В.А. Антибиотики. — Л. Медицина. Ленинградское отделение, 1970. — 375 с.
6. Корляков К.А., Нохрин Д.Ю., Арсентьева Н.Ю. Влияние неровностей рельефа стекол на формирование сообществ и монокультур обрастаний // Биология внутренних вод. — 2015. — № 1. — С. 96–104.
7. Корляков К.А. Предварительные результаты исследования экотонов урбаноземов методом культивирования пула биоты из вертикальных профилей // Актуальные вопросы современного естествознания Южного Урала: материалы III Всерос. науч.-практ. конф., 21 декабря 2018. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2018. — С. 35–40.
8. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. — М.: Наука, 1989. — 285 с.
9. Крышень А.М. К методике изучения фитогенных полей деревьев // Ботанический журнал. — 1998. — Т. 83, № 10. — С. 133–142.
10. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология. — М: Издательский центр «Академия», 2006. — 352 с.
11. Sokal R.R., Rohlf F.J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. — N.-Y.: Freeman & Co, 1995. — 850 p.
12. Yoshioka K. KyPlot — a user-oriented tool for statistical data analysis and visualization // Computational Statistics. — 2002. V. 17, № 3. — P. 425–437.

© Корляков Константин Александрович ( korfish@mail.ru ),

Маркова Лада Михайловна, Гашев Сергей Николаевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МИКОБИОТЫ ОТХОДОВ НЕПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Нематова Улькер Вагиф**

Диссертант, Институт Микробиологии НАНА,  
г. Баку  
azmbi@mail.ru

## CHARACTERISTICS OF QUALITY COMPOSITION OF MYCOBIOTA DISPOSAL OF NON-PRODUCTIVE PRODUCTS GROW PRODUCTION

**U. Nematova**

*Summary.* During the study of the assessment of the quantitative composition of mycobiotics of plant materials used in non-food purposes. It is found that the quantitative composition of mycobiotics in the products under study has indicators of a specific nature, and over time, the moisture and chemical composition of materials are factors that affect its formation.

*Keywords:* plant, non-food product, mycobiota, quantitative composition, chemical composition, moisture.

*Аннотация.* В ходе исследования дана оценка количественного состава микобиоты растительных материалов, используемых в непищевых целях. Выявлено, что количественный состав микобиоты исследуемых продуктов обладает показателями специфического характера, а времена года, влажность и химический состав материалов являются факторами, существенно влияющих на её формирование.

*Ключевые слова:* растения, непродовольственный товар, микобиота, количественный состав, химический состав, влажность.

**Н**а фоне меняющихся и развивающихся экономических отношений, и связей, сформировавшихся на протяжении многих лет, меняется и география импорта в страну продуктов, в том числе непродовольственного (технического) назначения, и в результате этих изменений безопасность импортируемой продукции становится задачей, требующей особого внимания. Так, каждый год миллионы людей умирают от того или иного инфекционного заболевания [10–11], теряется не менее 10% производимых растительных продуктов [13, 15]. Среди источников передачи этих патогенов живым организмам есть как пищевые, так и непищевые продукты. Учитывая, что микроорганизмы прямо или косвенно участвуют в развитии многих заболеваний [3], т.е. обогащая эти продукты токсичными метаболитами [5–6, 8], образующимися в результате их жизнедеятельности, не вызывает сомнений актуальность изучения микробиологической безопасности таких продуктов.

Исследования в этой области сосредоточены на биобезопасности пищевых продуктов, и обширные исследования ещё продолжаются [5], а требование биологической безопасности для здоровья потомства является одним из вопросов, к реализации которого направлены все усилия. Однако, кроме пищи, люди также используют в своей деятельности и другие про-

дукты, изготовление которых также приводит к образованию отходов различного объёма и состава [16]. Эти отходы в большинстве случаев не имеют показателей, позволяющих перерабатывать их в том виде, в котором они созданы, и их неконтролируемые выбросы становятся одним из источников загрязнения окружающей среды. Наибольшее количество этих отходов образуется при обработке древесины, встречаются в производствах строительных материалов, мебели и т.д. Присутствие в этих отходах различных, имеющих определенную значимость химических компонентов приводит к необходимости рассмотрения их как потенциальных источников сырья. С другой стороны, эти отходы содержат также благоприятные для микроорганизмов питательные вещества, но в то же время они являются одним из источников обитания и распространения микроорганизмов, а также способствуют биологическому загрязнению окружающей среды. Таким образом, утилизация такого рода отходов, то есть их обезвреживание или превращение в полезные с точки зрения практических нужд продукты, является сегодня актуальной проблемой.

Известно, что для решения любой проблемы важно четко определить ее «участников», и в данном случае основным участником, требующим уточнения, явля-

Таблица 1. Сезонное изменение количественного состава микобиоты анализируемых материалов (x10<sup>5</sup> КОЕ/г)

Анализируемые материалы	Зима	Весна	Лето	Осень
Древесные щепки (широколиственные)	1,72	2,82	3,17	3,15
Древесные щепки (хвойные)	0,31	0,53	0,71	0,70
Древесные щепки (смешанные)	0,93	1,43	1,54	1,49
Упаковочная материал (картон)	0,43	0,74	0,94	0,90
Упаковочный материал (бумага)	0,39	0,64	0,76	0,73

ется микробиота материалов растительного сырья, независимая от цели использования, и первый шаг в исследовании этого вопроса заключается в том, чтобы оценить количественный и качественный состав, а затем изучить другие особенности (физиологические, биохимические, экологические, биотехнологические, токсикологические и т.д.) микобиоты.

Поэтому целью данной работы является характеристика микробиоты непищевых отходов растений, используемых в Азербайджане для технических, а также для пищевых целей, и определение факторов, влияющих на её формирование.

Следует отметить, что под микробиотой подразумевается совокупность бактерий и микроскопических грибов, обитающих в определенном материале. Бактерии и грибы характеризуются разнообразием как по количеству, так и по видовому составу и различаются методами и подходами, используемыми для характеристики их разнообразия в перечисленных выше аспектах. По этой причине в настоящем исследовании для характеристики микробиоты в первую очередь использовались грибы. Характеристика грибов в данной работе представлена только количественным составом. Это связано с тем, что в санитарно-гигиенических и эпидемиологических документах на пищевые продукты допустимые показатели грибов определяются по их количеству, а в некоторых случаях — по количеству общих групп (например, дрожжи, плесневые грибы и т.д.).

## Материалы и методы

В качестве образцов для исследования использовались материалы (древесные щепки) предприятий, производящих различные деревянные изделия, а также одноразовые материалы для упаковки пищевых продуктов.

Отбор проб, подготовка их к посеву, посев на питательную среду, выращивание, выделение в чистую культуру проводилось в соответствии с методами и подходами, принятыми в микробиологии и микологии [1, 7].

Пробы отбирались по сезонам, точнее в первой декаде первого месяца каждого квартала.

Для характеристики количественного состава микроорганизмов (колониеобразующая единица-КОЕ) была использована следующая формула:

$$N = abc/d,$$

Здесь N — количество грибов (КОЕ/г сухого материала), а — количество колоний, образовавшихся в чашке Петри, b — количество разведения, количество капель в 1 мл суспензии, d — вес взятого на анализ материала (в г.).

Идентификацию грибов проводили по определителям, составленным на основе культурально-морфологических и физиологических признаков [8, 17].

Определение химического состава, а также влажности отходов проводилось в соответствии с общепринятыми принципами.

В ходе исследования все эксперименты проводились в 4-х- 6-ти повторениях, а значения, отвечающие формуле  $m / M = P \leq 0,05$  считались достоверными [4].

## Полученные результаты и их обсуждения

В ходе анализа отобранных для исследования образцов было выявлено, что микробиота каждого из них в определенной степени характеризуется количественной специфичностью, которая находит свое наибольшее выражение в образцах, взятых с щепок лиственных деревьев, причем показатели каждого материала меняются в зависимости от сезона (таблица 1).

Как видно, показатели, характеризующие количественный состав микобиоты всех материалов, имеют наивысшие значения летом, точнее в июне. У исследованных образцов самые низкие показатели наблюдаются зимой. Причиной этого может служить температурный фактор, так как подавляющее большинство грибов

Таблица 2. Влияние влажности на изменение количественного состава микобиоты анализируемых материалов

Анализируемые материалы	Влажность, %			
	<10	15	20	>20
Древесные щепки (широколиственные)	0,92	3,2	4,0	4,6
Древесные щепки (хвойные)	0,10	0,53	0,71	0,79
Древесные щепки (смешанные)	0,37	1,48	1,74	1,92

мезофильны, и оптимальный температурный диапазон для их роста и развития составляет 20–30 °С. Температурный диапазон в Азербайджане в июне находится именно в этом диапазоне.

В отношении результатов по количественному составу грибов стоит отметить еще один момент, который связан с химическим составом отбираемых для исследования отходов. Так, химический состав используемых отходов различаются между собой, что подтверждается как литературными данными [2, 12, 14], так и некоторыми показателями, выявленными в ходе исследования. Например, основными составляющими щепок как широколиственных, так и хвойных растений являются целлюлоза и лигнин, то есть трудногидролизуемые полисахариды, количество которых в обоих случаях колеблется от 30 до 50%. Однако микобиота фрагментов, хранящихся в одинаковых условиях и образовавшихся в результате почти одного и того же процесса, существенно различается по количественному составу. Как видно (табл. 1), количество грибов в щепках хвойных деревьев во все сезоны в 4,5–5,5 раза меньше, чем в лиственных деревьях. По сравнению с другими отходами, т.е. используемыми для упаковки, количественный состав микобиоты в щепках хвойных растений характеризуется более низкими показателями. Указанные материалы, то есть картон и бумага, используемые для упаковки, содержат больше целлюлозы.

Как известно, в число метаболитов, образуемых хвойными деревьями, входят фитонциды, а также эти

деревья содержат смолистые соединения, которые также обладают антимикробной активностью [9]. Низкое количество грибов в щепках хвойных деревьев связано именно с этими особенностями хвойных.

Влажность — один из важнейших показателей обитания микроорганизмов, особенно грибов, в твердых отходах. Принимая это во внимание, одной из задач исследования явился количественный анализ микобиоты одних и тех же отходов, которые различались по влагосодержанию, а пробы для анализа отбирались из древесных щепок только в одном сезоне (лето). Полученные результаты показали, что количество грибов в зависимости от влажности также меняется, а увеличение влажности выше 10% сопровождается соответствующим увеличением количества грибов (таблица 2). Как видно, увеличение влажности до 20% приводит к увеличению количества грибов в щепках широколиственных деревьев в 4,3 раза по сравнению с самым низким здесь показателем (<10). Такое увеличение наблюдается и в результатах с хвойными и смешанными щепками, где оно повысилось соответственно в 7,1 и 4,7 раза. Можно сказать, что влажность также играет важную роль в формировании микобиоты этих отходов.

Таким образом, в результате исследования выявлено, что непищевые отходы также являются одной из сред обитания грибов, а среди факторов, влияющих на существование здесь грибов, определенную роль играют влажность, время года и составные компоненты данных отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мурадов П.З. Изменение активности гидролаз и оксидаз в процессе конверсии растительных отходов. Автореф. дис. доктора биол. наук. Баку, 2004, 48 с.
2. Базарнова Н.Г. Химия древесины и ее основных компонентов. Барнаул, 2002, 50с.
3. Инфекционные болезни: национальное руководство / Под ред. Н.Д. Ящука, Ю.Я. Венгерова. — М.: Гэотармед, 2009. — 1056с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Наука, 1990, 352 с.
5. Машанов А.И., Речкина Е.А., Губаненко Г.А. Биологическая безопасность пищевых продуктов. Красноярск: Краснояр. гос. аграрный ун-т, 2016, 117 с.
6. Неклюдов А.Д., Иванкин А.Н. Экологические основы биотехнологии: Учебник. М.: МГУЛ, 2016. — 416 с
7. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005, — 608с.
8. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001, 486с.

9. Чернышов М.П., Арефьев Ю.Ф., Титов Е.В. и др. Хвойные породы в озеленении Центральной России / Под общей ред. проф. М.П. Чернышова. М.: Колос, 2007, 328 с.
10. Шкурят М.А., Покудина И.О., Батталов Д.В., Резистентность микроорганизмов к антимикробным препаратам // «Живые и биокосные системы», 2014, № 10; URL: <http://jbks.ru/archive/issue-10/article-10>
11. Balloux F., van Dorp L. What are pathogens, and what have they done to and for us?//BMC Biol, 2017, v.15, p.91
12. Chen S., Zhang X., Singh D. et al. Biological pretreatment of lignocellulosics: potential, progress and challenges.//Biofuels, 2010, 1, p.177–199.
13. Dada E.O., Olusola-Makinde O.O. Microbial and Parasitic Contamination on Vegetables Collected From Retailers in Main Market, Akure, Nigeria.//American J. of Microbiological Research.,—2015, v.3, 3, -p.112–117.
14. Hu F., Ragauskas A. Pretreatment and lignocellulosic chemistry// Bioenergy Research. — 2012, № 5, p.1043–1066.
15. <http://www.agroatlas.ru/diseases>
16. <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2014/articles/waste-a-problem-or-a-resource>
17. Kirk P.M. et al. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. 9th edd. CAB International, 2001, 655 p.

© Нематова Улькер Вагиф ( [azmbi@mail.ru](mailto:azmbi@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОМА МЕЛКОГО СОЛОНЦА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДОННИКА

### CHANGES IN THE MICROBIOME OF SMALL SOLONETZ UNDER THE INFLUENCE OF LONG-TERM CULTIVATION OF SWEET CLOVER

V. Riksen  
L. Korobova  
T. Lomova

*Summary.* The article presents the results of a five-year study of plant-microbial interactions in small solonetz in the Barabinsk lowland of Siberia where yellow sweet clover was cultivated in the fodder crop rotation for 33 years. The phytomeliorative effect of the sweet clover was manifested in the desalting of the small solonetz and replenishment of the nitrogen fund of the soil. Under the sweet clover at the layer of 0–20 cm, the oligotrophy of the soil decreased by more than two times and the microbial transformation of plant residues into humus compounds became two times more active. The prokaryotic microbiome became somewhat more diverse; the number of orders and families of bacteria and archaea, as well as their genera, increased to 387 against 311 in virgin soil. The influence of the sweet clover changed the metagenome of the small solonetz at the level of phylum and classes, selecting it towards the representation of copiotrophs that play a significant role in the carbon and nitrogen cycles.

*Keywords:* small solonetz, phytomelioration, yellow clover, soil microorganisms, microbiome, taxonomy.

**Риксен Вера Сергеевна**

Аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет; м.н.с., Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН  
Riclog@mail.ru

**Коробова Лариса Николаевна**

Д.б.н. профессор, Новосибирский государственный аграрный университет

**Ломова Татьяна Григорьевна**

К.с.-х.н., в.н.с., Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

*Аннотация.* В статье приведены результаты пятилетних исследований, связанных с изучением растительно-микробных взаимодействий в солонце мелком средненатриевом Барабинской низменности Сибири, где в течение 33-х лет в кормовом севообороте возделывался донник желтый. Фитомелиоративное действие донника проявилось в рассолении мелкого солонца и пополнении азотного фонда почвы. Под донником в слое 0–20 см более чем в 2 раза снизилась олиготрофность почвы и в 2 раза активнее стала микробная трансформация растительных остатков в соединения гумуса. Микробиом прокариот несколько разнообразился, в нем увеличилось число порядков и семейств бактерий и архей, а также родов до 387 против 311 в целине. Влияние донника изменило метабеном мелкого солонца на уровне филумов и классов, отселектировав его в сторону представительства копиотрофов, играющих значительную роль в круговоротах углерода и азота.

*Ключевые слова:* мелкий солонец, фитомелиорация, донник желтый, микроорганизмы почвы, микробиом, таксономия.

**М**икрофлора является ключевым детерминантом характеристики почвы и биогеохимических функций наземных экосистем [5, 22]. Вклад ее в продуктивность фитоценозов и экологические функции почвы зависит от биоразнообразия, численности и функциональной активности почвенных микроорганизмов [23]. Для развития почвенной микрофлоры солонцов, согласно экологическим правилам М. Бейеринка, важны 2 момента: воздействие солей и специфика растительного сообщества.

В Барабинской низменности Западной Сибири солонцы (а это 3686 тыс. га) в основном представляют собой обширные кормовые угодья [7]. Здесь на естественных лугах произрастают устойчивые к соли и солонцеватости кермек Гмелина, бескильница, полынь азотистая, волоснец солончаковатый и разнотравье с глубокой корневой системой. Такие луга дают не бо-

лее 3–5 ц низкокачественного сена [1], поэтому в сельскохозяйственной практике на солонцах высевают засухо- и солеустойчивые однолетние и многолетние высокопродуктивные кормовые травы. Они способны обогащать почву органическим веществом и кальцием и постепенно ее рассолят, т.е. оказывать фитомелиоративное воздействие [7, 2].

Среди фитомелиорантов одним из лучших считается донник *Melilotus* Mill. На засоленных почвах он показывает устойчивую кормовую и семенную продуктивность, проявляет засухоустойчивость и зимостойкость, устойчивость к вредителям и болезням. Донник хорошо рассоляет почву и улучшает ее теплофизические свойства, поэтому рекомендован к использованию в мелиоративных севооборотах на солонцах [6, 3, 10, 20]. В Барабе донниковые шестипольные севообороты изучаются на солонцовом стационаре СибНИИКор-

мов с 1987 года. Установлено, что фитомелиоративное воздействие донника совместно с обработкой почвы (раз за ротацию послойное фрезерование верхнего горизонта, далее рыхление) проявилось в улучшении водно-физических свойств и химических показателей плодородия мелкого и среднего солонцов [7, 13, 1]. Для микрофлоры было показано, что три ротации донникового севооборота увеличили биогенность слоя 0–20 см солонцов, особенно обилие нитрификаторов и актиномицетов [9]. К настоящему времени с момента закладки фитомелиоративных севооборотов с донником прошло 33 года.

### Цель данной работы

Показать, как изменилась биологическая активность мелкого солонца при длительном возделывании донника и выявить особенности таксономической структуры его микробного сообщества в сравнении с целинным солонцом.

### Объекты и методы исследования

Исследования провели в Барабинской лесостепи на стационаре СФНЦА РАН (СибНИИКормов) в Чановском районе Новосибирской области. Географические координаты стационара: 55,389° с.ш., 78,927° в.д.

Объект исследования — солонец мелкий высокостолбчатый средненатриевый содово-сульфатного типа засоления тяжелого гранулометрического состава. Содержание гумуса в горизонте А при закладке опыта в 1987 г. в почве составляло 5,8% от массы солонца,  $pH_{KCl}=7,7-8$  [12].

Изучались варианты: 1) целина, 2) донник второго года жизни в шестипольном севообороте: донник с покровной культурой суданской травой — донник второго года жизни — овес на зерносеяж — донник с суданской травой — донник — овес на зерносеяж. Высевался донник желтый сорта Альшеевский.

Биологическую активность почвы исследовали в 2008, 2009, 2016, 2018 и 2020 гг., таксономическую структуру микробиома — в 2020 г. Почву отбирали в первых числах августа из слоя 0–20 см (в целине 0–15 см) на нечетных делянках размером 200 м<sup>2</sup> в 6-ти повторениях буром. Биологическую активность почвы характеризовали, используя коэффициенты минерализации (КАА/МПА), олиготрофности (ГА/МПА) и микробиологической трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы. Коэффициент вычислен по формуле, предложенной В.Д. Мухой (1980):  $P_m = (M_{ПА} + K_{АА}) \times (M_{ПА} / K_{АА})$ . Для этого классическими методами микробиологии анализировали почву сме-

шанного образца каждого варианта, выделяя бактерии, усваивающие органический и минеральный азот и олигонитрофилов. Повторность микробиологических посевов на твердые питательные среды — трехкратная [11].

Таксономическую принадлежность микроорганизмов выявляли метагеномным анализом последовательностей генов 16S рРНК. Анализ выполнен на базе ИХБФМ СО РАН (г. Новосибирск) в ЦКП «Геномика». ДНК бактерий и архей выделяли из 0,5 г почвы в 4 повторениях для каждого варианта. ДНК экстрагировалась при помощи наборов Spin Kit for Soil (Mo-Bio, Калифорния, США) и QIAAMP DNA STOOL MINI KIT по протоколам производителей. Для обработки образцов в процессе Qiagen применялся гомогенизатор TissueLyser II (45 с, 5000 об/мин.). Качество извлеченной ДНК оценивалось электрофорезом в 1% агарозном геле.

Полученный препарат ДНК использовался как матрица в ПЦР с применением праймеров к варибельному участку V3-V4 генов 16S рРНК F343 (5'-CTCCTACGRRSGCAGCAG-3') и R806 (5'-GGACTACNVGGGTWTCTAAT-3') в сочетании с адаптерными последовательностями Illumina и Barcode на праймерах. ПЦР-амплификация проводилась в объеме 50 мкл реакционных смесей. Пробы подготавливались и секвенировались на приборе MiSeq (Illumina, США) в соответствии с рекомендациями производителя.

Секвенированные последовательности анализировались в программе USEARCH. В ходе анализа выполнялась проверка качества секвенирования, фильтрация последовательностей нуклеотидов по длине и качеству, отбрасывание синглтонов, химер, объединение последовательностей в операционные таксономические единицы ОТЕ (виды) на основе порога сходства генов, равном 97%. Последовательности ОТЕ были отнесены к таксонам с помощью SINTAX [18]. Таксономическую структуру бактерий и архей отразили через процентное представительство отдельных таксонов в общем числе нуклеотидных последовательностей.

Общее содержание солей в почве определили по удельной электропроводности почвенной пасты — УЭП, используя для анализа разведение почвы 1:5 и кондуктометр-иономер [4].

### Результаты и обсуждение

Фитомелиорацию за рубежом считают недорогим, но малорентабельным методом в изменении свойств почвы в сравнении с использованием химических мелиорантов [25]. При анализе солонцов Барабы, транс-

Таблица 1. Показатели биологической активности солонца мелкого и изменение его засоленности при длительном возделывании севооборота с донником (среднее за 2008–2009, 2016, 2018, 2020 гг.)

Вариант	Целина		Фитомелиорированный солонец	
	среднее	медиана	среднее	медиана
Коэффициент минерализации	11,1	7,3	11,7	11,7
2. Коэффициент олиготрофности	8,2	5,4	3,4*	1,0
3. Коэффициент трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы	101,0	71,5	223,7*	181,1
4. Удельная электропроводность почвенного раствора, мкСм/см, НСР <sub>05</sub> = 154,8 (2018 г.)	1050,5		98,1*	

Примечание. \*Различия с целиной достоверны на 95% уровне значимости

формированных химическим мелиорантом — фосфогипсом, биологическая активность почвы показала себя как чувствительный индикатор постмелиоративных изменений [24]. В данных исследованиях тоже выявились существенные отличия в изученных биологических показателях солонца мелкого.

Прежде всего, при длительном возделывании кормового севооборота с донником произошло значительное рассоление верхнего горизонта солонцовой почвы (табл. 1). В исходном целинном солонце содержание обменного Na в слое 10–20 см составляло 25,5% от суммы поглощенных оснований [8]. По значениям удельной электропроводности (УЭП) такой солонец относился к средnezасоленным. Фитомелиорированная солонцовая почва, благодаря доннику, перешла в разряд незасоленных, т.к. за 31 год действия агробиологического метода количество солей в ней в слое 0–20 см снизилось в 10,7 раза.

С содержанием солей в почве было тесно связано обилие олигонитрофильных микроорганизмов. Оно положительно коррелировало с УЭП с  $r = 0,944 \pm 0,06$ . Олигонитрофилы обычно многочисленны в средах обитания с низкими концентрациями азота. В целинном солонце соотношение между этой группы и численностью копиотрофных бактерий на МПА (коэффициент олиготрофности) превосходило трансформированную донниковым севооборотом почву в 2,4 раза, что свидетельствует о повышенном содержании азота под фитомелиорантом.

Также под севооборотом с донником усилилась микробиологическая трансформация растительных остатков в органическое вещество почвы (коэффициент Пм в табл. 1), приводящее к развитию дернового процесса. Скорость микробиологического гумусонакопления в среднем за годы исследований в трансформированном солонце превысила целинную почву в 2,2 раза.

По истечении 33-летнего срока фитомелиорации наметились сдвиги в биологическом разнообразии почвенных бактерий и архей. Биорегулирование солонцовой почвы севооборотом с донником проявилось в возрастании в ней геномных последовательностей и видового разнообразия. Всего здесь было выявлено 49099 микробных OTUS, в то время как в изученных образцах целинного солонца 47861. Разнообразие микроорганизмов в агроизмененном солонце представляли 120 порядков (в целине их было 113), 213 семейств (против 191 в целине) и 387 родов бактерий и архей (в целине 331).

Состав сообщества прокариот мелкого солонца Барабы в основном был сформирован доменом *Bacteria* с доминированием представителей 4 групп: *Acidobacteria*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Verrucomicrobia*. В целинном солонце самым распространенным филумом являлся *Actinobacteria*, на долю которого приходилось 30,3% видов сообщества. На 2 месте находились ацидобактерии с долевым присутствием 25,1%, 3 место занимали протеобактерии — 13,4% сообщества. Согласно таксономической идентификации среди ацидобактерий наиболее многочисленными были Gp4 и unc\_ *Acidobacteria*, среди протеобактерий класс *Alphaproteobacteria*. Доминировал здесь род *Sphingomonas* с содержанием, в 1,5 раза превышающим фитомелиорируемый мелкий солонец, что, возможно, связано с низкой концентрацией питательных веществ в целинной почве [17, 21].

В микробиоме трансформированного фитомелиорацией солонца доля актиномицетов сократилась в 2,2 раза. До 32,7% возросла доля ацидобактерий (прежде всего групп Gp1, Gp6 и неатрибутируемых представителей *Acidobacteria*) и до 16,5% увеличилась численность почвенных протеобактерий, в основном из класса  $\beta$ -*Proteobacteria*. Среди них много копиотрофов, адаптированных к большому содержанию в почве

углерода и играющих значительную роль в круговороте азота и связывании биогеохимии углерода и железа [19].

Многочисленными в солонце с донниковой растительностью стали виды из типа *Verrucomicrobia* — еще одной группы, сильно реагирующей на увеличение органического вещества почвы [16]. Их процентное содержание в сравнении с целинным мелким солонцом возросло в 2 раза и составило в трансформированном солонце 14,7% против 7,2% в целине.

Представительство архей в Барабе, в сравнении с прикаспийским мелким солонцом (микробиом которого описан Т.И. Черновым в [15] и где в слое 0–20 см обнаружено до 12% архей из филума таумархеот) незначительно. В целине их 0,03% от общего числа OTUS, под донником 0,04%. Причина этого, по-видимому, связана с генезисом солонцов Барабы. Почвоведы Сибири Н.В. Семендяева и Н.И. Добротворская считают, что исходно на месте солонцов Барабинской низменности были луговые и лугово-черноземные почвы, которые постепенно минерализовались солесодержащими грунтовыми водами [14].

В целом, сравнение таксономической структуры микробиомов целины и измененной фитомелиорационной почвы указывает на то, что биоразнообразие поч-

венных прокариот в мелком солонце связано с растительно-микробными взаимодействиями достаточно сильно.

### Заключение

Длительное, в течение трех десятилетий, фитомелиоративное действие на мелкий солонец кормового севооборота с донником проявляется в его рассолении и пополнении азотного фонда почвы. Под донником в верхнем горизонте почвы более чем в 2 раза снижается олиготрофность и в 2 раза лучше за счет микробиологической трансформации растительных остатков в гумусовые соединения почвы обеспечивается дерновый процесс.

Под действием длительного возделывания донникового севооборота почвенный микробиом прокариот ставится более разнообразным: в нем увеличивается число порядков, семейств и родов бактерий и архей. Влияние донника изменяет метагеном мелкого солонца на уровне филумов и классов, селектируя его в сторону представительства копиотрофов, играющих значительную роль в круговоротах углерода и азота.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–34–90096.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Елизаров Н.В., Ломова Т.Г., Устинов М.Т., Попов В.В. Действие агробиологической мелиорации на солевой профиль солонцов Восточной Барабы // Вестник НГАУ. 2019. № 1. С. 18–25. DOI: 10.26898/0370–8799–2018–6–2
2. Елизаров Н.В., Попов В.В. Влияние агробиологической мелиорации на почвенный поглощающий комплекс солонцов Барабинской низменности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 13–20.
3. Жумадилова Ж.Ш., Мухамбетов, Б., Абдиева К.М., Шорабаев Е.Ж., Саданов А.К. Влияние донника на солевой режим и органо-минеральный состав почвы рисового севооборота в условиях Приаралья // Успехи современного естествознания. 2014. № 12–5. С. 546–549.
4. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: Изд-во МГУ, 2003. 448 с.
5. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 256 с.
6. Кирпичев И.В., Наумов С.Ю. Однолетний и двулетний донник. — Луганск: Изд-во «Укрроспромаш», 2002. 100 с.
7. Константинов М.Д. Агробиологический метод мелиорации солонцов Южного Урала и Западной Сибири / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние. Сиб. науч.-исслед. ин-т кормов. Новосибирск, 2000. 359 с.
8. Константинов М.Д., Кухарь М.А. Улучшение свойств черноземно-луговых мелких солонцов в фитомелиоративных луговых севооборотах Западной Сибири // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 6. С. 31–34.
9. Ломова Т.Г., Коробова Л.Н. Фитомелиоративное окультуривание солонцов Барабы и его влияние на биологическую активность почвы // Сиб. вестник с.-х. науки. 2015. № 1. С. 12–18.
10. Макарычев С.В. Влияние фитомелиорации на улучшение теплофизического режима солонцовых почв сухостепной зоны Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 34–38.
11. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов: Сб. науч. тр. Харьковского СХИ. Харьков, 1980. Т. 273. С. 13–16.
12. Реестр длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии / Сост.: Л.Ф. Ашарина, А.И. Ермохина, Т.А. Галактионова. Новосибирск, 2009. 285 с.
13. Семендяева Н.В., Ломова Т.Г., Утенков Г.Л. Научное обеспечение сельскохозяйственного освоения солонцовых почв юга западной Сибири за период с 1969 по 2014 г. // Вестник НГАУ. 2016. № 1. С. 7–22.

14. Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические химической мелиорации солонцов Западной Сибири: монография. Новосибирск, 2005. 156 с.
15. Чернов Т.И. Метагеномный анализ прокариотных сообществ профилей почв Европейской части России: автореферат дис. ... канд. биол. наук. М. 2016. 23 с.
16. Bergmann G.T., Bates S.T., Eilers K.G., Lauber C.L., Caporaso J.G., Walters W.A., Knight R., Fierer N. The under-recognized dominance of Verrucomicrobia in soil bacterial communities // *Soil Biology, Biochemistry*, 2011. Vol. 43. № 7. P. 1450–1455. doi: 10.1016/j.soilbio.2011.03.012.
17. Chaves M.G., Silva G.G.Z., Rossetto R., Edwards R.A., Tsai S.M., Navarrete A.A. Acidobacteria Subgroups and Their Metabolic Potential for Carbon Degradation in Sugarcane Soil Amended With Vinasse and Nitrogen Fertilizers. // *Front. Microbiol.* 2019. № 10 P. 1680. C. 1–16 doi: 10.3389/fmicb.2019.01680.
18. Edgar R.C. SINTAX, a Simple Non-Bayesian Taxonomy Classifier for 16S and ITS Sequences // *bioRxiv preprint*. Version posted September 9, 2016. doi: doi.org/10.1101/074161
19. Krishna M., Gupta S., Delgado–Baquerizo M., Morriën E., Garkoti S.C. et al. Successional trajectory of bacterial communities in soil are shaped by plant-driven changes during secondary succession // *Scientific reports*. 2020. № 10. P. 1–10.
20. Muntyan A.N., Belova V.S., Chizhevskaya E.P., Rummyantseva M.L., Simarov B.V., Andronov E.E. Molecular analysis of the genetic diversity of populations of sweet clover (*Melilotus dentatus* Pers.) // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2012. № 6. P. 92–99.
21. Nishiyama M., Senoo K., Wada H., Matsumoto S. Identification of soil micro-habitats for growth, death and survival of a bacterium, g-1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane-assimilating *Sphingomonas paucimobilis*, by fractionation of soil // *FEMS Microbiol. Ecol.* 1992. Vol. 101. P. 145–150.
22. Prosser J.I. Dispersing misconceptions and identifying opportunities for the use of 'omics' in soil microbial ecology // *Nature Reviews Microbiology*. 2015. Vol. 13. № 7. P. 439–446.
23. Ryan M.H., Graham J.H. Little evidence that farmers should consider abundance or diversity of arbuscular mycorrhizal fungi when managing crops // *New Phytol.* 2018. Vol. 220. P. 1092–1107.
24. Semendyaeva N.V., Korobova L.N., Elizarov N.V. Changes in the Properties and Biological Activity of Crusty Solonchets in the Baraba Lowland under the Long-Term Impact of Gypsum // *Eurasian Soil Science*. 2014. № 11. P. 1116–1122.
25. Trivedi R. Ecology of saline soil microorganisms // *Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective*. — Springer, Cham, 2017. — C. 157–171.

© Риксен Вера Сергеевна ( Riclog@mail.ru ),

Коробова Лариса Николаевна, Ломова Татьяна Григорьевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Новосибирск

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ РАЗНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

### COMPARATIVE ANALYSIS OF ENDOPHYTIC BACTERIA IN FIVE VARIETIES OF POTATO

**A. Tuama  
N. Karamova  
Z. Staseski**

*Summary.* The article presents the results of isolation and characteristics of endophytic bacteria from five varieties of seed potato plants obtained from different geographic zones. Of the 49 isolates, the most were found in plant roots, 61% of the bacteria are spore-forming. The main number of isolates (71%) are Gram-positive bacteria. The isolated endophytes belong to five genera, among which are dominated by representatives of the genus *Bacillus*. Differences in the quantitative and species composition of endophytes found in plants of different potato varieties have been established.

*Keywords:* endophytic bacteria, potato, biodiversity, ecological adaptation.

**Туама Аммар Аднан**

Аспирант, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»  
ammartuama02@gmail.com

**Карамова Назира Сунагатовна**

К.б.н., доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)  
федеральный университет»  
nskaramova@mail.ru

**Сташевски Зенон**

К.б.н., в.н.с., ТамНИИСХ — обособленное  
структурное подразделение ФИЦ «Казанский научный  
центр Российской академии наук»  
zenons@bk.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты выделения и характеристики эндофитных бактерий растений пяти сортов семенного картофеля, полученных из разных географических зон. Из 49 изолятов больше всего (19) было обнаружено в корнях растений, 61% бактерий являются спорообразующими. Основное количество изолятов (71%), являются бактериями с грамположительным морфотипом. Выделенные эндофиты являются представителями пяти родов, среди которых доминируют бактерии р. *Bacillus*. Установлены различия в количественном и видовом составе эндофитов, обнаруженных в растениях разных сортов картофеля.

*Ключевые слова:* эндофитные бактерии, картофель, биоразнообразие, экологическая адаптация.

### Введение

Эндофитными принято называть факультативно или облигатно симбиотические микроорганизмы, которые имеют способность к заселению внутренних тканей растений [29, 16], при этом не оказывая на них никакого вредного воздействия [17]. Более того, результаты многих исследований свидетельствуют о том, что эндофитная микрофлора благотворно влияет на жизнедеятельность хозяев. Например, они могут улучшать фосфорное и азотное питание растений, продуцировать фитогормоны, витамины, регулировать осмотическое давление и работу устьиц, участвовать в модификации развития корневой системы растений и повышать их устойчивость к стрессам [6, 13]. Эндофиты также могут проявлять выраженную антагонистическую активность в отношении различных фитопатогенных микроорганизмов. Данные факты позволяют рассматривать эндофитные микроорганизмы в качестве перспективных кандидатов для стимуляции роста растений и биологического контроля фито-

патогенов [1]. Таким образом, одним из современных направлений агробиотехнологий является изучение свойств и возможности использования эндофитов для повышения эффективности производства продукции растениеводства [6].

Ежегодные биотические потери урожая, вызванные различными инфекционными болезнями, сорняками и вредителями, среди 5 экономически важных культур, таких как картофель, рис, кукуруза, хлопок и пшеница, составляют примерно 28–40%. Наибольшие потери урожая показывает картофель (40%), за которым следуют рис (38%) и кукуруза (30%). [26]. Картофель входит в перечень основных культур, которые определяет продовольственную безопасность нашей страны. Урожайность культуры (14 т/га) на территории России значительно отстаёт от среднемирового уровня (17 т/га) из-за повышенной поражаемости фитопатогенами и вредителями [2]. Следует подчеркнуть, что изучение эндофитной микрофлоры картофеля представляет собой основу для более глубокого понимания меха-

низмов взаимоотношений микроорганизмов и растений как при вегетативном росте, так и при хранении клубней, и, как следствие, разработки экологические безопасных подходов к регуляции жизнедеятельности и урожайности данной культуры.

### Цель работы

Выделение и характеристика эндофитных бактерий из растений семенного картофеля пяти сортов.

### Материалы и методы

В работе использовались растения картофеля, выращенные из семян 5 сортов, полученных в разных географических зонах: Регги (Россия); Спринт (Германия); Гала (Германия); Ред Соня (Россия); Пикассо (Нидерланды). Сорт Регги был представлен растениями разных классов: Регги ПП-1 (первое полевое поколение), Регги ССЭ (Супер-супер элита), Регги СЭ (Супер-элита), Регги Э (Элита), остальные четыре сорта — растениями класса Элита (Э). Экспериментальные растения (по 5 образцов каждого сорта и класса) отбирались в период бутонизации растений.

Выделение эндофитных бактерий проводилось из разных частей растений (внутренних растительных тканей клубней, стеблей, листьев, корней) по методам, описанным в ранее опубликованных работах [7]. После поэтапной полной стерилизации поверхности растений с использованием раствора Tween 20, 70% раствор этанола, 5% раствор гипохлорита натрия, стерильной дистиллированной воды снимали верхний слой каждой части стерильным скальпелем. Далее мелкие кусочки отдельных органов растений помещали на поверхность стерильной питательной среды (2% агар (Лурия-Буртани, 2% LA), содержащей 30 мкг/мл нистатина для подавления роста грибов, в чашках Петри. Чашки инкубировали в течение 48 часов при температуре 37°C. Для получения чистых культур проводился многократный пересев колоний микроорганизмов на 2% LA. Для оценки чистоты культуры бактерий проводили визуальный осмотр отдельных колоний, выросших на питательной среде, окраску клеток бактерий по Граму [4].

Идентификацию эндофитных бактерий осуществляли методом масс-спектрометрического анализа MALDI-TOF MS (Bruker Biotyper, Bruker Daltonik, Германия).

### Результаты и обсуждение

Из различных частей растений (корень, клубень, стебель, листья) картофеля сортов Регги (Россия); Спринт (Германия); Гала (Германия); Ред Соня (Россия); Пикассо (Нидерланды). всего было выделено 49 культу-

вируемых изолятов эндофитных бактерий. При микроскопировании препаратов, приготовленных из культур эндофитных бактерий, нами установлено, что из 49 выделенных изолятов 30 (61%) являются спорообразующими, а остальные 19 (39%) — не образуют спор. Основное количество выделенных изолятов — 35 (71%), являются бактериями с грамположительным и только 14 (29%) — с грамотрицательным морфотипом. Доминирование грамположительных бактерий в эндосфере растений показано и в других работах, причем известно, что именно они способны синтезировать уникальные метаболиты, обладающие разнообразными эффектами: участвующие в стимуляции роста растений, биоконтроле патогенных микроорганизмов и защищающие своих хозяев от негативных стрессовых факторов [28, 12]. Среди грамположительных эндофитных бактерий наиболее известными продуцентами биологически активных веществ являются представители родов *Bacillus* и *Streptomyces* [27, 14].

Известно, что эндофитные микроорганизмы могут обитать в различных органах растений: в корнях, стеблях, листьях, некоторые виды были обнаружены в цветах, фруктах и семенах [22, 25, 10, 20, 11]. Эндофиты заселяют апопласт растений, локализуясь в клеточной стенке или межклеточном пространстве [21], а также могут перемещаться по просвету ксилемы [9].

Нами установлено, что основное количество эндофитных бактерий, у всех исследованных растений картофеля, содержится в корнях, а наименьшее количество бактерий — в листьях (Таблица 1). У растений сортов Гала, Ред Соня, Пикассо по два изолята эндофитных бактерий также было выделено из клубней.

Количественное распределение эндофитных микроорганизмов по разным органам растений согласуется с данными других исследователей [15, 31, 19]. Повышенное содержание эндофитных бактерий в корнях растений вероятно является следствием того, что клетки корней активно выделяют корневые экссудаты, которые содержат питательные вещества для микроорганизмов, способствуя образованию микробно-растительных ассоциаций внутри и вне корневых тканей, и поэтому именно корневая система является их основным местом проникновения микроорганизмов в организм растений [24].

На количество и разнообразие, экологическую адаптацию микрофлоры растений большое влияние оказывает окружающая среда. В настоящей работе выявлены различия в количественном составе эндофитов у сортов растений картофеля, полученных в различных географических зонах. Так, наибольшее количество эндофитных бактерий (10) было выделено из растений

Таблица 1. Содержание изолятов эндофитных бактерий в корнях, стеблях, листьях и клубнях разных сортов картофеля

Сорт картофеля	Количество изолятов				
	Всего	Корни	Стебли	Листья	Клубни
Регги ПП1	7	3	3	1	–
Регги ССЭ	7	3	2	1	–
Регги СЭ	6	2	2	2	–
Регги Э	4	2	1	1	–
Спринт Э	2	1	–	1	–
Гала Э	8	3	2	1	2
Ред Соня Э	5	2	–	1	2
Пикассо Э	10	3	2	3	2

Таблица 2. Виды эндофитных бактерий, выделенные из разных сортов семенного картофеля

Сорт картофеля	Вид эндофитных бактерий
Регги ППП1	<i>Bacillus megaterium</i> (2), <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus pumilus</i> (2), <i>Staphylococcus warneri</i>
Регги ССЭ	<i>Bacillus pumilus</i> , <i>Enterobacter ludwigii</i> (2), <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Bacillus simplex</i>
Регги СЭ	<i>Enterobacter ludwigii</i> , <i>Bacillus pumilus</i> (3), <i>Lysinibacillus fusiformis</i> , <i>Bacillus mycoides</i>
Регги Э	<i>Bacillus weithenstephanensis</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Bacillus horneckiae</i>
Спринт Э	<i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Enterobacter ludwigii</i>
Гала Э	<i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Enterobacter hormaechei</i> , <i>Bacillus mojavensis</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter ludwigii</i> (2), <i>Bacillus megaterium</i>
Ред Соня Э	<i>Enterobacter ludwigii</i> (2), <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus weithenstephanensis</i>
Пикассо Э	<i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Acinetobacter pittii</i> , <i>Bacillus subtilis</i> (4), <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Bacillus mojavensis</i> , <i>Bacillus pumilus</i>

картофеля сорта Пикассо, семена которого были получены в Нидерландах (Таблица 1). Известно, что в Нидерландах интенсивно развивается семеноводство и производство экологически чистых продуктов. Эта страна также занимает второе место по выращиванию и экспорту семенного картофеля по всему миру [3]. Возможно, что благоприятные агротехнические условия и соблюдение оптимального баланса микроорганизмов в агробиоценозах, объясняют разнообразие бактерий, выделенной из растений сорта Пикассо.

Эндофитная микробиота характеризуется большим разнообразием — эндосимбионтами растений могут быть микроорганизмы разных групп: представители более, чем 200 родов 16 фил. Результаты исследований по анализу таксономической принадлежности эндофитных прокариот показывают, что в основном они являются представителями следующих фил: *Proteobacteria*, включая  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ - *Proteobacteria* (54%), *Actinobacteria* (20%), *Firmicutes* (16%), и *Bacteroidetes*

(6%) [16, 18]. Следует подчеркнуть, что формирование микробиоты не происходит спонтанно, растения производят отбор определенных видов микроорганизмов. Об этом свидетельствуют данные по оценке биоразнообразия микроорганизмов некоторых культурных растений [8, 1]. Например, в работе [23] показано, что в микробиоме картофеля доминировали представители р. *Enterobacter*, *Pseudomonas* и *Stenotrophomonas* из филы *Proteobacteria*. Высокая специфичность эндофитного бактериального сообщества картофеля определяется разными факторами, включая стадия роста, физиологическое состояние растения и т.п. [30].

Идентификация изолятов эндофитных бактерий выделенных из сортов картофеля Спринт, Гала, Ред Соня, Пикассо, Регги позволила установить, что они являются представителями следующих родов: *Lysinibacillus* (*L. fusiformis*), *Bacillus* (*B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. mycoides*, *B. simplex*, *B. weithenstephanensis*, *B. horneckiae*, *B. mojavensis*, *B.*

*cereus*, *B. thuringiensis*), *Staphylococcus* (*S. warneri*), *Enterobacter* (*E. cloacae*, *E. ludwigii*, *E. hormaechei*), *Acinetobacter* (*A. pittii*, *A. baumannii*), причем основная часть изолятов (28) принадлежат к роду *Bacillus* (Таблица 2).

Нами, на примере картофеля сорта Регги показано, что растения одного сорта, но разных классов имеют различия в составе эндофитной микрофлоры. При этом наибольшее количество (7) и разнообразие эндофитных бактерий приходится на первые годы размножения семенного картофеля (Таблицы 1, 2), что возможно связано с тем, что в первые годы жизни растению необходима дополнительная защита, которую ей обеспечивают полезные микроорганизмы. В растениях семенного картофеля более позднего срока размножения, начиная с класса Супер-элита обнаружено меньшее количество эндофитных бактерий.

Эндофитная микробиота каждого растения состоит из видов, проникших в растения из окружающей среды во время его вегетации, а также из микроорганизмов, полученных при вертикальном переносе от предыдущего поколения с семенами [14, 1].

Полученные нами результаты свидетельствуют в пользу мнения, что микробиота эндосферы в основном представлена микроорганизмами из окружающей среды [18, 14].

Дальнейшее исследование биологической активности выделенных нами изолятов эндофитных бактерий позволит выявить их уникальные особенности и использовать для разработки биопрепаратов с учетом особенностей разных сортов и географических зон выращивания для повышения урожайности и качества производства картофеля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Е.Н., Ахтемова Г.А., Жуков В.А., Тихонович И.А. Эндофитные микроорганизмы в фундаментальных исследованиях и сельском хозяйстве // Экологическая генетика., 2019, т. 7(1), с.19–32.
2. Евстратова Л.П., Кузнецова Л.А., Николаева Е.В. Комплексная оценка урожайности и экологической адаптивности селекционного материала картофеля для использования в региональной технологии возделывания культуры // Известия Оренбургского государственного аграрного университета., 2020, № 6 (86), с. 85–90.
3. Зальцман В.А. Экономика и сельское хозяйство Нидерландов // Нивы России, 2016, № 8 (141), с. 1–4.
4. Канашкова Т.А., Адамович Т.Г., Каскевич Л.И. Микробиология с основами иммунологии — 3-е изд. — Минск: БГМУ, 2016. — 104 с.
5. Максимов И.В., Веселова С.В., Нужная Т.В., Сарварова Е.Р., Хайруллин Р.М. Стимулирующие рост растений бактерии в регуляции устойчивости растений к стрессовым факторам // Физиология растений., 2015, т. 62, № 6, с. 763–775.
6. Чеботарь В.К., Щербakov А.В., Щербакoва Е.Н. Эндофитные бактерии как перспективный биотехнологический ресурс и их разнообразие // Сельскохозяйственная биология., 2015, т. 50, № 5, с. 648–654.
7. Anjum N., Chandra R. Endophytic bacteria: optimization of isolation procedure from various medicinal plants and their preliminary characterization // Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research., 2015, v. 8(4), p. 233–238.
8. Berg G., Müller H., Zachow C., Opelt K., Scherwinski K., Tilcher R., Ulrich A., Hallmann J., Grosch R. and Sessitsch A. Endophytes: structural and functional diversity and biotechnological applications in control of plant pathogens // Экологическая генетика., 2008, т. VI, № 2, с. 17–26.
9. Compant S., Clément C. and Sessitsch A. Plant growth promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization // Soil Biology and Biochemistry., 2010, v.42(5), p. 669–678.
10. Compant S., Mitter B., Colli-Mull G., Gangle G. and Sessitsch A. Endophytes of grapevine flowers, berries, and seeds: identification of cultivable bacteria, comparison with other plant parts, and visualization of niches of colonization. // Microbial Ecology., 2011, v.62(1), p. 188–197.
11. de Melo-Pereira G.V., Magalhães K.T., Lorenzetti E.R., Souza T P., and Schwan R.F. A multiphasic approach for the identification of endophytic bacterial in strawberry fruit and their potential for plant growth promotion. // Microbial Ecology., 2012, v. 63(2), p. 405–417.
12. Ek-Ramos M.J., Gomez-Flores R, Orozco-Flores A.A., Rodríguez-Padilla C., González-Ochoa G. and Tamez-Guerra P. Bioactive Products From Plant-Endophytic Gram-Positive Bacteria // Frontiers in Microbiology., 2019, v.10 (463), doi: 10.3389/fmicb.2019.00463.
13. Fadji A.E., Babalola O.O. Elucidating mechanisms of endophytes used in plant protection and other bioactivities with multifunctional prospects. // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology., 2020, v. 8, p. 467–487.
14. Frank, A., Saldierna-Guzmán, J., and Sha, J. Transmission of bacterial endophytes // Microorganisms., 2017, v. 5(4), p.70.
15. Gangwar M. Diversity and biopotential of endophytic actinomycetes from three medicinal plants in India. // African Journal of Microbiology Research., 2014, v. 8(2), p. 184–191.
16. Golinska P., Wypij M., Dnyaneshwar G.A., Dahm R.H. and Rai M. Endophytic actinobacteria of medicinal plants: diversity and bioactivity // Antonie van Leeuwenhoek., 2015, v.108, p. 267–289.
17. Hallmann J., Quadt-Hallmann A., Mahaffee W.F. and Kloepper J.W. Bacterial endophytes in agricultural crops // Can. J. Microbiol., 1997, v. 43, p. 895–914.
18. Haroim P.R., Haroim C.C., van Overbeek L.S., van Elsas J.D., Dynamics of seed-borne rice endophytes on early plant growth stages // Plos One., 2012, v.7(2), e30438, doi/org/10.1371/journal.pone.0030438.

19. Harman G.E. and Uphof N. Symbiotic Root-Endophytic Soil Microbes Improve Crop Productivity and Provide Environmental Benefits // *Hindawi Scientifica.*, 2019, v. 2019, Article ID9106395, 25 pages, doi.org/10.1155/2019/9106395.
20. Johnston-Monje D., and Raizada M.N. Conservation and diversity of seed associated endophytes in *Zea* across boundaries of evolution, ethnography and ecology // *Plos One.*, 2011, v. 6(6), e20396, doi: 10.1371/journal.pone.0020396.
21. Koskimäki J., Pirttilä A.M., Ihanola, E.L., Halonen, O., and Frank A.C. The intracellular scots pine shoot symbiont *Methylobacterium extorquens* DSM13060 aggregates around the host nucleus and encodes eukaryote-like proteins // *MBio.*, 2015 v. 6(2), e00039–15, doi: 10.1128/mBio.00039–15.
22. Lodewyckx C., Vangronsveld J., Porteous F., Moore E.R.B., Taghavi S., Mezgey M. et al. Endophytic bacteria and their potential applications. // *Critical reviews in plant sciences.*, 2002, v.21(6), p. 583–606.
23. Marques J.M., da Silva T.F., Vollú R.E. et al. Bacterial endophytes of sweet potato tuberous roots affected by the plant genotype and growth stage // *Applied Soil Ecology.*, 2015, v. 96, p. 273–281.
24. Paungfoo-Lonhienne C., Rentsch D., Robatzek S., Webb R.I., Sagulenko E., Näsholm T. et al. Turning the table: plants consume microbes as a source of nutrients // *Plos One.*, 2010, v. 5(7), e11915, doi: 10.1371/journal.pone.0011915.
25. Partida-Martinez L.P., Heil M. The microbe-free plant: fact or artifact? // *Frontiers in Plant Science.*, 2011, v.2 (100), p.1–16.
26. Qaim M. Genetically modified crops and global food security. // *Genetically Modified Food and Global Welfare.*, 2011, v.10, p.29–54.
27. Reinhold-Hurek B., and Hurek T. Living inside plants: bacterial endophytes // *Current opinion in plant biology.*, 2011, v. 14(4), p. 435–443.
28. Ryan R.P., Germaine K., Franks A., Ryan D.J., and Dowling D.N. Bacterial endophytes: recent developments and applications. // *FEMS Microbiology Letters.*, 2008, v.278(1), p.1–9.
29. Schulz, B., and Boyle C., What are endophytes. // *Soil Biol.*, 2006, v. 9, p.1–13.
30. Sessitsch A., Reiter B. and Berg G. Endophytic bacterial communities of field grown potato plants and their plant growth promoting abilities // *Canadian Journal of Microbiology.*, 2004, v.50(4), p.239–249.
31. Zhang Q., Jacqueline J., Acuña J.A., Inostroza N.G., Mora M.L., Radic S., Michael J., Sadowsky M.J. and Jorquera M.A. Endophytic Bacterial Communities Associated with Roots and Leaves of Plants Growing in Chilean Extreme Environments // *Scientific Reports.*, 2019, v. 9(1), p. 1–12.

© Туама Аммар Аднан ( ammartuama02@gmail.com ),

Карамова Назира Сунагатовна ( nskaramova@mail.ru ), Сташевски Зенон ( zenons@bk.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский федеральный университет

## К ВОПРОСУ ОБ ИНВАЗИВНОМ ВРЕДИТЕЛЕ ВЯЗОВ — APROCEROS LEUCOPODA

### ON INVASIVE PEST OF ULMUS — APROCEROS LEUCOPODA

**O. Filimonova**

*Summary.* This work examined some features of the biology and ecology of the invasive species — *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) in the Samara region, as well as presented the results of population dynamics. This species is found both in recreational and landscaping plantations, and in forest belts. Local foci of an increased number of invaders are fixed along federal highways in plantations consisting of a monoculture of elm. It contributes to the increase in the number of pests hot and dry weather during the growing season.

*Keywords:* protective plantings, *Ulmus*, invasive species, *Aproceros leucopoda*.

**Филимонова Ольга Сергеевна**

Соискатель, ФНЦ агроэкологии, комплексных  
мелиораций и защитного лесоразведения Российской  
академии наук (Волгоград)  
*olga\_filimonova\_88@rambler.ru*

*Аннотация.* В данной работе рассмотрены некоторые особенности биологии и экологии инвазивного вида — ильмового пилильщика-зигзаг *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) в условиях Самарской области, а также представлены результаты динамики численности популяции. Данный вид встречается как в рекреационно-озеленительных насаждениях, так и в лесополосах. Локальные очаги повышенной численности инвайдера фиксируются вдоль федеральных автотрасс в насаждениях, состоящих из монокультуры вяза. Способствует увеличению численности вредителя жаркая и сухая погода в течение вегетационного периода.

*Ключевые слова:* защитные насаждения, *Ulmus*, инвазивный вид, *Aproceros leucopoda*.

Среди вредителей древесных растений особую группу представляют адвентивные виды листогрызущих насекомых, проникновение которых на новые территории возможно вместе с посадочным материалом для насаждений урбанизированных территорий [1]. Примером подобной инвазии является расселение по территории Европы ильмового пилильщика-зигзаг *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) Данный вид относится к числу специализированных вредителей древесных пород рода *Ulmus*. Пилильщик является аборигенным видом в Японии, повреждающим местные виды вязов. Его естественный ареал обитания охватывает острова Хоккайдо и Хонсю [2]. Описание *A. leucopoda* в составе энтомофауны на Дальнем Востоке РФ впервые приведено в работе Желоховцева А.Н., Зиновьева А.Г. [3].

В последние годы инвайдер активно формирует вторичный ареал на территории Европы [4]. Помимо нашей страны он обнаружен в Венгрии, Польше, Румынии, Словакии, Австрии, Нидерландах, Германии, Италии, а также на Украине [2, 5–11]. В России ильмовый пилильщик-зигзаг зафиксирован в Южном, Приволжском и Центральном федеральных округах [12–16]. Появление вредителя здесь свидетельствует о его высокой адаптационной способности к разнообразным экологическим условиям обитания и быстрых темпах

расселения, что делает данный вид наиболее вредоносным для вязов европейской части России.

В настоящее время локальные очаги повышенной численности *A. leucopoda* нами фиксируются с 2016 г. в придорожных лесополосах вдоль автотрасс Самарской области.

Характер распространения и степень вредоносности пилильщика-зигзаг в новых условиях обитания изучены недостаточно. В литературе имеются лишь фрагментарные сведения о биологии и экологии вредителя [16, 17]. В этой связи целью работы стало изучение особенностей пространственного распределения и количественного обилия инвайдера в новых экологических условиях.

### Материалы и методы исследования

Наблюдения были проведены автором в весенне-летний период с 2017 по 2020 гг. на территории Самарской области. Были обследованы рекреационно-озеленительные насаждения (лесопарки, парки, скверы, внутриквартальные), лесные полосы (придорожные, полезащитные) и отдельно стоящие деревья вяза. При этом в насаждениях каждой категории были выделены по три постоянных учетных площадки, на которых обследовали по 5 модельных дерева. Сбор материала

Таблица 1. Плотность и вредоносность *Aproceros leucopoda* на деревьях разного возраста

Возраст дерева	Численность личинок, шт./ед. учета	Дефолиация, %
15–20 лет	24,4±2,06	99,47
25–30 лет	21,8±1,97	90,34
60–65 лет	17,0±1,46	85,33

Таблица 2. Влияние климатических факторов на плотность популяции *Aproceros leucopoda* в насаждениях Самарской области

Максимальная температура воздуха, °С	Среднемесячная температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Численность личинок, шт./ед. учет
<b>2017 год, июль</b>			
35,3	21,3	30	8,84±1,27
<b>2018 год, июль</b>			
36,5	23,9	94	2,50±0,57
<b>2019 год, июль</b>			
30,2	20,5	28	5,67±0,43
<b>2020 год, июль</b>			
37,4	24,3	19	10,58±1,52

производился с верхней, средней и нижней частях кроны *U. pumila*, *U. glabra* и *U. laevis*. Долю поврежденных листьев определяли, как отношение количества поврежденных листьев к общему числу учтенных листьев (%). Данные о температуре воздуха и количеству осадков были получены с метеорологической станции Самарской области (широта 53,25; долгота 50,22; высота над уровнем моря 139 м).

#### Полученные результаты и их обсуждение

Ильмовый пилильщик-зигзаг является партеногенетическим видом. Повсеместно на территории Самарской области в очагах размножения вредителя встречались только самки. В лабораторных условиях через 28 часов после выхода из кокона самка приступает к откладке яиц, которые помещаются в краевые зубчики листьев вяза. Плодовитость самок в очагах массового размножения в среднем составляет  $12,9 \pm 1,3$ ; максимальна — 37.

На одной листовой пластинке зафиксировано в среднем  $4,67 \pm 0,42$  яйца. Продолжительность развития яиц колеблется от 6 до 8 дней. Отродившиеся личинки питаются исключительно листвой вязов в течение 12–14 дней, после чего окукливаются в коконе, расположенном на нижней стороне листа. На одной листовой пластинке в зависимости от ее площади может развиваться от 2 до 9 особей. В период питания личинки пилильщика могут полностью уничтожать листовую

пластинку, при этом остается только центральная жилка.

Вредоносность *A. leucopoda* усиливается способностью в условиях Самарской области развиваться в 3 поколениях, что приводит к полной дефолиации кроны деревьев. Высокая степень поврежденности ассимиляционного аппарата вязов ослабляет жизнестойкость деревьев и может привести к полной гибели древостоя.

Личинки вредителя неравномерно распределяются по кроне дерева. Основная численность личинок приурочена к наиболее освещенной верхней части кроны ( $19,7 \pm 0,87$  шт./ед. учета). В то же время число питающихся особей в средней и нижней частях кроны ниже на 20 и 53% соответственно. Аналогичная картина распределения вредителя по кроне отмечена в насаждениях Румынии, где исследователи отмечают наибольшую поврежденность листвы в верхней части кроны деревьев [2].

Наибольшую опасность инвайдер представляет для молодых деревьев, крона которых практически полностью уничтожается личинками вредителя (таблица 1). С увеличением класса возраста плотность личинок на вязах снижается на 10,7 и 30,3%, тогда как поврежденность кроны уменьшается на 9,2 и 14,2%.

Преимущественно инвайдер формирует локальные очаги в придорожных лесополосах продуваемой конструкции (11–26 экземпляра/ед. учета), состоящих

из монокультуры вяза. Здесь степень повреждения ассимиляционного аппарата *U. pumila* была максимальной (95–100%). В многопородных полезащитных лесных полосах плотной конструкции численность вредителя значительно ниже (5–12 экземпляра/ед. учета). При этом в насаждениях данной категории отмечается агрегированное распределение личинок филлофага, что обусловлено пространственной гетерогенностью кормового растения и неоднородностью абиотических факторов. В рекреационно-озеленительных насаждениях количественное обилие личинок пилильщика составляет 1–3 экземпляра/ед. учета.

Фактором, способствующим увеличению численности вредителей в условиях Самарской области, выступает жаркая засушливая погода в вегетационный период (таблица 2).

Так, в 2020 году, характеризующийся избытком солнечной радиации и низким количеством осадков, наблюдается резкое повешение плотности популяции пилильщика, вследствие физиологического угнетения и ослабления сопротивляемости растений. При этом в очагах массового размножения количество личинок вредителя на 100 листьев колеблется от 2 до 30 особей. В более влажные годы численность инвайдера ниже. В 2018 г. наблюдалось превышение количества выпавших осадков на 164% от нормы, что повлияло на состояние популяции. В данный год происходит паде-

ние численности пилильщика на 71,7% по сравнению с предыдущим годом наблюдений. Смертность второго поколения в период яйцо-личинки младшего возраста превысила 98%. Вероятно, высокая влажность способствует распространению возбудителей различных болезней и гибели личинок *A. leucopoda* от них.

### Заключение

В настоящее время пилильщик-зигзаг в защитных насаждениях степной зоны Самарской области является важнейшим листогрызущим вредителем вязов. Количественное обилие и уровень вредоносности инвайдера значительно изменяется в зависимости от категории и возраста насаждений. Погодные условия оказывают косвенное влияние на популяцию пилильщика вызывая изменения численности особей. Количественное обилие вредителя возрастает в засушливый период.

Пространственное размещение *A. leucopoda* определяется уровнем инсоляции. Данный вид предпочитает заселять наиболее освещенную часть кроны.

Высокая вредоносность и широкое распространение адвентивного вида *A. leucopoda* в новых экологических условиях свидетельствует о его натурализации и требует активизации работ по изучению вредителя для разработки эффективных мероприятий по подавлению численности вредителя.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Lopez-Vaamonde C. Glavendekic M., Paiva M.R. Invaded habitats // *BioRisk*. 2010. Т. 4. Р. 45–50.
2. *Aprocerus leucopoda* (Hymenoptera, Argidae): an East Asia pest of elms (*Ulmus* sp.) invading Europe / S.M. Blank, etc. // *European Journal of Entomology*. 2010. № 107. Р. 357–367.
3. Желуховцев А.Н., Зиновьев А.Г. Список пилильщиков и рогохвостов (Hymenoptera, Symphyta) фауны России и сопредельных территорий // *Энтомологическое обозрение*. 1995. Т. 74. № 2. С. 395–415.
4. Гниненко Ю.И., Гниненко М.Ю., Раков А.Г. Новые обнаружения ильмового пилильщика-зигзаг в России // *Защита и карантин растений*. 2013. № 3. С. 40–41.
5. A kanyargós szillevéldarász (*Aprocerus leucopoda* Takeuchi, 1939) magyarországon/ G. Vetek, J. Mikulas, G. Csoka, S. Blank // *Növényvédelem*. 2010. № 46. Р. 519–521.
6. Kraus M., Liston A.D., Taeger A. Die invasive Zick-Zack-Ulmen blattwespe *Aprocerus leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) in Deutschland // *Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, 2011. № 25 (3). Р.117–119.
7. Zandigiaco P., Cargnus E., Villani A. First record of the invasive sawfly *Aprocerus leucopoda* infesting elms in Italy // *Bulletin of Insectology. Department of Agroenvironmental Sciences and Technologies*, 2011. № 64 (1). Р.145–149.
8. Applicability of coloured traps for the monitoring of the invasive zigzag elm sawfly, *Aprocerus leucopoda* (Hymenoptera: Argidae) / G. Vété, etc. // *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 2016. № 62(2). Р.165–173. DOI: 10.17109/AZH.62.2.165.2016
9. Zig-zagging across Central Europe: recent range extension, dispersal speed and larval hosts of *Aprocerus leucopoda* (Hymenoptera, Argidae) in Germany / S.M. Blank, etc. // *Journal of Hymenoptera Research*. 2014. № 41. Р. 57–74. DOI: 10.3897/JHR.41.8681
10. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Вспышка численности ильмового пильщика-зигзаг *Aprocerus leucopoda* (Takeuchi, 1939): Hymenoptera, Argidae) в Северном Приазовье // *Русский журнал биологических инвазий*. 2017. № 1. С. 25–34.
11. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Новые инвазивные насекомые-фитофаги в лесах и искусственных лесонасаждениях Донбасса // *Кавказский энтомологический бюллетень*. 2016. Том 12. Вып.1. С. 41–51.
12. Ильмовый пилильщик в европейской части России / В.И. Щуров и др. // *Защита и карантин растений*. 2012. № 2. С. 37–38.

13. Изменения в фауне перепончатокрылых насекомых Ростовской области и прогноз экологических последствий / К.С. Артохин, П.К. Игнатова, С.И. Колесников, А.А. Решетов // Живые и биокосные системы. 2013. № 2. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-2/article-6>
14. Сорокин Н.С. Ильмовый пилильщик в Ростовской области // Защита и карантин растений. 2013. № 11. С. 35–37.
15. Блюммер А.Г. Вязовый пилильщик-зигзаг *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera, Argidae) — экономически значимый вредитель вяза из Восточной Азии, расширяющий инвазийный ареал в европейской части России // Карантин растений. Наука и практика. 2015. № 4 (14). С. 13–16.
16. Ленгесова Н.А., Мищенко А.В. Биология, экология и молекулярно-генетическое исследование ильмового пилильщика *Aproceros leucopoda* (Takeuchi, 1939) (Hymenoptera: Argidae) — вредителя вяза в Среднем Поволжье // Кавказский энтомологический бюллетень. 2013. № 9(1). С. 163–167.
17. Papp V., Ladányi M., Véték G. Temperature-dependent development of *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae), an invasive pest of elms in Europe // Journal of Applied Entomology. 2018. № 142. P. 1–9. DOI: 10.1111/jen.12503

© Филимонова Ольга Сергеевна (olga\_filimonova\_88@gambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Мамаев курган, г. Волгоград

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ, РАСПРОСТРАНЕННЫХ НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ

### GENERAL CHARACTERISTIC OF FUNGI DISTRIBUTED ON SALTED SOILS

**E. Yunusov**  
**P. Hashimova**  
**K. Isaeva**  
**K. Bakhshaliyeva**

*Summary.* In the studies carried out, the species composition of the mycobiota of saline soils was studied. It was found that 23 species of fungi are involved in the formation of mycobiota in soils with different degrees of salinity. 4 species of registered fungi belong to the Zygomycota division, 19 species to the Ascomycota division. Although 8 mushrooms were registered for the first time among the studies carried out in Azerbaijan, salinity is one of the factors that negatively affects the diversity of fungi, but does not completely limit the spread of fungi in such a biotope.

*Keywords:* salinity, soil, mycobiota, species composition, new place of adaptation.

**Юнусов Эльшад Рустам оглы**

Диссертант, Институт Микробиологии НАН  
Азербайджана, г. Баку  
elsadyunuslu@gmail.com

**Хашимова Парвин Мирдамат гызы**

Диссертант, Институт Микробиологии НАН  
Азербайджана, г. Баку  
peri.omar87@gmail.com

**Исаева Камала Камаладдин гызы**

Д.философии по биологии, старший  
преподаватель, Сумгаитский Государственный  
Университет, Азербайджан, г. Сумгаит  
kamalaisayeva@gmail.com

**Бахшалиева Конул Фаррух гызы**

Д.б.н., Институт Микробиологии НАН  
Азербайджана, г. Баку  
konul.baxsh@mail.ru

*Аннотация.* В проведенных исследованиях изучен видовой состав мико-биоты засоленных почв. Установлено, что в формировании мико-биоты в почвах с разной степенью засоления участвуют 23 вида грибов. 4 вида зарегистрированных грибов принадлежат к отделу Zygomycota, 19 видов — к отделу Ascomycota. Хотя 8 грибов зарегистрированы впервые среди исследований, проводимых в Азербайджане, засоление является одним из факторов, негативно влияющих на разнообразие грибов, но не ограничивает полностью распространение грибов в таком биотопе.

*Ключевые слова:* засоление, почва, мико-биота, видовой состав, новое место адаптации.

### Введение

**И**звестно, что грибы являются одним из постоянных компонентов гетеротрофного блока любой экосистемы, включающей органическое вещество и активными участниками процессов продукции, разрушения, индикации и регуляции, которые происходят в этой экосистеме [14]. Точнее, они выполняют важные и незаменимые экологические функции как активные участники всех процессов, происходящих в экосистеме. По этой причине грибы необходимо учитывать при оценке процессов, происходящих в любой экосистеме.

Учитывая резкое увеличение антропогенной нагрузки на окружающую среду в последнее время, следует отметить, что антропогенные воздействия в любом случае вызывают изменения характера и направленности протекающих в природе природных процессов, что в большинстве случаев носит негативный характер [13.]. Чтобы предотвратить или контролировать это, необходимо четко идентифицировать участников процессов, которые приводят к этим изменениям. В отличие от макроорганизмов изучение микроорганизмов сопряжено с определенными методическими трудностями (например, непосредственное изучение их в местах обитания, ввиду их малых, невидимых невооруженным

глазом размеров). По этой причине микроорганизмы, присущие экосистемам, по-прежнему сохраняют свою актуальность для исследований.

Несмотря на то, что Азербайджанская Республика обладает богатой и разнообразной природой [9], на ее территории проводятся широкомасштабные производственные процессы различного характера, в результате чего в стране почти не встречаются экосистемы, полностью сохранившие свою природность, и это ярко выражено на Абшеронском полуострове. Так, сегодня Апшеронский полуостров характеризуется как критический ареал с геологическими и экологическими проблемами [1], и поэтому изучение микроорганизмов в этой зоне можно отметить как предмет особого внимания.

Помимо нефтезагрязненных почв на Абшеронском полуострове имеются территории, подверженные и другим воздействиям. Одни из них — почвы вокруг озера Масазыр, расположенного на Абшеронском полуострове. В то же время нет сомнений в том, что почвы вокруг этого озера, известного как «соленое озеро», подвержены засолению [5]. Выявление живых организмов, обитающих в таких условиях, и использование их для предотвращения этой ситуации представляет, как научный, так и практический интерес. Так, засоление наряду с засухой считается сейчас одним из серьезных факторов, ведущих к снижению урожайности.

Тенденция увеличения площади почв, подверженных таким воздействиям, определяет важность обращения должного внимания к данной проблеме. Для устранения данной проблемы, восстановления почв, подверженных различным воздействиям, используются различные подходы, одним из которых является использование организмов, обитающих в почвах данного типа, в первую очередь, микроорганизмов [18]. Почвенные микроорганизмы — это в основном бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы и почвенные беспозвоночные [16], которые различаются по своему количеству, функциям и обогащению почвы своей биомассой и метаболитами [3, 11–12]. Среди них грибы имеют особое значение, и тому есть ряд причин, из которых уместно упомянуть следующие.

Во-первых, почва является одним из наиболее населенных грибами мест [19], где они участвуют во всех происходящих процессах [21]. Обогащение окружающей среды теми или иными веществами приводит к нарушению их функций, что приводит к изменению биологической активности почв, в первую очередь, плодородия. Выявление грибов, приспособленных к жизни в таких условиях и повышающих плодородие почвы, важна с точки зрения их будущего использования для восстановления такого рода почв.

Во-вторых, усиление антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду приводит к увеличению опустыниванию, засолению, глобальному изменению климата и других негативных явлений, а территория таких почв постепенно расширяется. Поэтому для устранения данной проблемы изучение грибной биоты ценозов с экстремальными условиями представляет, как научный, так и практический интерес.

По этой причине целью представленной работы была оценка видового состава грибной биоты засоленных почв Апшеронского полуострова (на примере почв вокруг озера Масазыр)

## Материалы и методы

Как было отмечено ранее, исследование почв проводилось вокруг озера Масазыр, расположенное на Абшеронском полуострове. Озеро находится в 21 км от Баку, то есть в поселке Масазыр Абшеронского района и занимает площадь 10 км<sup>2</sup>. Длина береговой линии составляет 14 км, а соленость — 33 промилле (> 200 мS/s). Питается озеро, в основном, грунтовыми водами, формируемых за счет осадков. Кроме того, в озеро сбрасывается коммунальные воды из поселков Масазыр и Новханы. Северный, южный и западный берега озера составляют песчаные, гравийные и глинистые, а восточные берега — в основном, глинистые почвы. Озеро Масазыр по минерализации воды относится к группе соленых озер. В ионном составе воды преобладают хлориды и сульфаты [2].

Условно разделяя озеро Масазыр на северо-восточное, северо-западное, юго-восточное и юго-западное направления, вдоль береговой линии на расстоянии 2–3 км от озера с интервалом 100–200 м были пробурены скважины глубиной 50–80 см и по диагонали с определенной глубины (поверхность, 10 см, 20 см, 40 см, 60 см, 80 см) были взяты образцы почв. Отбор, упаковка и лабораторный анализ образцов почв проводились в соответствии с методами и подходами, используемыми в настоящее время в микологической работе [4, 6–8]. Для получения чистой культуры грибов использовали стандартные питательные среды (агаризованное солодовое сусло, агар Сабуро, картофельный агар, агаризованный Чапек). Чистоту культуры контролировали методами микроскопического исследования.

Идентификация грибов, полученных из чистой культуры, проводилась в соответствии определителями, составленными на основе культурально-морфологических и физиологических признаков [10, 17, 20], а присвоение наименований грибам осуществлялось в соответствии с применяемыми в настоящее время международными принципами [15].

Таблица 1. Распределение зарегистрированных в исследовании грибов по отдельным таксонам

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род (вид)
Zygomycota	1	1	1	2(4)
Ascomycota	4	4	6	8(19)

### Полученные результаты и их обсуждение

В проведенных с 2016 года исследованиях было взято более 200 образцов почв вокруг озера Масазыр и изучена главным образом их грибная биота. В результате было получено около 300 чистых культур. Определение видового состава полученных чистых культур показало, что они принадлежали к 23 видам, а информация об их распределении по более крупным таксонам представлена в таблице 1. Как видно, большинство зарегистрированных грибов (общих грибов) относятся к сумчатым грибам и небольшая часть — к зигомицетам.

Среди зарегистрированных родов по количеству видов преобладал род *Aspergillus* и 7 видов грибов, зарегистрированных в исследованиях (*A.arenarioides*, *A.flavus*, *A.niger*, *A.ochraseus*, *A.terreus*, *A.transcarpathicus* и *A.versicolor*.) приходится на этот род. Род *Penicillium* представлен 5 видами (*P.citrinum*, *P.glabrum*, *P.resticulosum*, *P.roseorubrum* и *P.subericola*), *Fusarium* — 2 видами (*F.equiseti* и *F.xylarioides*), *Mucor* — 2 видами (*M.himelais* и *M.mucedo*), 2 вида из рода *Paecilomyces* (*P.lilacinus* и *P.farinosus*) и 2 вида из рода *Rhizobus* (*Rh.nigricans*, *Rh.*), что в общей сложности составляет 20 видов. Остальные 3 вида составляют грибы *Curvularia prasadii* R.L. Mathur & B.L. Mathur, *Tritirachium album* Limber и *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries.

Следует отметить, что сравнение полученных результатов с грибами, зарегистрированными в других экосистемах, а также с грибами, находящимися в состоянии стресса (например, в нефтезагрязненных почвах), позволяет рассматривать микобиоту засоленных почв как обедненную, что еще раз дает возможность рассматривать экстремальные условия как фактор, снижающий количество видов. Точнее, к таким факторам можно отнести и засоление.

Некоторые из зарегистрированных в исследовании грибов обнаружены также в других исследованиях, проведенных в Азербайджане, среди которых можно отметить *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraseus*, *A. terreus*, *M. himelais*, *M. mucedo* и *P.citrinum*, являющиеся широко распространенными видами присущей для Азербайджана

микобиоты. Частота встречаемости этих грибов в образцах почвы колеблется от 1,5% до 56,8%. Однако отсутствуют литературные данные о распространении некоторых из зарегистрированных грибов в микологических исследованиях в Азербайджане, т.е. в Азербайджане они зарегистрированы впервые. К ним относятся следующие виды:

1. *Aspergillus arenarioides* Visagie, Hirooka & Samson, *Studies in Mycology* 78: 110 (2014) [MB#809195].
2. *A.transcarpathicus* A.J.Chen, Frisvad & Samson, *Studies in Mycology* 85: 83 (2016) [MB#817727].
3. *Curvularia prasadii* R.L. Mathur & B.L. Mathur, *Current Science* 28 (11): 449 (1959) [MB#296253].
4. *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., *Sylloge Fungorum* 4: 707 (1886) [MB#199819].
5. *F. xylarioides* Steyaert, *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 80 (1–2): 42 (1948) [MB#286515].
6. *Penicillium lilacinus* (Thom) Samson, *Studies in Mycology* 6: 58 (1974) [MB#319114].
7. *P.farinosus* (Holmsk.) A.H.S. Br. & G. Sm., *Transactions of the British Mycological Society* 40 (1): 50 (1957) [MB#302185].
8. *Tritirachium album* Limber, *Mycologia* 32: 27 (1940) [MB#291611].

Выделение за исследуемый период 8 видов, новых не только для территории, но и для Азербайджана, позволяет отметить с одной стороны, что микобиота, присущая природе Азербайджана, до сих пор всесторонне не изучена, а с другой стороны, что в формировании микобиоты почв стрессовых условий участвуют специфические виды. Точнее, в биотопе под воздействием одного и того же стрессового фактора в течение длительного времени отдельные виды приспособляются к среде обитания, и выявление механизма данного явления имеет большое научное и практическое значение, выяснение которого является предметом дальнейших исследований.

Таким образом, хотя микобиота, сформированная в засоленном биотопе, считается обедненной по видовому составу, такие территории не сильно препятствуют распространению специфических видов грибов и характеризуется как одно из местообитаний грибов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алекперов А.Б. Апшерон: проблемы гидрогеологии и геоэкологии. Баку, 2000, 484с.
2. Гасанов, М., Заманов, Х., Джафаров, Б., Велиев, Н. Реки, озера и водные бассейны Азербайджана. Баку, 1973, с. 111–112
3. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Издательство МГУ, 2005, 445 с.
4. Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв. — М.: Издательство МГУ, 2002, 120 с.
5. Мамедов, В. А., Халилова, Х.Х. Пути трансформации соледобычи из самосадочных озер Апшеронского полуострова//Записки горного института, 2016, т. 222, с. 809–815
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии. /Под ред. Звягинцева Д.Г. М.: МГУ, 1991, 302с.
7. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
8. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005, 608с.
9. Общая информация о природе Азербайджана// [https://files.preslib.az/projects/azereco/ru/eco\\_m1\\_1.pdf](https://files.preslib.az/projects/azereco/ru/eco_m1_1.pdf)
10. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М., — Москва: Мир, — 2001, — 486с.
11. Anderson T.-H., Domsch K.H. Soil microbial biomass: The eco-physiological approach // Soil Biology and Biochemistry, 2010, v.42, p.2039–2043.
12. Bardgett R.D. The biology of soil. A Community and Ecosystem Approach. Oxford, 2005, 901p.
13. Correia, A.W., Pope, C.A., Dockery, D.W. et al. The Effect of Air Pollution Control on Life Expectancy in the United States: An Analysis of 545 US counties for the period 2000 to 2007.// Epidemiology, 2013, v.24, p.23–31.
14. Hyde, K.D., Xu, J., Rapior, S. et al. The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially.//Fungal Diversity, 2019, v.97, p.1–136.
15. <http://www.mycobank.org/Mycotaxo.aspx>
16. Microorganisms found in soil with effects and examples, 2020/ <https://microbenotes.com/microorganisms-in-soil/>
17. Samson, R.A. Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification / R.A. Samson, J.I. Pitt; — Amsterdam: Harwood Publishers, — 2000, — 510p.
18. Shrivastava, P., Kumar, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation.//Saudi J Biol Sci., 2015, 22(2), p.123–131
19. Sun, J. M., Irzykowski, W., Jędryczka, M., and Han, F.X. Analysis of the genetic structure of Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary populations from different regions and host plants by Random Amplified Polymorphic DNA markers.// J. Integr. Plant Biol., 2005, v.47, p.385–395
20. Subramanian C.V. Hyphomycetes/ New Delhi: Icar, 1971, 930p.
21. Zifcakova, L., Vetrovsky, T., Howe, A., and Baldrian, P. Microbial activity in forest soil reflects the changes in ecosystem properties between summer and winter. Environ. Microbiol., 2016, v.18, p.288–301

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА МНЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### FUNCTIONAL MODELING OF THE PROCESS OF MONITORING THE OPINION OF STUDENTS

*T. Gerashenkova  
Yu. Sinyukova*

*Summary.* The work is devoted to the development of a functional model of the monitoring process of students' opinions. The urgency of monitoring the students' opinion has been substantiated, the main blocks of the monitoring process have been designed, and a BPMN diagram has been built.

*Keywords:* monitoring, management, students' opinion, management decision making.

**Герашенкова Татьяна Михайловна**

*Д.э.н., профессор, ФГБОУ ВО «Брянский  
государственный технический университет»  
gerash-tatyana@yandex.ru*

**Синюкова Юлия Александровна**

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»  
ulya16–96@mail.ru*

*Аннотация.* Работа посвящена разработке функциональной модели процесса мониторинга мнения обучающихся. Обоснована актуальность проведения мониторинга мнения обучающихся, спроектированы основные блоки процесса мониторинга, построена BPMN-диаграмма.

*Ключевые слова:* мониторинг, управление, мнение обучающихся, принятие управленческих решений.

### Введение

Современное образовательное учреждение является сложной динамической социально-экономической системой, которая характеризуется наличием многообразных связей с внешней средой. Проводимые реформы в образовательной сфере, связанные с диверсификацией образовательных организаций, сокращением объемов финансирования, повышением уровня требований к организации образовательного процесса, развитием системы оценки качества образования, ужесточением требований при проведении лицензировании и аккредитации, изменение качественного состава обучающихся [1, с. 139–140], а также постоянно возрастающая конкуренция между образовательными организациями диктуют особые требования к руководителям, системе управления образовательным учреждением и принятию управленческих решений.

Современное образование стало услугой и, следуя законам рыночной экономики, должно изменяться по форме и содержанию, удовлетворяя запросы потребителей образовательных услуг [2, с. 33], одними из которых являются обучающиеся.

Сами же обучающиеся становятся все более требовательными к качеству образования и условиям его предоставления ввиду превышения предложения образовательных услуг над спросом, вследствие чего, для повышения своих конкретных преимуществ, образовательные учреждения должны постоянно отслеживать и быстро реагиро-

вать на изменения запросов обучающихся, учитывать их мнение при принятии управленческих решений. Роль мнения обучающихся в повышении эффективности деятельности образовательного учреждения исследована в [4].

Для того чтобы принимать управленческие решения с учетом мнения обучающихся, лицо, принимающее решение, необходимо обеспечить актуальной информацией о потребностях обучающихся, их ожиданиях, предложениях, уровне удовлетворенности качеством образовательных услуг и условиями их предоставления, т.е. получать постоянную обратную связь от обучающихся. Многие зарубежные и отечественные образовательные организации понимают необходимость учета мнения обучающихся и активно вовлечены в этот процесс [3], однако эпизодичность и нерегулярность проведения учета мнения обучающихся и отсутствие четких механизмов применения его результатов не позволяют развивать методологию и методики проведения исследования мнения обучающихся с учетом стратегических задач образовательного учреждения [5, с. 117].

Инструментом, который позволяет постоянно наблюдать и эффективно проводить анализ управляемой системы, в данном случае — обучающихся, является мониторинг.

Таким образом, целью представленной работы является разработка функциональной модели мониторинга мнения обучающихся.

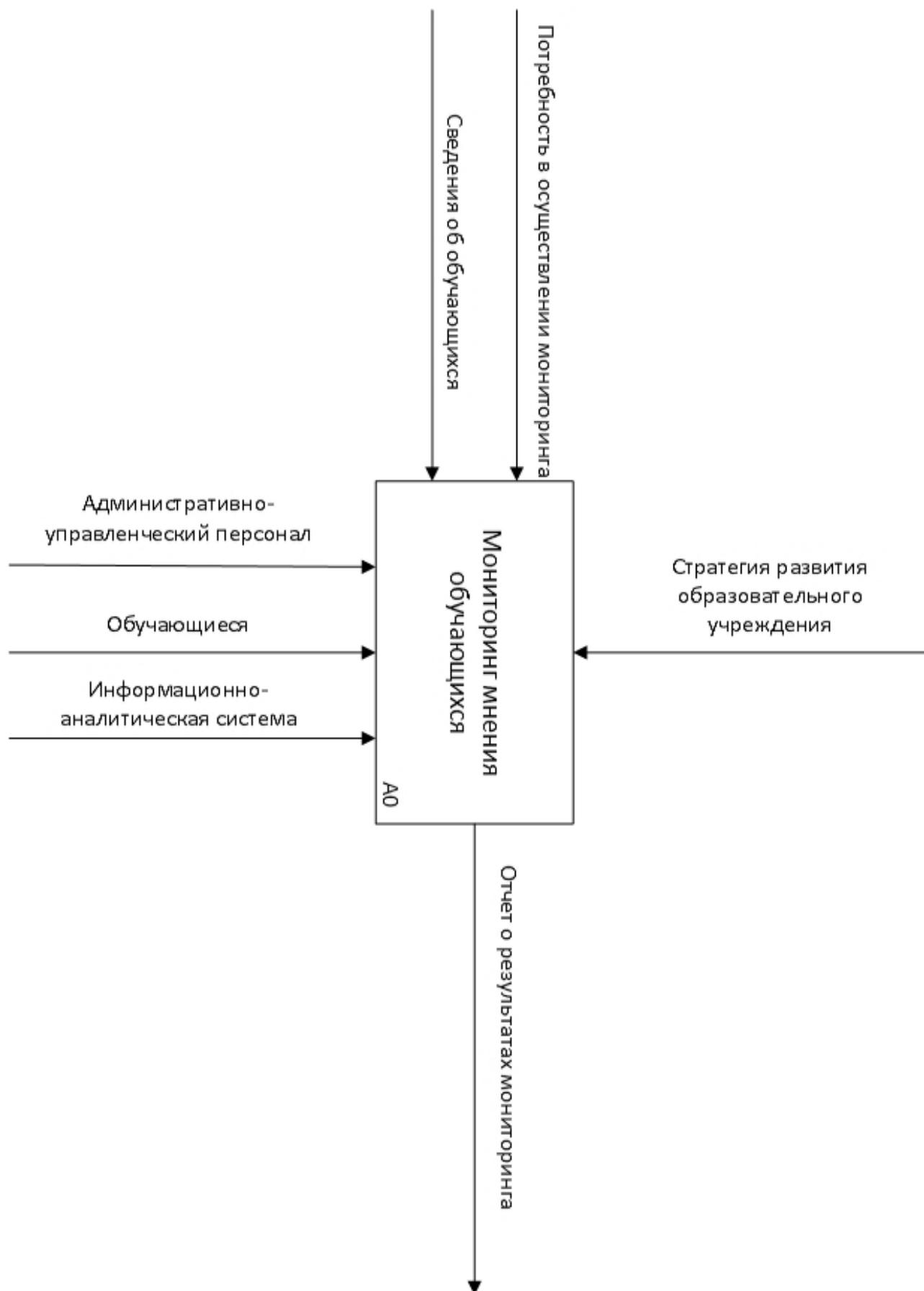


Рис. 1. Контекстная диаграмма функциональной модели процесса мониторинга мнения обучающихся



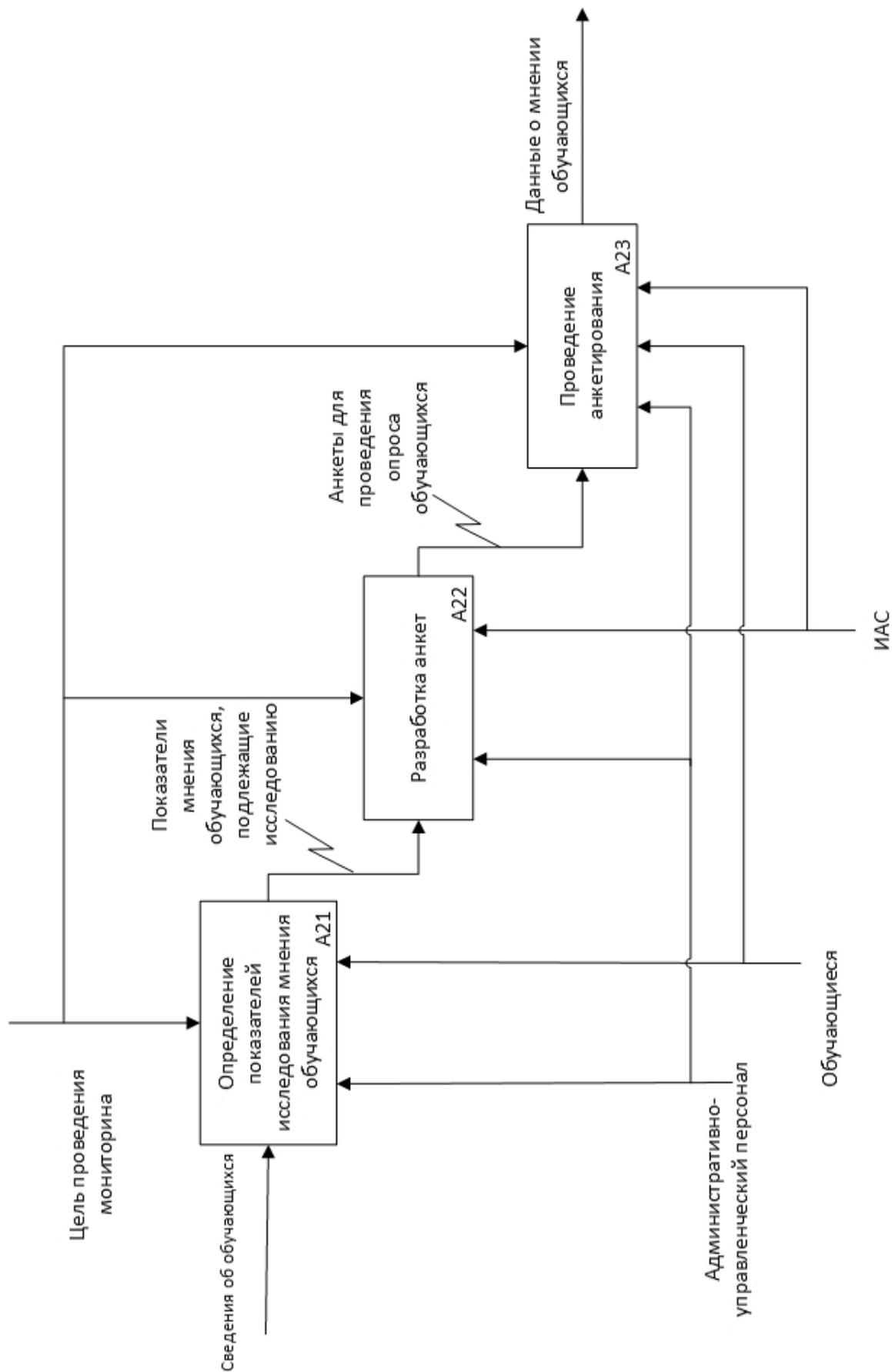


Рис. 3. Декомпозиция бизнес-процесса «Сбор данных о мнении обучающихся»

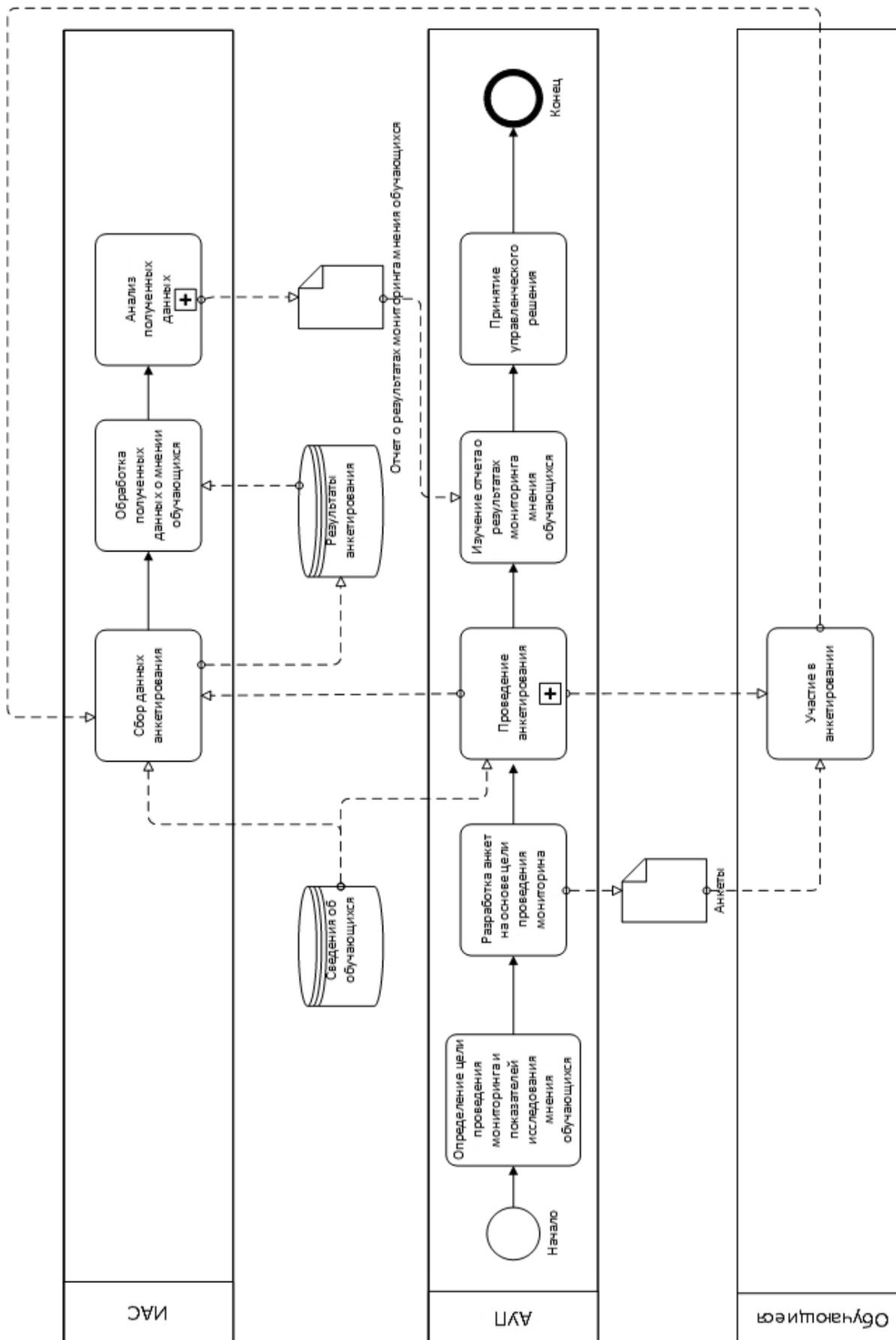


Рис. 4. VRMN-диаграмма процесса мониторинга мнения обучающихся

## Моделирование процесса мониторинга мнения обучающихся

На основе изучения обобщенной функциональной модели мониторинга данных в социально-экономических системах [6] были спроектированы основные блоки процесса мониторинга мнения обучающихся.

На рисунке 1 представлены основные элементы модели процесса мониторинга мнения обучающихся. Фактором управления в данном случае является стратегия развития образовательного учреждения. В качестве механизмов выступают административно-управленческий персонал (АУП) образовательного учреждения, сами обучающиеся и информационно-аналитическая система (ИАС). Исходной информацией являются конкретная потребность в проведении мониторинга и сведения об обучающихся. Результатом работы системы мониторинга мнения обучающихся является отчет о результатах исследования, содержащий необходимую для принятия управленческого решения по поставленной цели проведения мониторинга информацию.

Рис. 2 отображает декомпозицию процесса мониторинга мнения обучающихся в пять этапов. В начале необходимо определить цель проведения мониторинга в соответствии со стратегией развития образовательного учреждения (например, изучить мнение обучающихся относительно организации их научно-исследовательской деятельности на текущий момент), затем на основе сведений об обучающихся с использованием ИАС провести сбор, обработку и анализ данных о мнении обучающихся и сформировать отчет.

На рисунке 3 представлена декомпозиция бизнес-процесса «Сбор данных о мнении обучающихся»,

отражающая последовательность работ при его реализации.

После формирования отчета о результатах проведения мониторинга мнения обучающихся по заложенным в цели проведения мониторинга показателям с рекомендациями и предложениями по их совершенствованию, данные передаются АУП, который с учетом этих сведений принимает управленческие решения. После реализации управленческих решений с целью проверки их эффективности необходимо повторно провести мониторинг мнения обучающихся по тем же показателям.

Рис. 4 иллюстрирует последовательность рабочих действий, распределение зон ответственности и перемещение информационных потоков, необходимых для выполнения процесса мониторинга мнения обучающихся.

## Заключение

Анализ литературы показал, что многие образовательные организации осознают необходимость и актуальность проведения мониторинга мнения обучающихся как источника информации для принятия управленческих решений и оценки их эффективности. Однако в настоящее время отсутствуют четкие механизмы проведения исследования мнения обучающихся с учетом стратегии развития образовательного учреждения и применения результатов данного исследования.

В работе спроектированы основные блоки функциональной модели процесса мониторинга мнения обучающихся, а также построена BPMN-диаграмма процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтин М.Б., Тормосова А.К. Эффективность деятельности образовательных организаций и их руководителей: региональная и муниципальная практика // Человек и образование. — 2020. — № 4 (65). — С. 139–146.
2. Пирайнен Е.В. Трансформация образовательного процесса в современном информационном пространстве // Дискурс. — 2017. — № 4. — С. 32–36.
3. Кормина Е.Я., Наумова А.А. Современные тенденции мониторинга удовлетворенности обучающихся качеством образования. Практика зарубежных и отечественных организаций // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. — 2015. — № 2 (35). — С. 110–126.
4. Синюкова Ю.А. Исследование роли мнения обучающихся в повышении эффективности деятельности образовательного учреждения // Новые горизонты: материалы VII научно-практической конференции с международным участием, 20 марта 2020 года, Брянск/под ред. О.М. Голембиовской. — Брянск: БГТУ, 2020. — С. 746–749.
5. Сущенко А.Д., Сандлер Д.Г. Как студенты вовлечены в механизмы «обратной связи»: системная практика исследований в УРФУ // Университетское управление: практика и анализ. — 2017. — № 2 (108). — С. 176–191.
6. Копелиович Д.И., Рыженков Д.А. Функциональное моделирование процесса мониторинга данных // Мониторинг. Наука и технологии. — 2016. — № 1 (26). — С. 49–53.

## ПЕРЕВОД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### TRANSFER OF RAILWAY TRANSPORT FOR DOMESTIC SOFTWARE

**A. Kolyshv  
N. Vnukovsky**

*Summary.* The article considers the main problematic issues of the technology of railway transport transition to domestic software, taking into account the digitalization of modern corporations.

*Keywords:* software, system, domestic software, transition, digital transformation, digital platforms, information and software potential.

**Колышев Андрей Сергеевич**

*К.э.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный университет путей  
сообщения», г. Екатеринбург  
A.S. Kolyishev@bk.ru*

**Внуковский Николай Иванович**

*Д.э.н., профессор, ФГБОУ ВО «Уральский  
государственный университет путей сообщения»,  
г. Екатеринбург  
Vnukovsk@ya.ru*

*Аннотация.* В работе рассмотрены основные проблемные вопросы технологии перехода железнодорожного транспорта на отечественное программное обеспечение с учетом цифровизации современных корпораций.

*Ключевые слова:* программное обеспечение, система, отечественный софт, переход, цифровая трансформация, цифровые платформы, информационно — программный потенциал.

**В** настоящее время ни одна система не работает без программного обеспечения. Каждый день мы сталкиваемся с компьютерами, машинами, множеством технологий цифровизации, которые не могут существовать и давать результативность своей работы без системы программирования, такова участь современного мира.

Программное обеспечение (*ПО, с англ. — software*) — некая совокупность программ, процедур, правил, которая обеспечивает функционирование программной системы или технологии, не требует доработок для получения качественной работы и достижения поставленных целей.

С помощью программного обеспечения происходит повышение производительности труда, эффективное увеличение качества предоставляемых товаров и услуг за счет автоматизации. Данный вопрос и рассматриваемый объект является очень актуальным на данный момент, в XXI веке, так как существуют определенные обстоятельства, в силу которых взламывают программное обеспечение и делают его общедоступным. Чтобы такого не происходило советуют использовать программное обеспечение отечественных производителей.

лей. Взаимодействие ПО в цепочке мы можем рассмотреть на рисунке 1.

Из рисунка видно, что пользователи взаимодействуют с программными продуктами и операционной системой, а операционная система (ОС) взаимодействует с оборудованием и программой, тем самым защищая информацию.

Проблема, связанная с программным обеспечением очень актуальна и наглядна в рамках компании ОАО «Российские железные дороги». Известно, что к 2022 году планируется перевести все компании РЖД на отечественный софт. Такой переход является перспективной инициативой в условиях конкурентной борьбы на рынке индустрии по разработке программного обеспечения. Необходимо срочно закрепить законодательно-правовыми актами данное предложение, что положительно скажется на дальнейшем развитии российских программных продуктов и автоматизированных информационных систем [1].

Российские железные дороги проанализировали 112 платформ и систем программного обеспечения, созданных в России, вышли на новый уровень, сказав

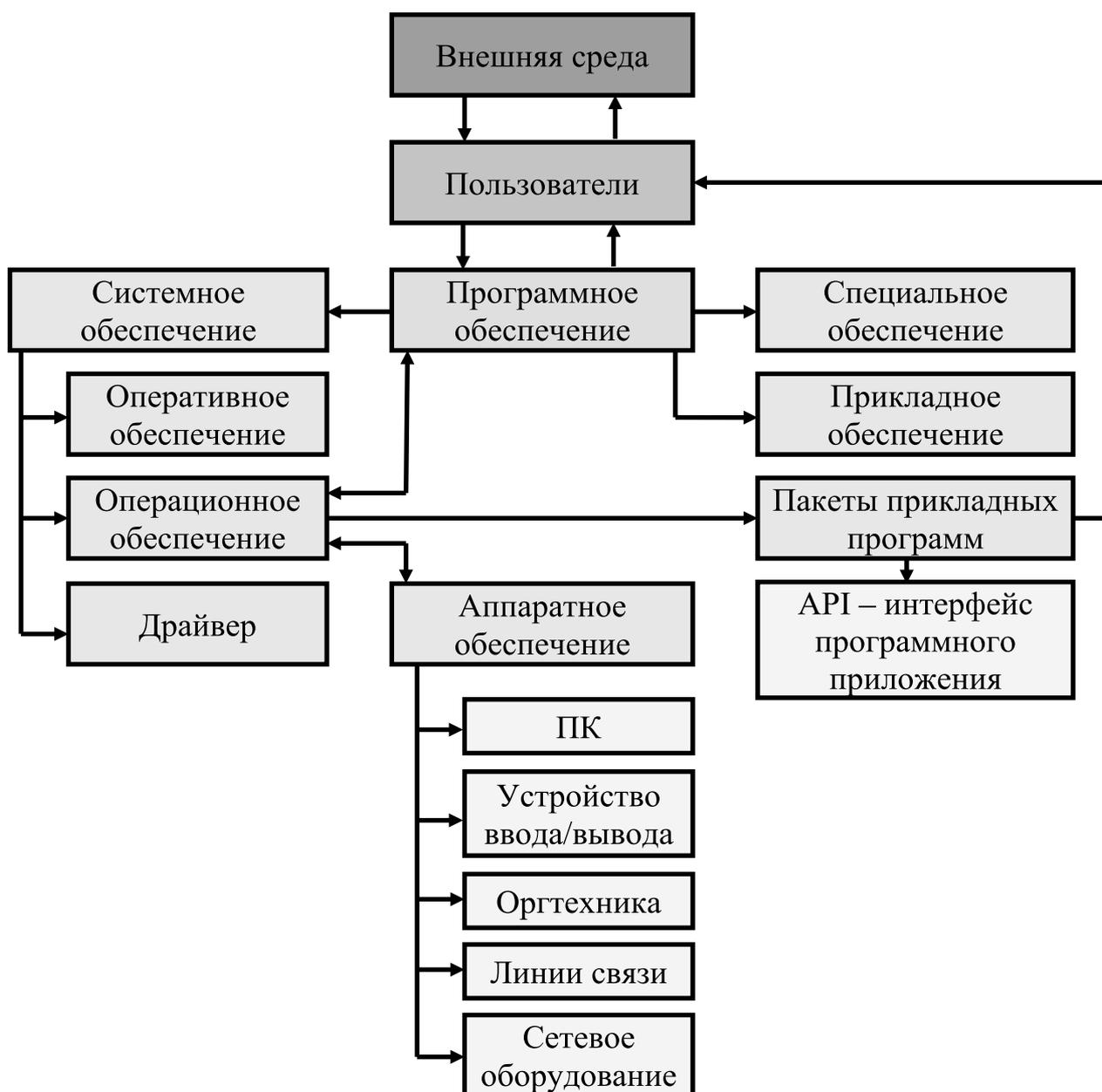


Рис. 1. Взаимодействие ПО с пользователями и оборудованием

о том, что доля отечественного ПО будет стремительно расти, и план мероприятий в этом направлении на 5 лет уже утвержден.

Также РЖД уже внедрили отечественную электронную почту, всевозможные браузеры, антиспам — для офисных работников.

Почему РЖД решили перейти на отечественное программное обеспечение? Начнем с самого главного — с объема работы данной компании: в 2019 году РЖД транспортировала более 1 млрд. человек (если

быть точнее — 1,2 млрд); перевезла 1,28 млрд. т. груза. В 2020 году данные показатели снизились на ~ 42%, из-за сложившейся ситуации в мире: пассажирооборот составил 869 млн. человек, а грузооборот уменьшился на 3% и составил 1,24 млрд. т. Подробнее информацию о пассажиро- и грузообороте мы можем рассмотреть на рисунках 2–3 [2].

Российские железные дороги перевозят более 25% всех пассажиров и более половины всех грузов, составляет 1,5% ВВП России, поэтому причиной перехода на отечественное программное обеспечение стало

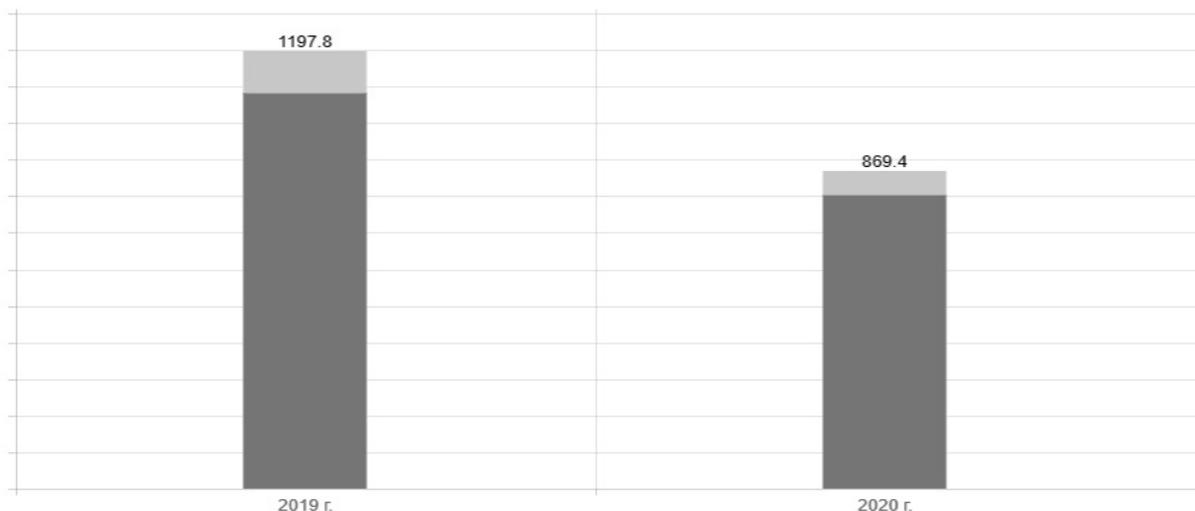


Рис. 2. Изменение пассажирооборота за год, млн. чел.

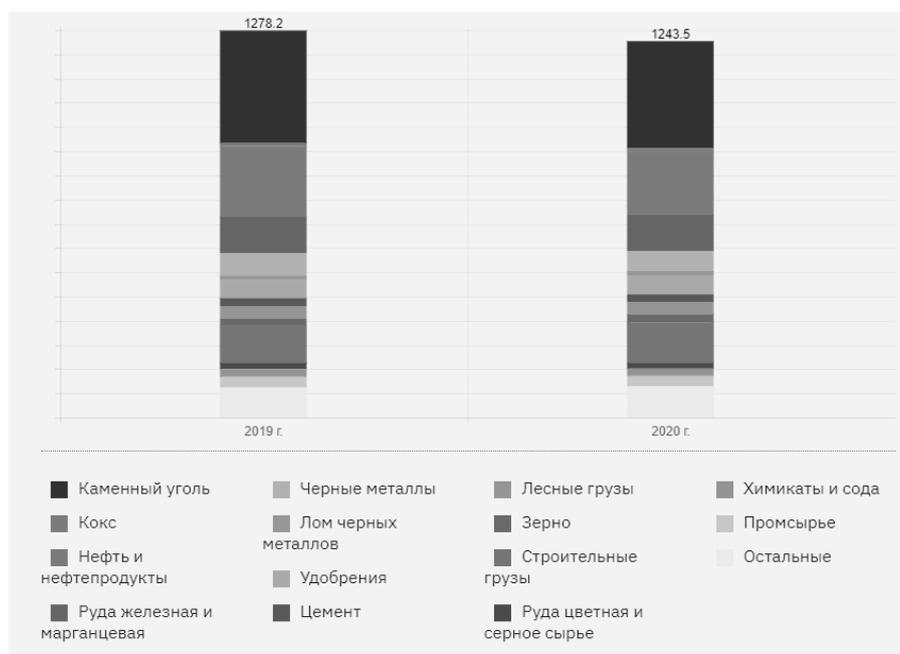


Рис. 3. Изменение грузооборота за год, млрд. тонн

число вовлеченных пользователей, а проблемой — ПО в иностранных руках.

Российские железные дороги готовы дать доступ к своей базе данных, готовы делиться всей информацией, связанной с работой компании, готовы идти на все ради качества, безопасности и надежности. Данная компания полностью готова к импортозамещению, что планируется сделать к 2022 году. В этом заключается основная роль в политике российских железных дорог с точки зрения безопасности в сфере информационных технологий, что напрямую взаимосвязано с кибербезо-

пасностью, надежностью и качеством технологических процессов [3].

Второй причиной перехода на отечественный софт стало то, что разработчики IT-продуктов России должны помочь РЖД в реализации программы «Цифровая железная дорога».

Начнем с того, что РЖД — крупнейшая компания монополист, которая напрямую зависит от всех внешнеполитических и внешнеэкономических отношений России, поэтому предполагается, что данный проект

## БИЗНЕС-СЕРВИСЫ

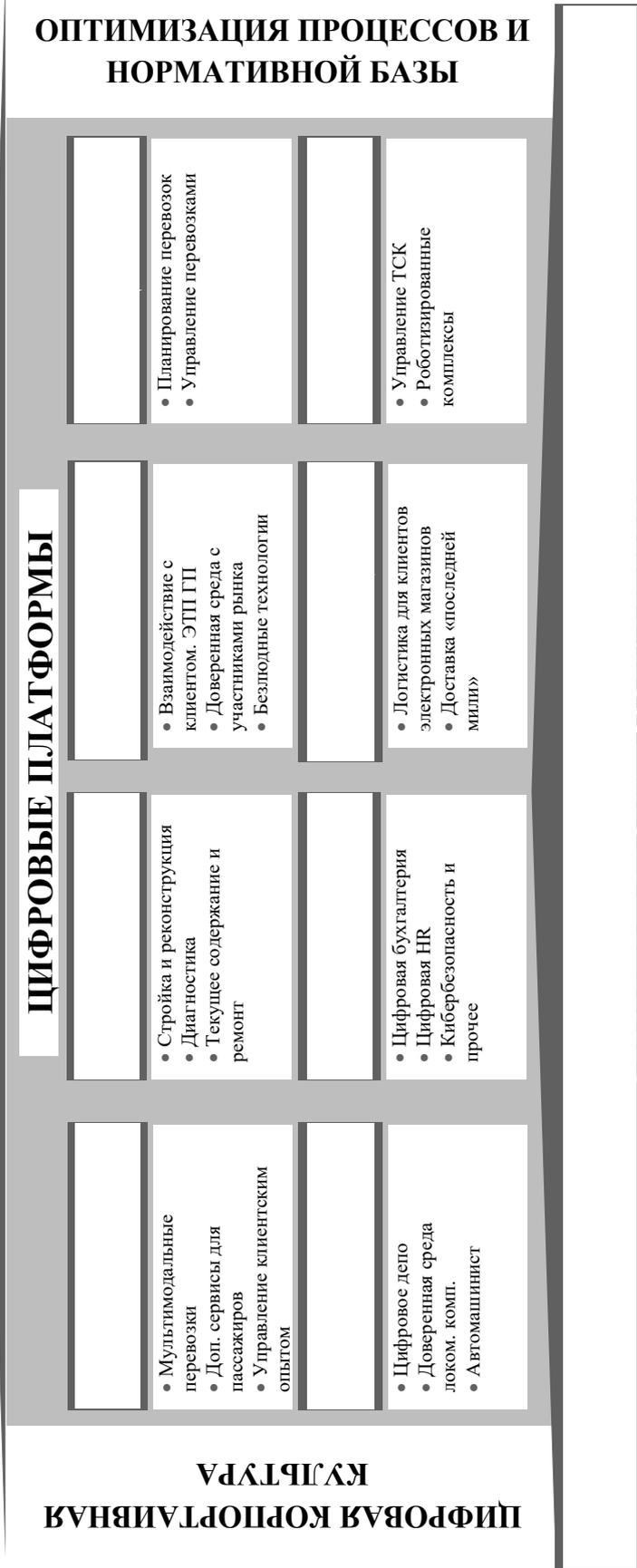
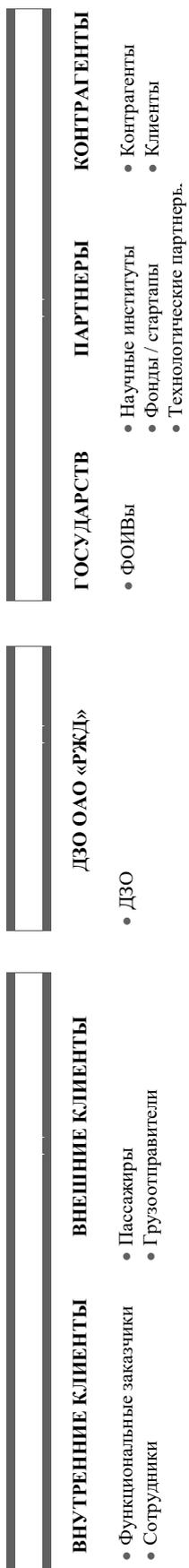


Рис. 4. Ключевые элементы Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» [4]

связет стратегию развития данной компании с программой «Цифровая экономика России». Стратегия РЖД включает:

- ◆ *большие данные*, то есть структурированные данные, которые обрабатываются программными инструментариями;
- ◆ *промышленный интернет*, то есть межмашинные коммуникации;
- ◆ *виртуальную и дополнительную реальности*, то есть компьютерный мир и различного рода дополнения в виде приложений.

Реализация данной программы приведет к развитию информационных систем компании и к повышению качества при снижении стоимости владения. Это будет происходить из-за укрупнения и сокращения информационных систем, их унификации и единообразия в соответствии со стратегией цифровой трансформации ОАО «РЖД» (рисунок 4).

Переход к чему-то новому и современному всегда является особенностью развития. ОАО «РЖД» не должно стоять на месте, так как по данной компании можно определить каким является положение страны в предоставлении пассажирских и грузовых услуг, и постоянные изменения в развитии компаний является лишь положительным фактором. Также качество и безопасность являются не менее важными факторами данной компании, не должно быть никакой утечки информации, никто не должен вмешиваться в деятельность компании и взламывать данные для своих целей. Безопасность информации — одно из главных требований, которые предъявляются программным обеспечением и информационным системам. Одно дело, когда

контроль над компанией ведет свое государство, другое — иностранные компании и корпорации, поскольку это будет препятствовать иностранным интересам [4]. На сегодня многие стандартные базовые проекты и технологические процессы уже осуществляются при помощи собственных разработок и являются отечественными продуктами.

Таким образом, отечественное программное обеспечение позволит снизить уязвимость и зависимость от зарубежного воздействия, от утечки информации российских разработок, от риска киберугроз по защите корпоративных данных отечественных компаний и корпораций, уменьшит зависимость от программного импорта и реально приведет к реализации задач импортозамещения в области программного обеспечения и цифровых технологий [5,6].

В российских компаниях и корпорациях есть определенный информационно-программный потенциал для разработки собственного программного обеспечения, создания больших структурированных данных, искусственного интеллекта, интернета вещей и других современных цифровых технологий, используя только отечественные реестры и программные разработки.

Анализируя достаточно высокий информационно-программный потенциал российских разработчиков и создателей программного обеспечения, а также возможности и тенденции развития цифровой трансформации в различных сферах цифровизации в деятельности ОАО «РЖД», что создает конкретную взаимосвязь бизнес-процессов цифровых платформ РЖД с реальной экономикой [5,6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Программное обеспечение России [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://habr.com/ru/post/433496/>
2. Данные ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://company.rzd.ru/ru/9377#cargo>
3. Интервью Евгения Чаркина — специалиста РЖД по IT-технологиям [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://m.lenta.ru/tags/persons/charkin-evgeniy/>
4. Семион К.В. Стратегия цифровой трансформации [текст] / К.В. Семион // Автоматика, связь, информатика. — 2019. — № 4. — С. 5–6.
5. Внуковский Н.И. Тенденции трансформации корпораций с целью повышения их конкурентоспособности // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики, Серия «Экономика и право» № 12/2. — 2017. — С. 4–8.
6. Внуковский Н.И. Негативные особенности и прогнозные последствия цифровой экономики на развитие социального общества // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики, Серия «Экономика и право» № 4. — 2021. — С. 11–14.

© Колышев Андрей Сергеевич (A.S.Kolyishev@bk.ru), Внуковский Николай Иванович (Vnukovsk@ya.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ, БЛОКИРОВКИ И АТРИБУЦИИ ФИШИНГОВЫХ СТРАНИЦ

**Назаров Алексей Владимирович**

*К.воен.н., Военный инновационный технополис «ЭРА», г. Анапа  
naazar@mail.ru*

### METHODS FOR DETECTING, BLOCKING AND ATTRIBUTING PHISHING PAGES

**A. Nazarov**

*Summary.* Today, phishing is a problem for almost all users, businesses, and service providers around the world. Phishing is used to obtain confidential information. These can be addresses and passwords, bank details and other data that cyber fraudsters can use for illegal enrichment, while the influence can be carried out through e-mail, social networks or telephone communications. Phishing is also called a form of social engineering, which is based on users' ignorance of the fundamental principles of network security. In addition, cybercriminals for the most part operate not only with technology, but also with human carelessness and gullibility.

Back in 2011, Cisco identified seven major human weaknesses that are exploited by criminals in a report: sexuality, greed, vanity, gullibility, laziness, compassion, and haste in decision making. Today, phishing is a global billion-dollar industry, the damage from which is enormous and only increases every year. This article discussed the concept of phishing and how to counter this type of fraud. In addition, the statistics of damage in recent years with the use of this type of crime in the information field is presented.

*Keywords:* phishing, cybercrime, information security, phishing pages, email, websites, mobile phishing.

*Аннотация.* На сегодняшний день фишинг — это проблема практически для всех пользователей, бизнеса и сервис-провайдеров по всему миру. Использование фишинга осуществляется для получения конфиденциальной информации. Это могут быть адреса и пароли, банковские реквизиты и другие данные, которые кибермошенники могут использовать для незаконного обогащения, при этом воздействие может осуществляться посредством электронной почты, социальных сетей или телефонной связи.

Фишинг также называют одной из разновидностей социальной инженерии, которая базируется на незнании пользователями основополагающих принципов сетевой безопасности. Кроме того, киберпреступники в своем большинстве оперируют не только технологиями, но и человеческой беспечностью и доверчивостью. Еще в 2011 г. компания Cisco в своем отчете указала на семь основных слабостей человека, которые эксплуатируются преступниками: сексуальность, алчность, тщеславие, чрезмерная доверчивость, лень, сострадание и поспешность в принятии решений.

На сегодняшний день фишинг — это глобальная миллиардная индустрия, ущерб от которой огромен и с каждым годом только возрастает.

В настоящей статье было рассмотрено понятие фишинга, и способы противодействия этому виду мошенничества. Кроме того, приведена статистика ущерба за последние годы с применением этого вида преступлений в информационном поле.

*Ключевые слова:* фишинг, киберпреступление, информационная безопасность, фишинговые страницы, электронная почта, веб-сайты, мобильный фишинг.

**Т**ермин «фишинг» (phishing) в переводе с английского языка означает «рыбачить», своим происхождением это понятие обязано сходством механизма кибератаки и рыбалки [1].

Злоумышленник выступает со стороны какого-либо известного сервиса и просит ввести пользователя конфиденциальные данные с целью их проверки или обновления. После их введения, преступник получает все, что необходимо для дальнейшего злонамеренного их использования, в большинстве — это получение денежных средств [5].

В настоящее время специалистами фиксируется постоянно возрастающая активность фишинга, нацеленного, как на рядовых пользователей, так и на крупные компании. Проблема усложняется тем, что за последние несколько лет произошло большое количество нарушений данных, в результате чего хакерам стали доступны миллиарды электронных адресов, более того, их можно без проблем приобрести на «черном рынке» в сети интернет [9].

Целью настоящего исследования является анализ ущерба, причиненного киберпреступниками посред-

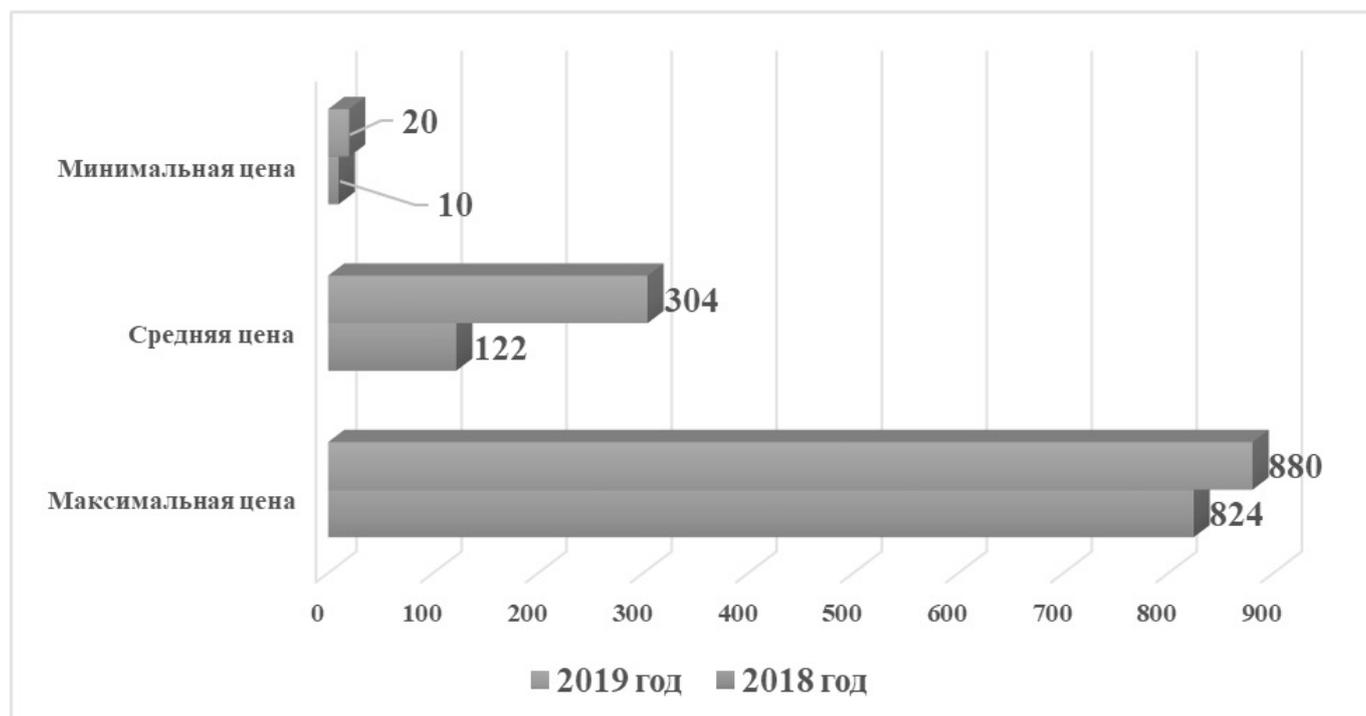


Рис. 1. Динамика цен на фишинг-киты в 2018–2019 гг. в долларах

ством использования фишинга, а также способов обнаружения, блокировки и атрибуции фишинговых страниц. Для реализации цели были определены следующие задачи:

1. дать характеристику понятия фишинг;
2. провести анализ последствий фишинга за последние три года;
3. рассмотреть способы обнаружения, блокировки и атрибуции фишинговых страниц.

Сегодня существует два основных типа фишинга:

- ◆ отправка фишингового сообщения, основной целью которого является получение конфиденциальной информации — в данном случае сообщение может передаваться посредством электронной почты или вредоносной программы;
- ◆ использование техник целенаправленного фишинга — в качестве примера можно привести: получение информации о высокопоставленных лицах или whaling, создание клонов email-сообщений или clone phishing, принуждение жерты к переводу денежных средств на фальшивый счет в банке или reverse-phishing.

По мнению специалистов, в 2018 г. основными жертвами фишинга являлись физические лица, а самым популярным способом доставки фишинговых писем была электронная почта, соотношение загрузок через веб-браузер и доставки писем по электронной почте

составляло 1 к 12. При этом к концу 2018 г. загрузки через веб-браузер сократились до 3%.

Основной тенденцией 2018 г., по мнению специалистов компании CERT-GIB, стало использование публичных сервисов для доставки писем, содержащих вредоносные программы. Сформированный рейтинг включал такие популярные домены, как *Rossiemail.ru*, *yandex.ru* и *gmail.com*, это объясняется тем, что преступники старались использовать наиболее доверенные сервисы — те, с которых пользователи привыкли получать электронные письма [11, 12]. Кроме того, это достаточно дешевый способ, поскольку нет необходимости регистрировать новый домен, а в случае обнаружения просто использовать другой почтовый сервис.

На протяжении всего 2018 г. объем фишинга продолжал расти. Так, только в третьем квартале 2018 г. экспертами «Лаборатории Касперского» было обнаружено более половины атак, выявленных за весь 2017 г. Распространению фишинга способствовали: разработка новых схем, заимствование идей по использованию фишинга у иностранных компаний, задействование различных каналов распространения спама и ссылок, эксплуатация популярных тем в качестве приманки.

Так, в соответствии с данными компании Валарм, количество атак на веб-приложения на 2018 г. составляло в среднем 1500 в день. Чемпионат мира по футболу

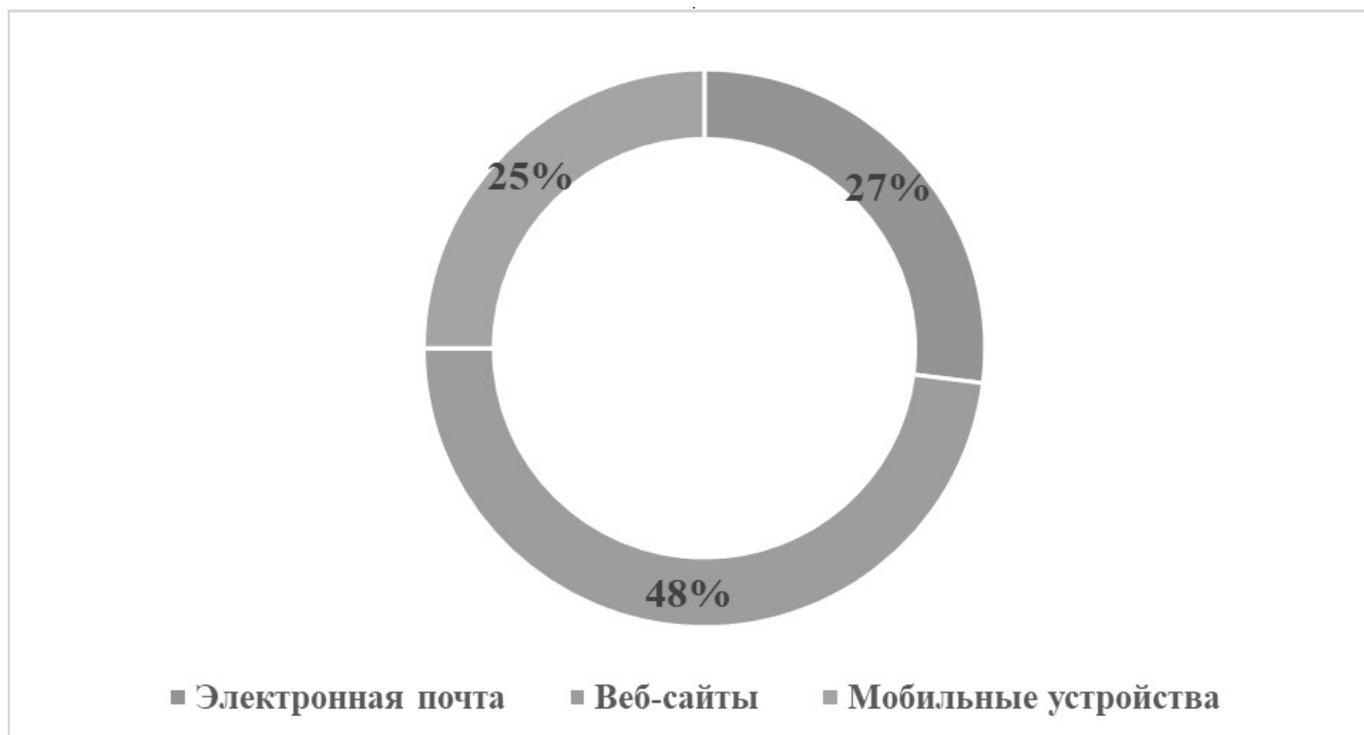


Рис. 2. Структура распространения фишинга в 2019 г. (по данным на 4 квартал)

в 2018 г. также привлек внимание киберпреступников, которое отразилось в массовой рассылке зараженных файлов под видом расписания игр и турнирной таблицы.

За 2019 г. экспертами компании Group-IB был зафиксирован резкий рост продаж фишинг-китов — конструкторов для массового создания фишинговых сайтов, более, чем в 2 раза [10]. Повышенный спрос на этот популярный инструмент среди мошенников спровоцировал и рост средней цены, которая в результате в 2019 г возросла на 140%. Количество продавцов фишинг-наборов увеличилось на 120%.

Динамика цен на фишинг-киты в 2018–2019 гг. в долларах (\$) отражена на рисунке 1.

Эксперты объясняют рост популярности этого инструмента низким порогом при входе на этот рынок и простотой заработка. При этом стоимость набора варьируется в зависимости от его сложности, а конкретно от качества и количества фишинговых страниц.

Фишинг-кит представляет из себя архивный файл, содержащий скрипты, необходимые для создания фишинг-сайта, которые позволяют мошенникам, не обладающим глубокими знаниями программирования, быстро разворачивать сотни фишинговых страниц, часто страницы используются, как «зеркала» друг друга, при этом, если блокируется один, то активизируется другой.

Для привлечения пользователей, мошенники используют в фишинговых наборах популярные бренды с огромными аудиториями. Так в 2019 г. наиболее часто использовались Amazon, Google, Instagram, Office 365 и PayPal.

Структура распространения фишинга в 2019 г. (по данным на 4 квартал) приведена на рисунке 2.

Так, следуя данным рисунка 2, можно отметить, что в 2019 г. фишинг преимущественно распространялся через веб-сайты, при этом использовались: Spotify, Microsoft, PayPal, Facebook.

Почти треть — 27% принадлежит электронной почте, были использованы такие ресурсы, как Yahoo!, Rbs (Ray-Ban Sunglasses), Microsoft, DropBox.

Через мобильные устройства распространялось 25% фишинга, использовались: Chase Mobile Banking, Facebook, Apple, PayPal. Следует отметить, что через мобильные устройства распространялись преимущественно фишинговые страницы социальных сетей и банков.

Согласно данным Telco Security Trends Report, в этот период телеком-операторы в Европе ежемесячно блокировали в среднем порядка 20 млн. фишинговых атак, при этом было использовано более 7 млн. мобильных

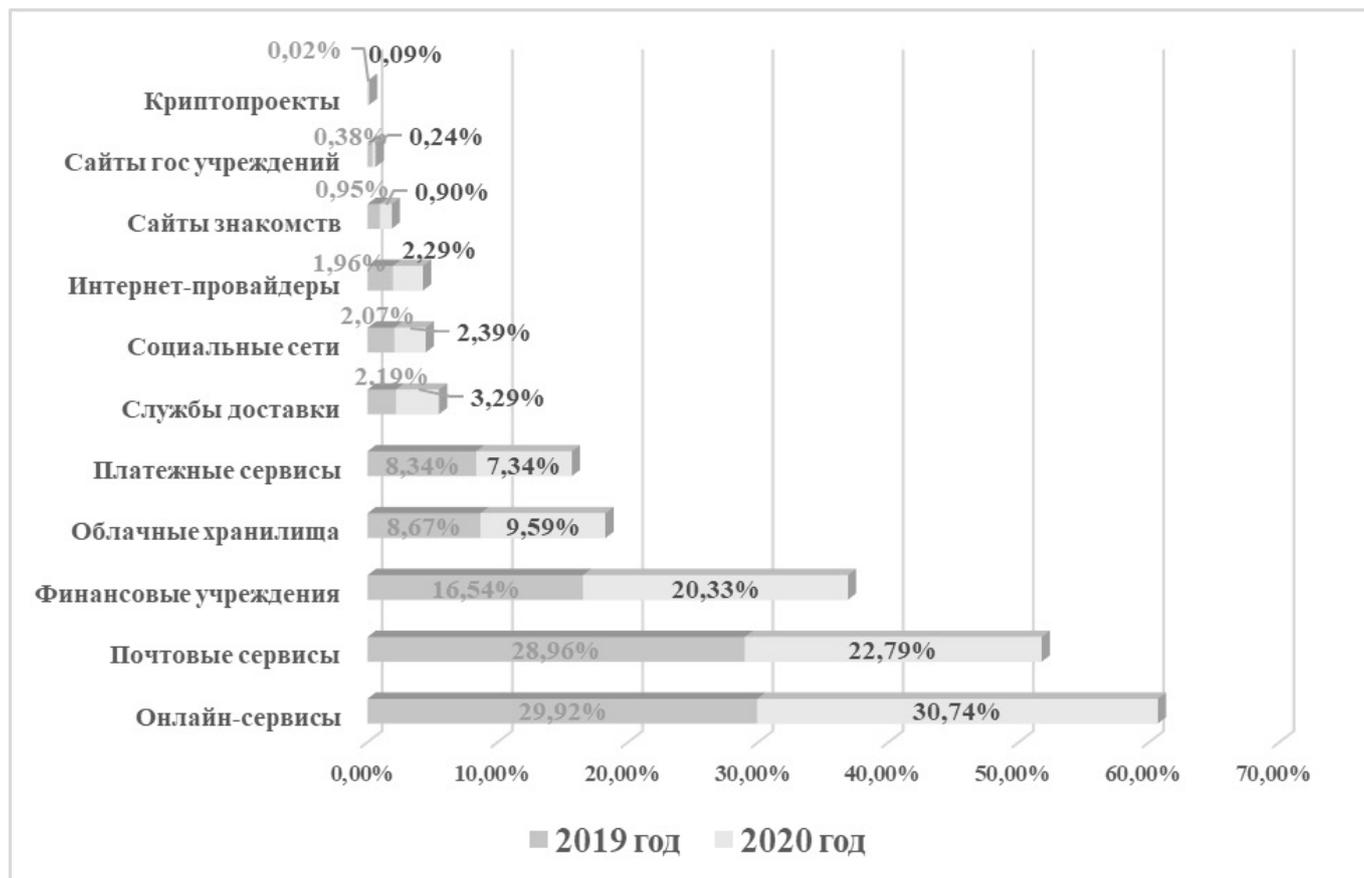


Рис. 3. Структура категорий брендов, используемых чаще всего в фишинг-китах в 2020 г. в сравнении с 2019 г.

абонентов. Также в результате исследования было выявлено, что за этот период мобильный фишинг составил 35% от количества всех активированных блокировок.

По данным ФБР, в 2019 г. фишинг стал самым популярным киберпреступлением, только в США жертвами стали более 114 тыс. человек, причиненный ущерб оценивался в 57,8 млн. долларов [2]. Однако лидером по хостингу фишинговых ресурсов в 2019 г. стала Россия, количество блокировок составило 34%.

В топ-10 инструментов, использовавшихся злоумышленниками в атаках, зафиксированных CERT-GIB в 2019 г., вошли шифровальщик Troldesh (55%); бэкдоры Pony (11%), Formbook (5%), Nanocore (4%) и Netwire (1%); банкиеры RTM (6%) и Emotet (5%); и шпионское ПО AgentTesla (3%), Hawkeye (2%), и Azorult (1%). AgentTesla, Netwire и Azorult стали новыми угрозами наблюдаемого периода.

В 2020–2021 гг. согласно отчету Group-IB Hi-Tech Crime Trends было выявлено на 118% больше фи-

шинг-ресурсов, при этом эксперты объясняют это тем, что на фоне сократившихся доходов, легкий заработок привлек внимание большего количества пользователей [4].

Кроме того, в рамках возросших продаж через интернет-каналы, киберпреступники также начали проводить больше фишинговых атак от имени популярных брендов.

Структура категорий брендов, используемых чаще всего в фишинг-китах в 2020 г. в сравнении с 2019 г. представлена на рисунке 3 [6].

Специалисты также отмечают некоторые изменения тактики преступников: если ранее после блокировки хакеры переключались на другие бренды, то в 2020 г. они стали автоматизировать атаки, выводя новые фишинговые единицы на смену заблокированным.

Наибольшее количество фишинга было создано под онлайн-сервисы, их доля в общей структуре составила 39,6%. Также отмечаются почтовые сервисы — 15,6%,

Таблица 1. Количество мобильного фишинга в России за 2020 г.

Вид фишинговой атаки	Количество столкнувшихся с мобильным фишингом, %	Количество пострадавших от мобильного фишинга, %
Электронная почта	52	34
Фишинговые сайты	37	29
Телефонный фишинг	58	37
Смифишинг (фишинг по SMS) [7]	50	31
Физический фишинг	16	13

финансовые учреждения — 15,0%, облачные хранилища — 14,5%, платежные сервисы — 6,6% и т.д. При этом практически исчез фишинг, ориентированный на криптовалютные операции.

В 2020 г. компания Avast проводила опрос российских пользователей, согласно которому 42% россиян сталкивались с фишингом, более того, 27% от него пострадали. При этом две трети опрошенных пострадали, решая личные проблемы, одна треть — при решении рабочих задач.

Кроме того, выросло количество телефонного фишинга, данные за 2020 г. по России представлены в таблице 1.

Эксперты отмечают, что большинство опрошенных пользователей не сообщают о фишинге, их количество составило 61%. Финансовые потери пользователей варьировались от 3,5 тыс. руб. до более 21 тыс. руб.

Несмотря на глобальный охват информационного поля различными видами фишинга, IT-компании не прекращают работу в рамках его обнаружения, блокировки и атрибуции.

Если фишинговая страница обнаружена, существует два пути ее блокировки. Первый, самый распространенный: IT-компания или IT-подразделение передает информацию о странице главным игрокам рынка: производителям браузеров, разработчикам антивирусных решений и хостинг-провайдерам. Эти организации проверяют информацию и принимают решение о блокировке. Минусы данного подхода в том, что за время, требуемое для проверки, появляются новые жертвы мошенников.

Так, за годы своей работы компания Group-IB аккумулировала достаточно обширную базу фишинговых наборов, что позволяет успешно бороться с фишингом, ориентированным на конкретный бренд. При этом база постоянно обновляется и расширяется, как только Group-IB Threat Intelligence обнаруживает новую фишинговую страницу.

Более редкий случай — блокировка по требованию. В некоторых случаях аккредитованные Координационным центром национальных доменов компании могут заблокировать фишинговый сайт. В состав таких компаний входят: Group-IB, Лига безопасного интернета, Лаборатория Касперского, RU-CERT, РОЦИТ, Роскомнадзор, Vi. Zone, Банк России и Доктор Веб [8]. Они могут обращаться к регистраторам доменных имен напрямую с требованием прекратить делегирование доменного имени для сайтов, распространяющих фишинг, вредоносное ПО и ботнеты.

Следует отметить, что для повышения эффективности работы IT-компаний необходима автоматизировать их работу, при этом система автоматизация должна включать:

- ◆ систему предугадывания места размещения фишинговой страницы;
- ◆ систему распознавания фишинга;
- ◆ систему автоматического сбора доказательств;
- ◆ систему для автоматического реагирования;
- ◆ систему обмена индикаторами с производителями браузеров и средств безопасности;
- ◆ систему контроля и перепроверки устранения фишинга.

В России противодействием фишингу занимаются антивирусные компании (например, Kaspersky Internet Security, Dr. Web Security Space Pro), которые могут выявлять фишинговые сайты, и внутренние IT-службы безопасности, защищающие свои бренды. Одним из лидеров в этой сфере также является компания Group-IB, которая выводит на рынок антифишинговые решения. Например, такие разработки, как «Система и способ сбора информации для обнаружения фишинга» и «Система и способ обнаружения фишинговых веб-страниц».

Эти разработки анализируют и распознают фишинговый контент по трем составляющим: по текстовому содержимому страницы, по блоку данных (текст и изображение) и по изображениям на странице (три запатентованных компанией Group-IB подхода).

Особой проблемой в блокировке фишинга является предварительное предугадывание места его появления, компания Group-IB имеет такую технологию.

Анализ основан на двух подходах атрибуции: паттерны (характеристики) поведения и корреляция на накопленной базе данных известных фишинговых сайтов, созданных одними и теми же группами мошенников (они имеют определенные общие признаки).

Когда характеристики выделены, технология позволяет предсказать, на каких новых серверах будет активирован вредоносный контент. Для этого используется система создания снимков сети интернет, которые связаны между собой. Далее эти снимки накладываются друг на друга. В результате сравнения определяются условные 10 серверов из 2 млрд. хостов, на которых могут появиться фишинг-группы, а также пути, по которым они будут размещаться.

Относительной новыми инструментами в борьбе с фишингом являются аватары в интернет-банках или корпоративных магазинах. В процессе захода на сайт картинка подгружается на сайт с компьютера пользо-

вателя, если пользователь заходит на поддельный сайт, то аватарка будет другая.

Однако, по мнению специалистов наиболее эффективным способом борьбы с фишингом является искусственный интеллект. Подобные сервисы анализируют инфраструктуру злоумышленников, предугадывают создание новых фишинговых доменов и сообщают об этом пользователю.

В доработанной версии паспорта федерального проекта «Информационная безопасность» говорится, что уже в 2021 г. будет разработана платформа для мониторинга фишинговых (мошеннических) сайтов и утечек персональных данных. На ее создание потратят 1,4 миллиарда рублей [3].

Таким образом, фишинг является серьезной проблемой для огромного количества пользователей в интернет-пространстве. В этой связи разработка новых инструментов, позволяющих обнаруживать и блокировать фишинговые страницы является актуальной. Рассмотренные способы борьбы с фишингом позволят снизить эффективность использования фишинга злоумышленниками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атака клонов: чем опасны фишинговые сайты. Фишинг образца 2020 года: как трансформировались фейки и как от них защититься / [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/conference/735>
2. Ломают без взлома: фишинг стал еще опаснее / [Электронный ресурс] URL: [https://www.gazeta.ru/tech/2020/07/20/13159111/phishing\\_danger.shtml](https://www.gazeta.ru/tech/2020/07/20/13159111/phishing_danger.shtml)
3. На борьбу с фишингом потратят 1,4 миллиарда рублей / [Электронный ресурс] URL: <https://newizv.ru/news/society/30-09-2020/na-borbu-s-fishingom-potratyat-1-4-milliarda-rublej>
4. Оборот не туда: число фишинг-ресурсов в 2020 г. выросло на 118% / [Электронный ресурс] URL: <https://iz.ru/1091824/natalia-ilina/oborot-ne-tuda-chislo-fishing-resursov-v-2020-godu-vyroslo-na-118>
5. Обучен, значит вооружен: самые опасные случаи фишинга в 2020 году / [Электронный ресурс] URL: <https://hightech.plus/2020/10/02/obuchen-znachit-vooruzhen-samie-opasnie-sluchai-fishinga-v-2020-godu>
6. Фишинг в 2020 г. / [Электронный ресурс] URL: <https://ict.moscow/research/fishing-v-2020-godu/>
7. Число выявленных и заблокированных фишинг-ресурсов выросло на 118% / [Электронный ресурс] URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/239901709>
8. Эксперты выявили резкий рост числа фишинговых сайтов в мире / [Электронный ресурс] URL: <https://ria.ru/20201019/fishing-1580414537.html>
9. «Это срочно»: число жертв интернет-фишинга выросло в десятки раз / [Электронный ресурс] URL: [https://www.rbc.ru/spb\\_sz/07/09/2020/5f55fb159a7947398ef9a335](https://www.rbc.ru/spb_sz/07/09/2020/5f55fb159a7947398ef9a335)
10. 2019 установил рекорд по числу блокировок фишинговых ресурсов / [Электронный ресурс] URL: <https://www.comnews.ru/content/207038/2020-05-08/2020-w19/2019-ustanovil-rekord-chislu-blokirovok-fishingovykh-resursov>
11. [Электронный ресурс] URL: [https://scholar.google.com.tw/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=Xc6gkP8AAAAJ&citation\\_for\\_view=Xc6gkP8AAAAJ:u-x6o8ySG0sC](https://scholar.google.com.tw/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Xc6gkP8AAAAJ&citation_for_view=Xc6gkP8AAAAJ:u-x6o8ySG0sC) (дата обращения: 30.09.2021).
12. [Электронный ресурс] URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2021-5/14-cozac.pdf> (дата обращения: 30.09.2021).

© Назаров Алексей Владимирович (naazar@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ОТ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В КОНТЕКСТЕ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА TOGAF

APPLICATION OF APPROACHES  
TO OPTIMIZING THE ARCHITECTURE  
OF INFORMATION SYSTEMS USING USER  
FEEDBACK IN THE CONTEXT  
OF COMPLIANCE WITH  
THE REQUIREMENTS  
OF THE TOGAF STANDARD

**N. Nasyrov**  
**D. Lushnikov**  
**P. Tartynskikh**  
**A. Berezkhov**

*Summary.* The article examines the aspects of optimization of the existing system's architecture in accordance with the TOGAF Standard. The factors that justified the necessity of the optimization of the developed prototype of the automated standard verification service are listed in the article. As a result of the GAP- analysis of the four levels of architecture according to the TOGAF Standard, a number of proposals was formulated. The proposed features' realization led to the decline in the number of server requests, the decline in the number of computational operations on the server side and the increase in the accuracy of the text documents' class prediction. The feature of the users' feedback analysis was also successfully implemented. The optimized architecture of the service provides opportunities for scaling and further development of the standard verification service.

*Keywords:* software optimization, information system architecture, TOGAF, The Open Group Architecture Framework, verification for compliance with regulations, document formatting.

**Насыров Наиль Фаизович**  
Аспирант, Университет ИТМО  
pasedel@mail.ru

**Лушников Даниил Михайлович**  
Университет ИТМО  
MrLushnikov@yandex.ru

**Тартынских Петр Сергеевич**  
Университет ИТМО  
tartynskikh.ps@yandex.ru

**Бережков Андрей Вячеславович**  
Преподаватель, Университет ИТМО  
dead0343@gmail.com

*Аннотация.* В работе рассматриваются аспекты оптимизации архитектуры существующей информационной системы в соответствии с положениями методологии TOGAF. В работе перечислены факторы, которые обусловили необходимость оптимизации разработанного прототипа сервиса автоматизированного нормоконтроля. В результате проведенного GAP-анализа 4 уровней архитектуры, соответствующих методологии TOGAF, были сформулированы предложения, в результате реализации которых достигнуты такие показатели, как снижение количества обращений к серверу, уменьшение количества вычислительных операций на стороне сервера, повышена точность определения классов элементов текстовых документов, добавлена возможность анализировать результаты обратной связи пользователей. Оптимизированная архитектура сервиса предоставляет возможность масштабирования и дальнейшего развития сервиса автоматизированного нормоконтроля.

*Ключевые слова:* оптимизация программного обеспечения, архитектура информационной системы, TOGAF, The Open Group Architecture Framework, нормоконтроль, оформление документа.

## Введение

Способность меняться является в настоящее время одним из ключевых факторов обеспечения эффективного управления информационной системой [1]. Для реализации возможности непрерывных изменений требуется четкое структурирование на уровне бизнес-процессов, информационных потоков, прикладных и технологических решений. Учет особенностей архитектур на каждом из уровней позволяет

проектировать и создавать информационные системы, удовлетворяющие потребности организаций и предприятий различного уровня. В работе рассматриваются аспекты применения подходов оптимизации архитектуры информационных систем с использованием обратной связи от пользователей в контексте соответствия требованиям стандарта TOGAF.

Стандарт (методология) TOGAF (The Open Group Architecture Framework) представляет собой фрейм-

ворк, описывающий построение модели деятельности организации и, соответственно, инфокоммуникационных сервисов от абстракций более высокого уровня к более конкретным и детализированным аспектам.

Использование стандарта TOGAF помогает решать следующие задачи:

- ◆ описание модели архитектуры с учетом зависимостей между ИТ-сервисами и бизнес-процессами,
- ◆ оптимизация информационных потоков на предприятии/подразделении,
- ◆ снижение стоимости владения и сопровождения ИТ-инфраструктуры и др.

Архитектура предприятия в модели TOGAF подразделяется на следующие уровни [2]:

1. *бизнес-архитектура* — описывает организационную структуру, бизнес-процессы и деятельность организации с учетом заданных показателей эффективности,
2. *информационная архитектура* — определяет информационные потоки процессов организации, методы сбора, обработки, предоставления и хранения данных,
3. *архитектура приложений* — определяет, какие приложения используются и должны использоваться для управления данными и поддержки бизнес-функций, реализует объекты информационной архитектуры на уровне прикладных систем,
4. *техническая архитектура* — описывает, какие аппаратные и программные средства необходимы для обеспечения работоспособности всей совокупности прикладных систем в соответствии с операционными требованиями (надежность, производительность и т.п.).

В контексте приведенных четырех уровней архитектуры необходимость оптимизации существующей архитектуры прототипа информационной системы была обусловлена, в частности, следующими факторами:

- ◆ при разработке прототипа не было предусмотрено, что пользователи сервиса могут выступать в роли ассессоров, подтверждающих или опровергающих предлагаемый класс элемента (абзац, заголовки разных уровней, перечисления и т.д.) текстового документа, определенный с помощью алгоритмов машинного обучения,
- ◆ необходимостью добавления функций автоматизированного исправления обнаруженных ошибок оформления элементов текстового документа,
- ◆ необходимостью снижения вычислительной нагрузки на сервер за счет переноса части опе-

раций на сторону надстройки (add-in) для программного обеспечения Microsoft Word,

- ◆ выявленными особенностями и закономерностями в оформлении элементов текстовых документов пользователями. В частности, было отмечено, что в большинстве случаев у пользователя прослеживаются идентичные ошибки в оформлении элементов текстового документа одного класса.

Таким образом, стоит отметить, что перед началом работ по оптимизации архитектуры информационной системы с целью масштабирования и добавления новых функциональных возможностей необходимо предметно рассмотреть каждый из 4 уровней, описанных во фреймворке TOGAF.

### Анализ исходного состояния архитектуры

В основу разработки системы автоматизированной проверки соответствия требованиям оформления была положена клиент-серверная архитектура. Приложение-надстройка для программного обеспечения Microsoft Word взаимодействует с сервером, предоставляющим функциональные возможности по классификации элементов текстовых документов и проверке их оформления посредством RESTful API. Подробные сведения о сервисе и его исходной архитектуре представлены в работах [3, 4].

Функциональные возможности по классификации элементов полученного docx-файла, отображению ошибок реализованы в едином программном модуле, что может создавать некоторые трудности [5]:

- ◆ увеличивается время на развертывание системы и внесение изменений,
- ◆ сильная связь кода делает разработчиков зависимыми друг от друга, сбой в работе одного компонента приводит к отказу всего модуля,
- ◆ затруднено масштабирование приложений и др.

Риски, связанные с существованием указанных недостатков, могут быть устранены путем деления приложений на более мелкие программные составляющие, что привело к возникновению способа проектирования и организации информационной архитектуры и бизнес-функциональности с использованием сервис-ориентированной архитектуры [6] и микросервисной архитектуры в частности [5].

В исходной версии прототипа сервиса предполагалось использовать его только для полной проверки всего docx-документа, а также вывода на экран результатов проверки. Схема проверки документа представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Проверка документа (для прототипа)

Представленный алгоритм подтвердил свою работоспособность, однако он имеет ряд особенностей, которые могут ограничивать эксплуатацию сервиса, а также его дальнейшее масштабирование и адаптацию под новые требования пользователей:

- ◆ большая часть вычислительных операций осуществляется на стороне сервера,
- ◆ при каждой отправке документа на сервере проводилась классификация элементов текстового документа с использованием алгоритмов машинного обучения, что являлось избыточным в случае повторной проверки документа,
- ◆ при каждой новой классификации элементов docx-файлов не учитывались закономерности оформления соответствующих элементов, которые были классифицированы ранее,
- ◆ у пользователя отсутствует возможность проверить только необходимые ему фрагменты документа, что создает избыточную потребность в вычислительных операциях на стороне сервера.

Анализ слоев бизнес-архитектуры и информационной архитектуры

Бизнес-архитектура, как правило, первична по отношению к ИТ-архитектуре. Она определяет требования к общей архитектуре, является основой для оценки ее эффективности. В то же время новые возможности информационных технологий, программного и аппаратного обеспечения, а также появляющиеся требования к бизнес-процессам могут стимулировать развитие как бизнес-архитектуры, так и архитектуры информационной, приложений, технической.

При интерпретации и трансляции аспектов бизнес-архитектуры на более низкие уровни необходимо учитывать следующие факторы:

- ◆ в ходе функционирования информационных систем в большинстве случаев происходит формирование новых требований к функциональным возможностям,
- ◆ в ряде случаев существуют объективные причины, по которым нецелесообразно реализовывать все функциональные возможности до завершения апробации разработанного прототипа,

- ◆ часть решений о дальнейшем развитии системы можно сформулировать, только имея данные, полученные эмпирическим путем в ходе функционирования системы.

С целью определения разрывов между состоянием созданного прототипа и спрогнозированным результатом был проведен GAP-анализ, который позволил выявить ряд специфических аспектов в контексте осуществления автоматизированной проверки оформления текстовых документов.

Было выявлено, что в большинстве случаев у пользователя прослеживаются идентичные ошибки в оформлении элементов текстового документа одного класса (заголовков одного уровня, подписи иллюстраций, абзацев, перечислений и т.д.). С учетом необходимости реализации функциональных возможностей по автоматизированному исправлению ошибок в соответствии с предъявляемыми к их оформлению требованиями отмечена необходимость оптимизации алгоритмов с целью уменьшения вычислительной нагрузки по классификации элементов и определению ошибок их оформления.

Классификация элементов docx-файлов осуществляется с использованием алгоритмов машинного обучения библиотеки CatBoost, для которой разработчиками сервиса был сформирован соответствующий датасет. В ходе анализа было выявлено, что пользователи сервиса могут выступать в роли ассессоров, подтверждающих или опровергающих предлагаемый класс элемента текстового документа, который был определен с помощью алгоритмов машинного обучения CatBoost. Это дает возможность, с одной стороны, формировать датасет на основе анализа пользовательских данных для последующего переобучения моделей, а с другой стороны — формировать частные случаи некорректной классификации элементов для последующего анализа и оптимизации алгоритмов без изменения архитектуры информационной системы.

Также следует учитывать, что оформление элементов текстовых документов может удовлетворять предъявляемым требованиям, соответственно, опе-

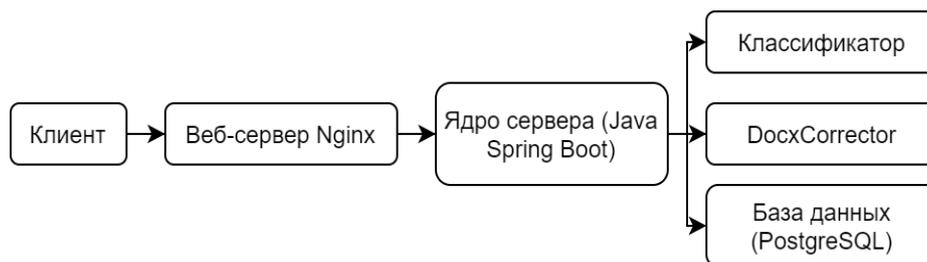


Рис. 2. Схема клиент-серверного приложения

рации по классификации таких элементов, проверке корректности оформления и исправлению ошибок избыточны.

В ходе расширения функциональных возможностей сервиса необходимо учитывать, что решения об исправлении ошибок принимаются на стороне клиента. В силу этого необходимо процесс нормоконтроля декомпозировать на три этапа — определение класса элемента, определение ошибок оформления (по запросу, если пользователь согласен с определенным классом), исправление ошибки для одного или всех представителей этого класса (также по запросу), что снимает необходимость отправки данных на сервер.

### Оптимизация архитектуры приложений и технической архитектуры

Основа разрабатываемого сервиса — клиент-серверный архитектурный стиль. Он позволяет разделять логику сервиса на две части, сторону которая будет находиться у клиента (надстройка в Microsoft Word), и сторону сервера, где реализуется логика классификации элементов, проверки корректности оформления элементов, формирование перечня ошибок оформления для отображения на стороне клиента. Особенности реализации с учетом потребностей технической архитектуры представлены на рисунке 2.

Веб-сервер Nginx используется для распределения запросов от клиента и при необходимости исполняющий роль балансировщика, для реализации описанных ранее функциональных возможностей используются серверы микросервисов и сервер базы данных. Таким образом архитектура поддерживает возможность дальнейшего горизонтального масштабирования.

При проектировании микросервисной архитектуры информационной системы для организации взаимодействия микросервисов использовался подход «API Gateway». Для клиентов API Gateway является единой точкой взаимодействия с микросервисами, обеспечивая перенаправление запросов клиента к конкретному

сервису. В рассматриваемом случае данным интерфейсом выступает модуль, написанный на Java Spring Boot. В рамках микросервисной архитектуры микросервисы не обмениваются сообщениями между собой, т.е. не взаимодействуют напрямую. Это исключает влияние качества обслуживания одного микросервиса на другой. Следует отметить, что даже при отказе одного или нескольких микросервисов другие микросервисы продолжают функционировать (это обеспечивается свойством слабой связанности микросервисов). При этом качество функционирования информационной системы снижается, но отказа всей системы не происходит [7].

На выбор описанных решений повлияли следующие преимущества микросервисного архитектурного стиля:

- ◆ независимость — каждый микросервис может быть развернут на отдельной физической или виртуальной машине, чтобы иметь собственную распределенную архитектуру,
- ◆ масштабируемость — благодаря независимости упрощается как горизонтальное, так и вертикальное масштабирование системы,
- ◆ каждый микросервис может обновляться и обслуживаться независимо,
- ◆ каждый микросервис может быть разработан в соответствии с языком программирования, знакомым команде разработчиков, и затем предоставлять API в соответствии с определенным протоколом (например, REST).

В связи с этим было решено оптимизировать архитектуру сервиса и разделить проверку всего документа на несколько функций проверки отдельных его частей, которые будут доступны пользователю. Нужно отметить, что функция полной проверки по-прежнему подлежит реализации, однако в общем виде она будет представлять из себя последовательный вызов функций классификации, проверки корректности отдельных элементов документа. На рисунке 3 представлена актуализированная обобщенная диаграмма активности процесса проверки форматирования элементов docx-файла.

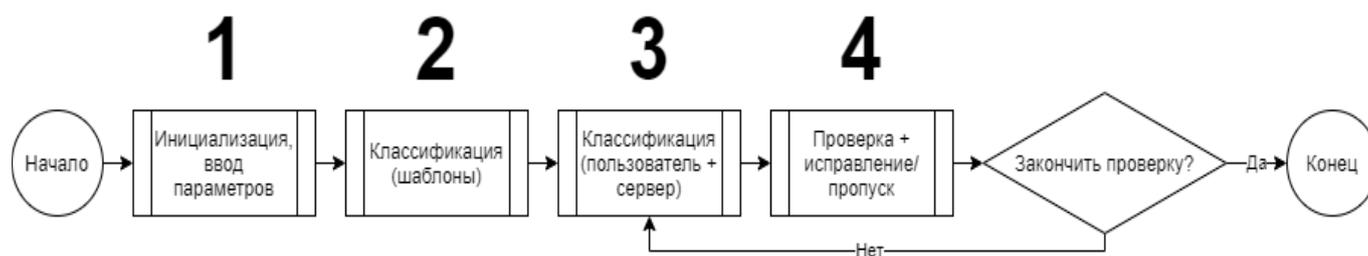


Рис. 3. Проверка и исправление форматирования элементов

Далее рассматриваются этапы, наиболее подвергшиеся изменениям с учетом реализации функции обратной связи от пользователей в контексте соответствия требованиям стандарта TOGAF.

На этапе 2 происходит первичная классификация элементов без использования алгоритмов машинного обучения.

Авторами были определены три группы шаблонов оформления (пресетов):

- ◆ пресеты классов элементов, оформленные с настройками «по умолчанию» средствами Microsoft Word,
- ◆ пресеты, соответствующие корректному оформлению элементов согласно требований ГОСТ 7.32–2017 и ГОСТ 7.0.11–2011,
- ◆ пресеты на основе анализа закономерностей оформления документов конкретным пользователем.

Так, например, в ходе исследования было отмечено, что элемент «обычный абзац» в 24–28% оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2017, а в 6–8% случаев для него применяется стандартное оформление Microsoft Word. В рамках реализации архитектуры приложений пользователю предлагается дальнейшая работа с этими элементами без необходимости классификации средствами машинного обучения, что снижает вычислительную нагрузку на стороне сервера. Точность классификации элементов на основе пресетов достигала в ряде случаев 92 процентов.

На этапе 3 пользователю предоставляется возможность самостоятельно определить класс или предоставить возможность определить класс с помощью классификатора с использованием алгоритмов машинного обучения CatBoost [3].

Наиболее существенные изменения в архитектуре сервиса были связаны с проектированием и реализацией интерактивно-диалогового режима с пользователем (этап 4), что предоставило возможность логирования ответов пользователя, касающихся корректности опре-

деления классов элементов текстовых документов, отображения ошибок оформления, автоматизированного исправления как текущего элемента, так и последующих, имеющих идентичное оформление. Общая схема взаимодействия с пользователем представлена на рисунке 4.

В результате были добавлены следующие возможности, влияющие на общую производительность и эффективность системы:

- ◆ указание вручную класса элемента docx-файла, как в результате классификации элементов, так и на усмотрение пользователя,
- ◆ автоматическое исправление оформления текущего и последующих элементов с идентичным оформлением,
- ◆ игнорирование ошибок оформления на усмотрение пользователя, что, с одной стороны, добавило гибкости системе, с другой — уменьшило количество обращений к серверу повторных вопросов на стороне клиента.

## Заключение

В результате анализа исходной архитектуры сервиса в контексте ее оптимизации в соответствии с положениями методологии TOGAF, предметного рассмотрения уровней архитектуры и последующей реализации разработанных алгоритмов были получены следующие результаты:

- ◆ количество элементов, классифицируемых на сервере, уменьшилось на 64%,
- ◆ точность определения классов элементов увеличилась для некоторых элементов docx-файлов до 92–94%,
- ◆ Результаты взаимодействия пользователя с системой посредством разработанного интерактивно-диалогового режима, позволяют увеличивать набор данных для последующего формирования датасета для переобучения классификатора, а также фиксировать случаи некорректной работы классификатора,
- ◆ реализована возможность автоматизированного исправления ошибок оформления элементов текстовых документов.

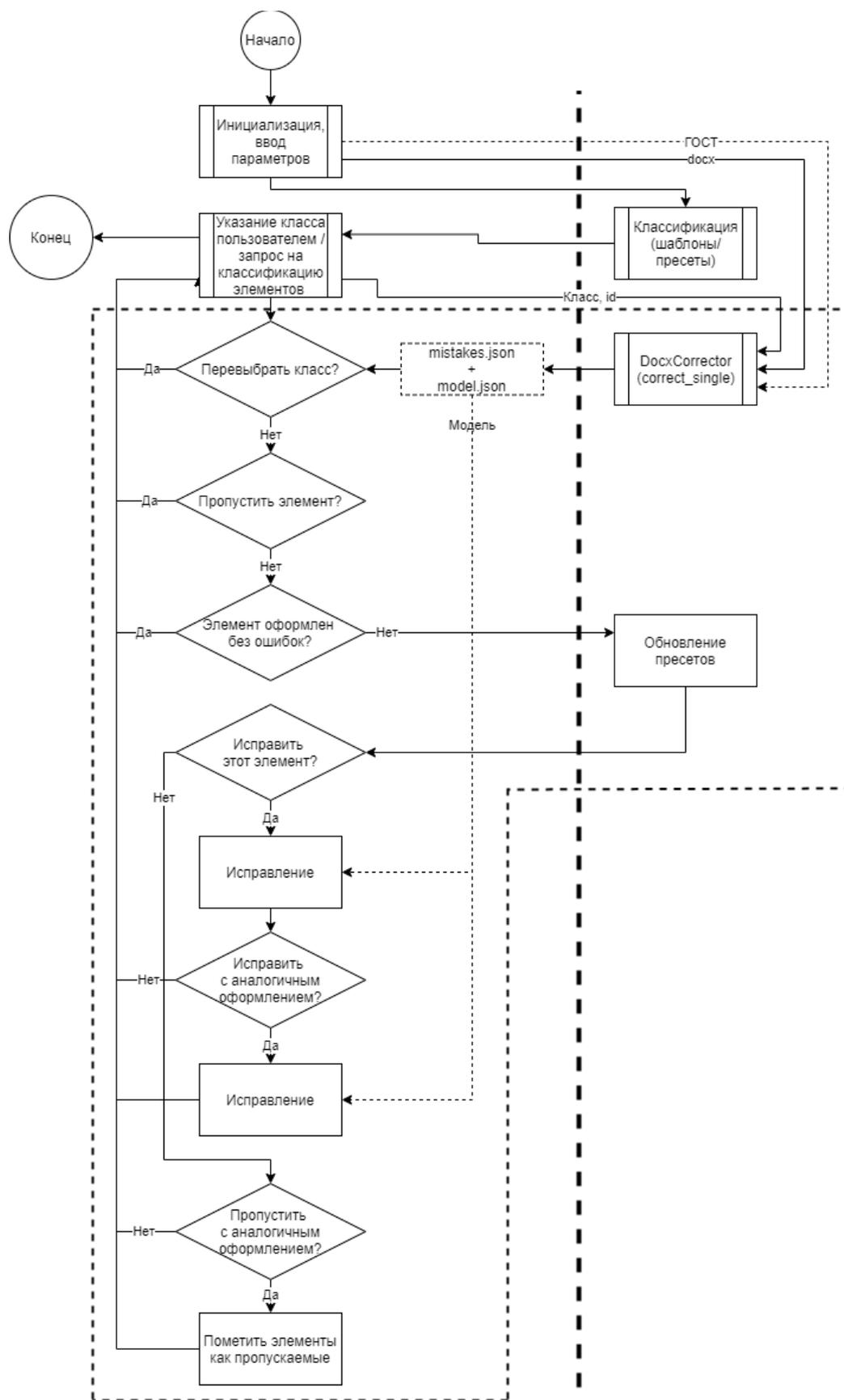


Рис. 4. Проверка и исправление элементов текстовых документов

Положения, рассмотренные в исследовании, соответствуют результатам, полученным в ходе оптимизации существующей архитектуры прототипа сервиса автоматизированного нормоконтроля путем применения прин-

ципов методологии TOGAF. Практическая значимость исследования определяется эмпирическими выводами, полученными в ходе реализации проекта, готового к масштабированию и дальнейшему сопровождению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кунцман А.А. Построение эффективной архитектуры предприятия как необходимое условие адаптации к цифровой экономике // Вопросы инновационной экономики. — 2018. — Том 8. — № 4. — С. 753–770. doi: 10.18334/vines.8.4.39477.
2. Логиновский, О.В. Применение методов архитектурного подхода в развитии информационной системы крупного вуза / О.В. Логиновский, М.И. Нестеров, А.Л. Шестаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2013. — Т. 13. — № 4. — С. 123–128.
3. Nail Nasyrov, Mikhail Komarov, Petr Tartynskikh, Nataliya Gorlushkina. Automated formatting verification technique of paperwork based on the gradient boosting on decision trees // Procedia Computer Science, Volume 178, 2020, pp. 365–374, ISSN1877–0509. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.11.038>.
4. Кобец Е.А., Насыров Н.Ф., Тартынских П.С., Горлушкина Н.Н. Построение объектной модели эталонного текстового документа для сервиса автоматизированного нормоконтроля // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2021. — № 8. С. 57–63. DOI 10.37882/2223–2966.2021.08.14.
5. Гольчевский, Ю.В. Актуальность использования микросервисов при разработке информационных систем / Ю.В. Гольчевский, А.В. Ермоленко // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1: Математика. Механика. Информатика. — 2020. — № 2(35). — С. 25–36.
6. Платонов, Ю.Г. Анализ перспектив перехода информационных систем на сервисно-ориентированную архитектуру / Ю.Г. Платонов // Проблемы информатики. — 2011. — № 4(12). — С. 56–65.
7. Долженко, А.И. Нечеткая продукционная сеть для анализа качества микросервисной архитектуры / А.И. Долженко, И.Ю. Шполянская, С.А. Глушенко // Бизнес-информатика. — 2020. — Т. 14. — № 4. — С. 36–46. — DOI 10.17323/2587–814X.2020.4.36.46.

© Насыров Наиль Фаизович (pasedel@mail.ru), Лушников Даниил Михайлович (MrLushnikov@yandex.ru), Тартынских Петр Сергеевич (tartynskikh.ps@yandex.ru), Березжков Андрей Вячеславович (dead0343@gmail.com).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОГРАММАХ

### FEATURES OF USING VIRTUAL FUNCTIONS IN OBJECT-ORIENTED PROGRAMS

*P. Novikov*

*Summary.* The paper discusses the features of using virtual functions in object-orient programs that a common for different programming languages. Techniques of reducing the source code based on the use of virtual functions overridden in the class inheritance hierarchy were proposed. The situations with virtual functions were studied, when it is possible both to increase of machine time consumptions and to reduce these consumptions.

*Keywords:* virtual functions, override of methods, class inheritance hierarchy, polymorphic objects, static methods.

**Новиков Павел Владимирович**

*К.т.н., доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)  
novikov.mai@mail.ru*

*Аннотация.* В статье рассмотрены особенности использования виртуальных функций в объектно-ориентированных программах, общие для разных языков программирования. Предложены приёмы экономии исходного программного кода, основанные на применении виртуальных функций, переопределённых в иерархии наследования классов. Изучены ситуации с виртуальными функциями, приводящие как к росту затрат машинного времени, так и к уменьшению этих затрат.

*Ключевые слова:* виртуальные функции, переопределение методов, классы в иерархии наследования, полиморфные объекты, статические методы.

**В** настоящей статье продолжается публикация результатов детального изучения автором некоторых отдельных приёмов объектно-ориентированного программирования, начатая в [1]. Эта работа посвящена исследованию различных особенностей использования виртуальных функций, как их называют в C++, (или виртуальных методов, как их называют в других объектно-ориентированных языках, см. [2–6]) с использованием имеющихся в алгоритмических языках возможностей измерения времени работы программы.

Как известно, виртуальная функция, член класса в C++ (или виртуальный метод в других объектно-ориентированных языках) подключаются к объектно-ориентированной программе не на этапе компиляции, а на этапе выполнения [2–5]. Другими словами, все ссылки на виртуальную функцию (виртуальный метод) разрешаются по факту вызова этой функции (этого метода) объектом [5]. Значит то, **какая** из переопределяемых в иерархии классов виртуальных функций (виртуальных методов) будет выбрана зависит от того, **объект какого класса** будет создан. Такой механизм назван «поздним связыванием» (см. [2, 4, 5]). Для реализации позднего связывания адреса виртуальных функций (виртуальных методов) хранятся в создаваемых для каждого класса таблицах виртуальных методов (Virtual Method Table, VMT) по одной для каждого класса. Наиболее интересно использование виртуальных функ-

ций в классах, соединённых в иерархию наследования. При этом важно заметить, что перевод слова *virtual* с английского означает “фактический” (см., например, у Павловской Т.А. в [5]), а не «кажущийся», как порой трактуют. То есть если функция, член класса (или метод), объявлена как *virtual*, то это означает, что фактически именно она (а не функция с тем же именем, но член другого класса) будет вызвана при посылке сообщения объекту этого же класса. При посылке сообщения к объекту непосредственно этой функцией такая ситуация является очевидной, но более интересна ситуация, когда сообщение к объекту выполняется с помощью другой функции, в теле которой вызывается эта виртуальная функция.

С прикладной точки зрения интересно рассмотреть следующие особенности использования виртуальных функций (виртуальных методов), не слишком строго и подробно изученные ранее. Это, прежде всего, приёмы и способы для экономии исходного кода объектно-ориентированных программ, упомянутые в [3] и весьма полно представленные в [6]. Затем проблема увеличения времени вычислений [5], а также и совсем небезынтересный нюанс, связанный с уменьшением (!) затрат на вычисления при определённых условиях.

*Экономия исходного кода объектно-ориентированной программы при использовании виртуальных функций, переопределённых в иерархии наследова-*

ния классов, позволяющая правильно использовать те унаследованные методы (функции, члены класса), которые вызывают эти переопределённые виртуальные функции.

Ниже рассмотрены фрагменты программ, иллюстрирующие эту экономию. Пример: Рассмотрим простейшую иерархию классов «Точка»-«Окружность» для работы с графическими объектами на экране. Класс Point описывает объекты-точки с защищёнными полями — экранными координатами X и Y. Доступ к полям данных осуществляется с помощью открытых методов-акцессоров GetX, GetY, PutX(...) и PutY(...). Метод Draw изображает объект-точку на экране, а метод Mask прячет объект-точку, рисуя её цветом фона. Метод Move(dX, dY) класса Point выполняет сдвиг объекта-точки, спрятав его методом Hide, увеличив координаты X и Y на dX и dY, соответственно, а затем изобразив объект-точку на новом месте с помощью метода Draw.

#### Пример 1. Объявление класса Point

```
class Point
{protected: int X;
 int Y;
public: Point(int, int);
 int GetX(), GetY();
 void PutX(int), PutY(int);
 void Draw ();
 void Mask ();
 void Move(int, int);};
```

Класс Circle, наследник класса Point, с полями — экранными координатами центра окружности X и Y, унаследованными от класса Point, а также с открытым полем R — радиусом окружности. Открытые методы-акцессоры GetX, GetY, PutX(...) и PutY(...) наследуются от класса Point. Метод Draw изображает объект-окружность на экране, а метод Mask прячет объект-окружность, рисуя её цветом фона. Метод Move(dX, dY) осуществляет сдвиг объекта-окружности на величину dX по оси X и на величину dY по оси Y. Методы Draw, Mask и Move класса Circle переопределяют одноимённые методы класса Point. Метод Move(int dX, int dY) класса Circle выполняет сдвиг объекта-окружности, скрыв его методом Mask, увеличив координаты X и Y на dX и dY, соответственно, а затем изобразив объект-окружность на новом месте с помощью метода Draw.

#### Пример 2. Объявление класса Circle

```
class Circle: public Point //класс Circle — наследник
класса Point
{public: int R;
 Circle(int, int, int);
```

```
void Draw (); // переопределение унаследованного
метода Draw
void Mask (); // переопределение унаследованного
метода Mask
void Move(int, int); // переопределение унаследо-
ванного метода Move
```

Очевидно, что код метода Move класса Point и код метода Move класса Circle совпадают. Отличие только в том, какому классу метод (функция, член класса) принадлежит. Определения методов это подтверждают:

#### Пример 3. Определение методов Point:: Move(...) и Circle:: Move(...)

```
void Point:: Move(int dX, int dY) {Mask ();
PutX(GetX() + dX);
PutY(GetY() + dY);
Draw ();}
void Circle:: Move(int dX, int dY) {Mask ();
PutX(GetX() + dX);
PutY(GetY() + dY);
Draw ();}
```

Несмотря на то, что код обоих методов одинаковый, класс Circle не может унаследовать метод Move у класса Point, чтобы вызывать этот метод объектами класса Circle (посылать сообщения с этим методом к объектам класса Circle), так как в теле методов Move вызываются методы Draw и Mask, имеющие одинаковое объявление, но разное определение в разных классах. Фрагмент с объектами:

#### Пример 4. Фрагмент основной программы с объектами классов Point и Circle

```
int main()
{Point P(300,200); // создание объекта P класса
Point
P. Draw(); // вызов объектом P метода Draw класса
Point
getchar(); P. Move(100,50); // вызов метода Move
класса Point, сдвиг объекта P
getchar(); Circle C(295,100,70); // создание объекта
C класса Circle
C. Draw (); // вызов переопределённого метода
Draw класса Circle
getchar(); C. Move(40,30); // вызов переопределённо-
го метода Move класса Circle
// объект C класса Circle будет правильно пере-
двинут
getchar(); return 0;};
```

Если же метод Move будет унаследован от класса Point, то объявление класса Circle будет выглядеть так:

### Пример 5. Объявление класса Circle без переопределения метода Move

```
class Circle: public Point //класс Circle — наследник
класса Point
{public: int R;
Circle(int, int, int);
void Draw (); // переопределение унаследованного
метода Draw
void Mask ();}; // переопределение унаследованного
метода Mask
```

В этом случае обращение к объекту C с сообщением Move(...) в Примере 4:

```
C. Move(40,30);
```

не приведёт к смещению объекта C на новое место, а приведёт к появлению новой точки там, где должен был находиться центр сдвинутого объекта-окружности. То есть правильно использовать унаследованный метод Move в этом случае нельзя. Это происходит потому, что при вызове метода Move объектом C вызываются методы Draw и Mask класса Point, а не класса Circle.

Правильное использование унаследованного метода Move объектом класса Circle так, чтобы унаследованный метод Move обращался к методам Draw и Mask класса Circle, возможно, если в иерархии классов Point — Circle методы Draw и Mask объявить виртуальными (virtual):

### Пример 6. Объявления классов Point и Circle с виртуальными функциями на C++

```
class Point //объявление класса Point
{protected: int X;
int Y;
public: Point(int, int);
int GetX(), GetY();
void PutX(int), PutY(int);
virtual void Draw (); // виртуальный метод Draw
(виртуальная функция)
virtual void Mask (); // виртуальный метод Mask
(виртуальная функция)
void Move(int, int);};
class Circle: public Point //класс Circle — наследник
Point
{public:
int R;
Circle(int, int, int);
void Draw(); // переопределённый виртуальный ме-
тод Draw
void Mask ();}; // переопределённый виртуальный
метод Mask
```

В этом случае объект C класса Circle в Примере 4 вызывает метод Move, унаследованный от класса Point, но при этом сам метод Move вызывает методы Draw и Mask из класса Circle, фактически относящиеся к этому объекту C.

Фрагменты программ в Примерах 1–6 написаны на языке C++. На этом языке программирования достаточно один раз объявить виртуальной (virtual) функцию, член класса, чтобы во всех классах этой иерархии функции, переопределяющие эту функцию, также стали бы виртуальными.

Важно заметить, что показанный приём экономии программного кода с помощью виртуальных функций возможен не только для программ на C++, но и для программ на тех объектно-ориентированных языках, которые поддерживают наследование классов, переопределение методов и виртуальные функции [6]. В то же время неважно, как именно работают методы, выполняющие изображение объекта. На текст метода Move это не влияет. При этом доля сэкономленного исходного кода увеличивается при увеличении количества классов в иерархии наследования. Разумеется, экономия кода может быть не только при программировании сдвига графического объекта. Кроме методов, выполняющих повороты графических объектов относительно разных осей координат, а также деформацию объектов относительно тех же осей, можно осуществить экономию исходного программного кода для совершенно иных ситуаций. Однако это требует определённого опыта, умения и навыка в объектно-ориентированном программировании.

Возможно и иначе экономить исходный объектно-ориентированный код [6].

*Экономия исходного кода объектно-ориентированной программы за счёт использования виртуальных функций с полиморфными объектами — экземплярами классов, объединённых в иерархию наследования.*

Как известно, полиморфным объектом называют объект, меняющий свой тип во время работы программы. То есть, непосредственно при функционировании объектно-ориентированной программы полиморфный объект становится экземпляром то одного, то другого класса.

При использовании полиморфных объектов возможно создавать единый код для объектов разных классов, тем самым экономя объём исходного кода программ.

Полиморфные объекты в языках C++ и Object Pascal создаются с помощью указателей [6]. В таких языках как

Java и C# все объекты являются полиморфными. Указатели в этом случае не используются.

Если взять за основу объявления классов Point и Circle в Примере 6, то для иллюстрации нового приёма следует оставить почти весь код этих классов, удалив только объявление метода Move из класса Point. Вместо этого к тексту программы следует добавить самостоятельную функцию Move (не член класса):

**Пример 7. Функция Move (не член класса),  
аналог метода Move**

```
void Move(int dX, int dY, Point *pF) {pF-> Mask();
pF-> PutX(pF->GetX()+dX);
pF-> PutY(pF->GetY()+dY);
pF-> Draw();};
```

У функции Move, не два, а три входных аргумента:

```
void Move(int, int, Point*);
```

Третий аргумент — указатель на класс Point. При вызове функции Move вместо указателя на класс Point можно подставить указатель на объект класса Point или на объект класса Circle. Продолжив иерархию наследования, можно подставить на место третьего аргумента указатель на экземпляр любого класса из этой иерархии.

Текст функции Move из Примера 7 аналогичен тексту метода Move класса Point из Примера 3. Функция Move выполняет те же действия, что и метод Move, причём при тех же условиях. Объекты классов Point и Circle движутся правильно, если методы Draw и Mask объявлены виртуальными. Иначе объект C класса Circle не будет двигаться правильно. Полиморфные объекты показаны в Примере 8.

**Пример 8. Работа с полиморфными аргументами  
и полиморфными объектами**

```
int main() {Point *pF; // объявление указателя
на класс Point
Point P(1, 2); P. Draw(); // объект P класса Point соз-
дан и изображён
Circle C(3, 4, 40); C. Draw(); //объект C класса Circle
создан и изображён
getchar(); Move(3, 4, &P); // сдвиг точки P
getchar(); Move(5, 6, &C); // сдвиг окружности C
getchar(); pF=&P; // полиморфный указатель
Move(7, 8, pF); // сдвиг точки P
getchar(); pF=&C; // полиморфный указатель
Move(9, 10, pF); // сдвиг окружности C
getchar(); return 0;}
```

Перемещение полиморфного объекта осуществляется правильно, если методы Draw и Mask в классах виртуальны, как показано в Примере 6. Если же эти методы не виртуальны, то полиморфный объект в Примере 8 будет двигаться неправильно. Отсутствие виртуальности делает невозможной такую экономию исходного кода.

Аналогичное использование полиморфных объектов вместе с виртуальными функциями для экономии исходного кода может иметь место быть, если функцию Move с полиморфным аргументом сделать методом класса Point (функцией, членом класса Point), определение которого выглядит так:

```
void Point:: Move(int dX, int dY, Point *pF) {pF->Mask();
pF->PutX(pF->GetX()+dX);
pF->PutY(pF->GetY()+dY);
pF->Draw();};
```

Тогда работа с полиморфным объектом осуществляется следующим образом:

**Пример 9. Полиморфные объекты  
и полиморфные аргументы  
метода Move**

```
int main() {Point *pF; // объявление указателя
на класс Point
Point P(1, 2); P. Draw(); // объект P класса Point соз-
дан и изображён
Circle C(3, 4, 40); C. Draw() //объект C класса Circle
создан и изображён
P. Move(3, 4, &P); // сдвиг точки P
getchar(); C. Move(5, 6, &C); // сдвиг окружности C
getchar(); pF=&P; // полиморфный указатель
P. Move(7, 8, pF); // сдвиг точки P
getchar(); pF=&C; // полиморфный указатель
C. Move(9, 10, pF); // сдвиг окружности C
getchar(); return 0;}
```

Как было сказано выше, объекты классов Point и Circle движутся правильно, если методы Draw и Mask объявлены виртуальными. Иначе объект C класса Circle не будет двигаться правильно. Тот же эффект от виртуальности может быть, если метод Move объявить в классе Point как статический (static):

**Пример 10. Объявление статического метода  
(статической функции, члена класса)**

```
class Point {... static void Move (int, int, Point*); ...};
```

Этот частный случай очень важен с точки зрения реализации представленных приёмов программиро-

вания на других объектно-ориентированных языках. На языке Object Pascal удобно создать самостоятельную процедуру Move (не метода) с полиморфным аргументом, аналогичную рассмотренной выше самостоятельной функции Move на C++. Но на чисто объектно-ориентированных языках Java и C# нет самостоятельных функций, только методы классов. В качестве аналогов самостоятельных процедур и функций можно использовать типичные для Java и C# статические методы с полиморфными аргументами.

*Увеличение затрат машинного времени при работе с виртуальными функциями, связанное с компиляцией и подключением виртуальных функций в процессе выполнения объектно-ориентированных программ*

Вызов виртуального метода (виртуальной функции, члена класса в C++) выполняется опосредовано через таблицу виртуальных методов, что, как известно, замедляет выполнение программы [5]. Это можно проверить экспериментально, используя имеющиеся в языках программирования возможности по измерению времени работы программы. В языке C++ библиотека time.h содержит известную функцию clock(), которая возвращает текущее время, измеряемое в машинных тиках. Несмотря на то, что компьютер выполняет миллионы операций в секунду, пользователю доступна гораздо более низкая точность вычислений. Минимальный интервал времени между двумя моментами вычислений на компьютере есть так называемый **тик**, описанный в [7] на стр.302. Всего происходит 91 тик за 5 секунд.

Максимальная частота, доступная измерению функцией clock(), задана константой CLK\_TCK из библиотеки time.h и равна CLK\_TCK = 18,2 Гц. То есть время одного тика точно 0,054945 с, а округлённо 0,054945 секунд. Это очень низкая точность. Неопытные программисты порой имеют ошибочное представление о точности вычисления времени, так как некоторые функции возвращают время не в тиках, а в секундах, с точностью до 10<sup>-6</sup>. Отсюда мнение о минимальном интервале времени 10<sup>-6</sup> с. Но ненулевые значения текущего времени в секундах в шестом разряде после десятичной запятой имеются потому, что 5 не делится нацело на 91 и 91 не кратно 5-и. Чтобы измерить расход машинного времени на вычисление фрагмента программы, следует вычестить из времени, измеренного в конце исследуемого фрагмента программы, время, измеренное в начале исследуемого фрагмента программы. Но если этот интервал времени меньше времени одного тика, то окажется, что этот интервал равен нулю. Чтобы повысить точность измерения времени, следует применить способ, известный со времён первых компьютеров. Фрагмент программы, время выполнения которого требует-

ся измерить, заключают в цикл с большим количеством повторов, чтобы разность между временем конца работы фрагмента и временем начала стала больше нуля. Полученное значение следует поделить на количество шагов цикла, что и будет искомым числом. Для расчёта затрат машинного времени намеренно взят не самый мощный компьютер: Intel® Celeron® M processor 1.60 GHz. Язык программирования Borland C++ 3.1:

**Пример 11. Вычисление времени выполнения тестового фрагмента программы.**

```
class A {private: long double a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m,
n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, A1, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M,
N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z;
public: A(long double xx){a=b=c=d=e=f=g=h=i=j=k=l=
m=n=o=p=q=r=s=t=u=v=w=x=
y=z=A1=B=C=D=E=F=G=H=I=J=K=L=M=N=O=P=Q=
R=S=T=U=V=W=X=Y=Z=xx;;
    virtual // подключение или снятие виртуальности с методов
    void pa(long double), pb(long double), pc(long double), pd(long double),
    /* и так далее, всего 52 объявления простейших методов */
    pW(long double), pX(long double), pY(long double), pZ(long double);};
    void A:: pa(long double xx) {a=xx;}; void A:: pb(long double xx) {b=xx;};
    /* и так далее, всего 52 определения простейших методов */
    void A:: pY(long double xx) {Y=xx;}; void A:: pZ(long double xx) {Z=xx;};
    void main() {A a1(1); unsigned long i;
    cout<<endl<<" wait non virtual..."<<endl;
    clock_t start=clock();
    for (i=0; i<42949672; i++)
    {a1.pa(1); a1.pb(2); a1.pc(3); a1.pd(4); a1.pe(5); a1.pf(6);
a1.pg(7); a1.ph(8);
    /* и так далее, всего 52 вызова объектом a1 созданных в классе A методов */
    a1.pT(46); a1.pU(47); a1.pV(48); a1.pW(49); a1.pX(50);
a1.pY(51); a1.pZ(52);}
    clock_t end=clock();
    cout<<"start_tick=          "<<start<<"          end_tick=
"<<endl;
    cout<<" delta="<<end-start<<" non virtual time:
"<<(end-start)/CLK_TCK<<endl;
    getch();}
```

**Пример 12. Результаты вычисления времени выполнения с виртуальностью и без.**

```
wait virtual...
start_tick= 0 end_tick= 1960
```

```
delta=1960 virtual time: 107.692308
wait non virtual...
start_tick= 0 end_tick= 1957
delta=1957 non virtual time: 107.527473
```

В этом примере отсутствует время вычисления за один шаг цикла, так как для сравнения достаточно знать лишь относительное время вычисления. Поэтому удобнее сравнивать время непосредственно в тиках. Из Примера 12 видно, что виртуальные функции при вызове их программой затрачивают немного больше времени, чем такие же функции, но не виртуальные. Разница весьма мала, но она устойчиво проявляется в таких же запусках других программ. Количественная величина этой разницы не столь важна — важен факт её наличия.

*Снижение затрат машинного времени при работе с виртуальными функциями может происходить тогда, когда виртуальные методы (функции, члены класса), объявленные и определённые в классе, но не вызванные в объектно-ориентированной программе не будут даже откомпилированы (фактически не существуют в программе). В отличие от этого не виртуальные функции, объявленные в классе, будут обязательно откомпилированы и подключены к объектно-ориентированной программе, даже если ни разу не будут вызваны во время выполнения этой программы.*

У объектно-ориентированных программ есть важное отличие от программ на императивных языках, состоящее в том, что при создании классов в них могут быть объявлены и определены методы, которые не будут вызваны при работе основной программы. Такое не считается ошибкой, так как класс, воплощающий принцип модульности программ, может быть перенесён из одной программы в другую, будучи создан для использования в разных программах. В то же время при создании программ на императивных языках обычно не создают функции, нигде в программе не используемые. Любая функция, присутствующая в программе, будет обязательно откомпилирована вместе с программой, даже если это и не нужно. Далее в примере для усиления обнаруженного эффекта взята иерархия простых классов с большим количеством методов-аксессоров:

### Пример 13. Вычисление времени выполнения другого тестового фрагмента.

```
class A{protected: long double a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l,
m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z;
public: A(long double xx)
{a=b=c=d=e=f=g=h=i=j=k=l=m=n=o=p=q=r=s=t=u=
v=w=x=y=z=xx};
```

```
// virtual // подключение или снятие виртуальности с методов
void pa(long double), pb(long double), pc(long double), pd(long double),
/* и так далее, всего 26 объявлений простейших методов */... pz(long double);
// virtual // подключение или снятие виртуальности с методов
long double ga(), gb(), gc(), gd(), ge(), gf(), gg(), gh(), gi(), gj(), gk(), gl(), gm(), gn(), go(), gp(), gq(), gr(), gs(), gt(), gu(), gv(), gw(), gx(), gy(), gz());;
class B: A
{private: long double A1, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z;
public: B(): A(1){A1=B=C=D=E=F=G=H=I=J=K=L=M=N=O=P=Q=R=S=T=U=V=W=X=Y=Z=a=b=c=d=e=f=g=h=i=j=k=l=m=n=o=p=q=r=s=t=u=v=w=x=y=z=1};
// virtual // подключение или снятие виртуальности с методов
void pA(long double), pB(long double), pC(long double), pD(long double),
/* и так далее, всего 26 объявлений простейших методов */ ... pZ(long double);
// virtual // подключение или снятие виртуальности с методов
long double gA(), gB(), gC(), gD(), gE(), gF(), gG(), gH(), gI(), gJ(), gK(), gL(), gM(), gN(), gO(), gP(), gQ(), gR(), gS(), gT(), gU(), gV(), gW(), gX(), gY(), gZ());;
void A:: pa(long double xx) {a=xx}; void A:: pb(long double xx) {b=xx};
/* и так далее, всего 52 определения простейших методов */
long double A:: gy(){return y}; long double A:: gz(){return z};
void B:: pA(long double xx) {A1=xx}; void B:: pB(long double xx) {B=xx};
/* и так далее, всего 52 определения простейших методов */
long double B:: gY(){return Y}; long double B:: gZ(){return Z};
void main() {A a1(0); B b1; unsigned long i; cout<<endl<<" wait non virtual..."; clock_t start=clock(); for(i=0; i<429496729; i++) {a1.pa(4294967295); b1.pB(4294967295); clock_t end=clock(); cout<<"start_tick= "<<start<<" end_tick="<<end<<endl; cout<<" delta="<<end-start<<" non virtual time: "<<(end-start)/CLK_TCK<<endl;}
```

### Пример 14. Результаты вычисления времени выполнения с виртуальностью и без.

```
wait virtual... start_tick= 0 end_tick= 783
delta=783 virtual time: 43.021978
wait non virtual... start_tick= 0 end_tick= 838
delta=838 non virtual time: 46.043956
```

Из результатов видно, что **даже на этапе выполнения** откомпилированные, но нигде не используемые не виртуальные функции, члены класса (методы), могут дополнительно занимать вычислительные ресурсы компьютера, в отличие от нигде не использованных виртуальных функций, которых в этом случае как бы нет.

Эта особенность работы виртуальных функций известна разработчикам языков программирования. В чисто объектно-ориентированном языке Java все методы по умолчанию виртуальные (см. [2, 8]). Также виртуальными по умолчанию являются методы в гибридном языке PascalABC [9]. Фактически Java и PascalABC — интерпретируемые языки, для которых машинное время на трансляцию программы больше чем время на компиляцию аналогичного кода, например, в C++.

В целом с точки зрения экономии вычислительных затрат на тех языках, где программист может сам назначать виртуальность у функции или у метода (C++, C#, Delphi, Turbo Pascal и т.п.), можно предложить следующие две рекомендации.

1. Если создаётся программа, классы в которой не предназначены к использованию в других программах, то следует избегать того, чтобы назначать виртуальность методам, если того не требуют, например, соображения экономии исходного кода, изложенные выше (не следует назначать виртуальность с самого начала подряд всем методам). Но важно помнить: программа, верно работающая с виртуальными методами, может начать работать неверно, если эту виртуальность отменить.
2. Если пользовательский класс создаётся как библиотечный, когда предполагается широкое использование методов этого класса в разных прикладных программах, то разумно назначить виртуальность всем его функциям (методам), за исключением конструкторов. В этом случае сначала надо объявить виртуальными функции (методы), необходимые для экономии вычислительных затрат, упростив программу, как в (1). Затем, когда все методы уже отлажены, можно объявить виртуальными уже все остальные методы, за исключением конструкторов. При таком порядке не виртуальные методы, став новыми виртуальными, не повлияют на результат работы программы (хотя и повлияют на вычислительный процесс).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков П.В. Увеличение объёма используемой оперативной памяти компьютера при наследовании классов в объектно-ориентированном программировании // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». 2018. № 6, С. 116–122.
2. Бадд Т. «Объектно-ориентированное программирование в действии». — СПб, Питер, 1997. — 464 с.
3. Епанешников А.М., Епанешников В.А. Программирование в среде Turbo Pascal 7.0. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2014. — 367 с.
4. Березин Б.И., Березин С.Б. Начальный курс С и С++. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. — 288 с.
5. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня. — СПб.: Питер, 2007. — 432 с.
6. Новиков П.В. «Объектно-ориентированное программирование». Учебное пособие. — М.: Издательство МАИ, 2019. — 124 с.
7. Сафронов И.К. Бэйсик в задачах и примерах. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб, БХВ-Петербург, 2006. — 320 с.
8. Гослинг Дж., Арнольд К. «Язык программирования Java». — СПб: Питер, 1997, 304 с.
9. Долинер Л.И. Основы программирования в среде PascalABC.NET — Екатеринбург: Издательство «Уральский федеральный университет», 2014. — 128 с.

© Новиков Павел Владимирович (novikov.mai@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223–2966.2021.10.21

# НЕЙРОННЫЕ СВЕРТОЧНЫЕ СЕТИ, КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ РАСПОЗНАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

## NEURAL CONVOLUTIONAL NETWORKS AS A UNIVERSAL TOOL FOR RECOGNIZING GRAPHIC OBJECTS

**M. Rudenko  
Yu. Golodkov  
A. Golodkova**

*Summary.* The article discusses the fundamental methods of the most actively developing and widely demanded area of information technology associated with the identification and recognition of graphic images from static images, as well as video.

*Keywords:* machine intelligence, personality identification, neural convolutional networks, verification.

**Руденко Максим Борисович**

*К.т.н., профессор, Восточно-Сибирский институт  
МВД России, г. Иркутск  
rudenko@inbox.ru*

**Голодков Юрий Эдуардович**

*К.т.н., доцент, Иркутский национальный  
исследовательский технический университет  
yrg27@mail.ru*

**Голодкова Александра Валерьевна**

*Старший преподаватель, Иркутский  
национальный исследовательский технический  
университет  
alex17–27@mail.ru*

*Аннотация.* В статье рассматриваются основополагающие методы наиболее активно развивающегося и широко востребованного направления информационных технологий, связанного с выявлением и распознаванием графических образов со статических изображений, а также видеоряда.

*Ключевые слова:* машинный интеллект, идентификация личности, нейронные сверточные сети, верификация.

**З**а последние десятилетия системы распознавания графических образов активно совершенствуются, благодаря повышению не только быстродействия вычислительной техники, но и развитию научной мысли и технологий по обработке графической информации [1–3]. Разработчики программного обеспечения реализуют новые подходы и методы для повышения эффективности, точности, быстродействия систем по распознаванию графических образов [4,5].

Как правило, задача идентификации личности сводится к сравнению вектора признаков. Для сравнения могут использоваться векторы признаков, полученные от графического образа конституции тела человека (телосложения), его походки, отпечатков пальцев, ладони и ее формы, радужки глаз и т.п. То есть для идентификации человека сравнению подвергаются не его изображения как таковые, а выделенные признаки, характеризующие эти изображения и интерпретируемые на машинном уровне.

Для случая идентификации человека по отпечаткам пальцев рук, ладони, радужке глаз и т.п. не поднимается вопрос о проверке условия наличия исходного графического объекта на изображении, так как это изображение не выявляется в потоке графических данных,

а получено (выделено) специалистами. Поэтому, для существующего изображения определяют вектор признаков и совершают верификацию с вектором признаков изображений, хранящихся в базе данных. Таким образом, реализуется процесс идентификации личности.

При работе с потоком видеoinформации идентификация человека по изображению лица, силуэту, походке осуществляется после того, как будет установлено наличие необходимого графического объекта на изображении. То есть по видеоряду изображений сначала осуществляется обнаружение и выделение необходимого графического объекта, а затем выделяется необходимый вектор признаков для идентификации личности.

Работы по обнаружению лица человека на графическом изображении проводились еще в 70-х годах прошлого столетия. Хороший результат был получен при использовании признаков Хаара. Признаки Хаара — признаки цифрового изображения, которые эффективно использовались в распознавании образов в первом детекторе лиц, работающем в режиме реального времени. Своим названием они обязаны сходством с вейвлетами Хаара. Признаки или примитивы (маски) Хаара представляют собой прямоугольники с областями черного и белого цветов (рис. 1).

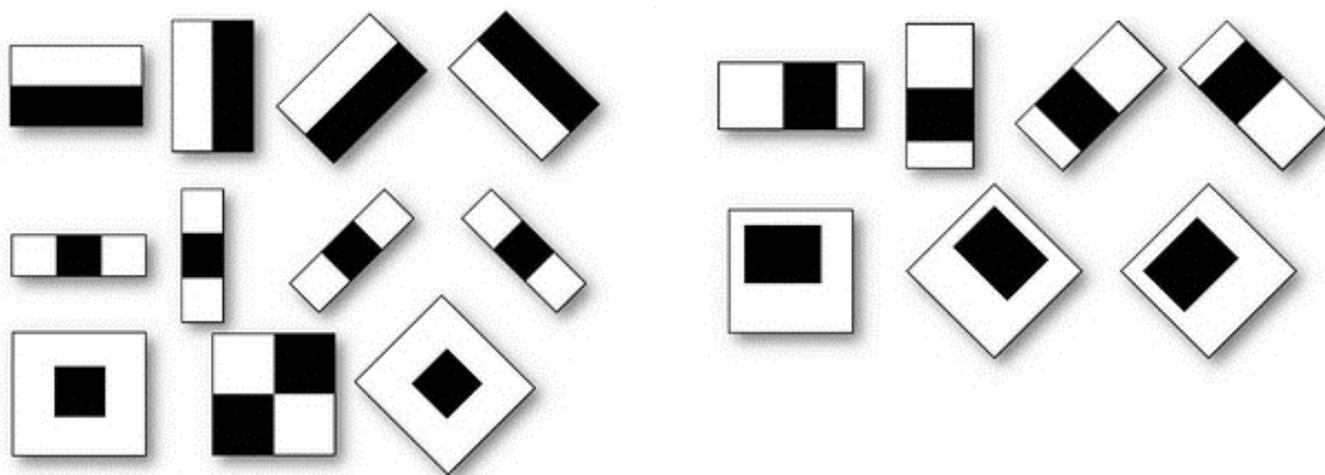


Рис. 1. Примеры примитивов (масок) Хаара

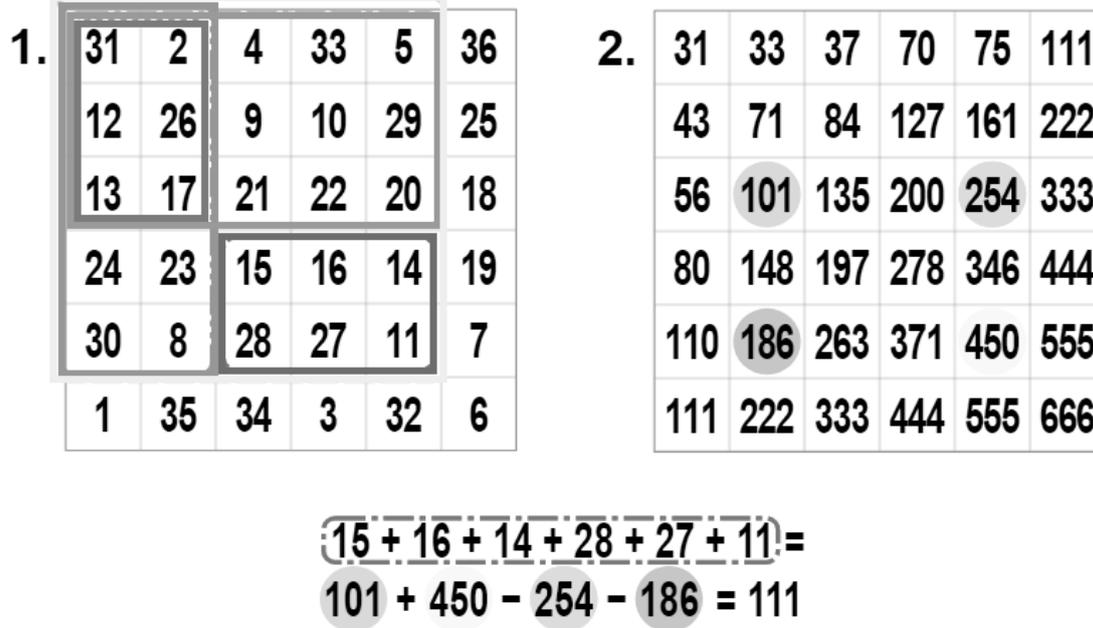


Рис. 2. Пример приведения матрицы чисел к интегральному виду

При наложении примитивов на черно-белое изображение можно выявить наличие и местоположение лица человека на нем. Размеры и местоположение примитивов при наложении на изображение последовательно меняются. Например, при рассмотрении лица человека в черно-белом формате можно отметить, что области глаз человека, ямки на щеках и подбородке, ноздри будут выглядеть более темными, чем лоб, щеки, кончик носа и подбородок. Совпадение темных и светлых областей с изображением позволяет выявить наличие искомого графического объекта на изображении.

Быстродействие алгоритма достигается переводом матрицы яркости черно-белого изображения в интегральную форму, что позволяет сократить время работы алгоритма (рис. 2).

Приведение значения яркости матрицы черно-белого изображения в интегральную форму способствует переходу к более крупным формам отображения графической информации, определением среднего значения яркости этих форм, а также уменьшению количества дальнейших вычислений.

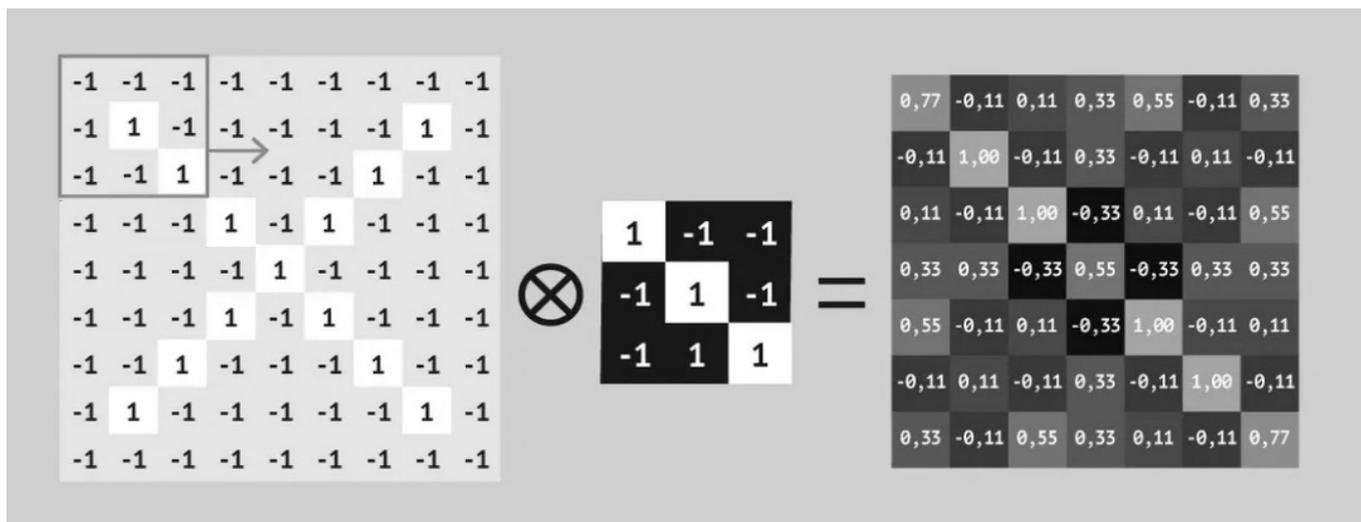


Рис. 3. Пример свертки изображения с использованием диагональной маски Хаара

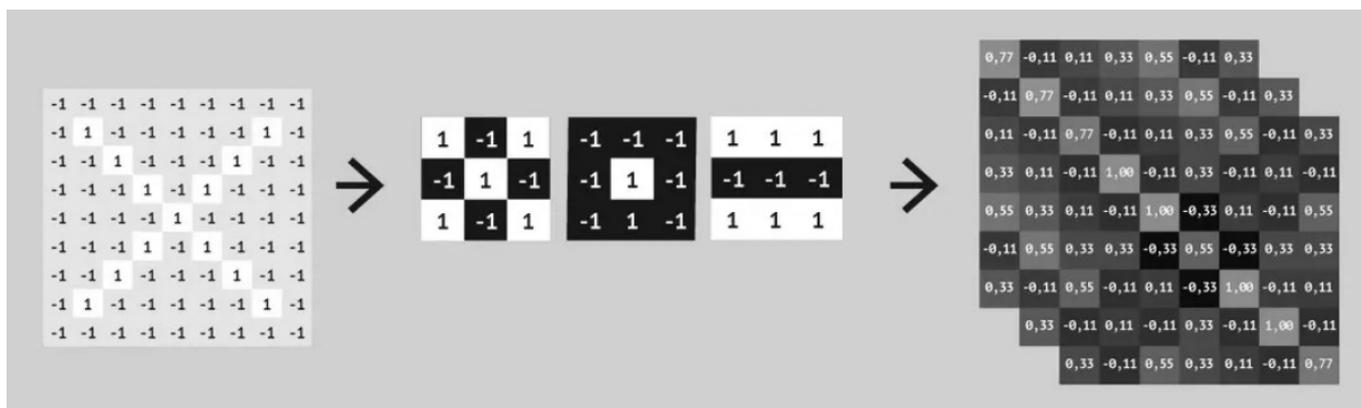


Рис. 4. Пример создания карт признаков для использования в сверточной нейросети

На рис. 2 можно видеть, каким образом осуществляется интегральное преобразование со значениями матрицы чисел. Аналогичным образом выполняются действия со значениями матрицы яркости черно-белого изображения. Для определения среднего значения яркости выделенного прямоугольника остается выполнить операции всего с четырьмя числами.

В 2001 году свой подход для решения задач идентификации человека по изображению лица предложили Пол Виола и Майкл Джонс. Их подход заключался в использовании метода каскадного бустинга (Ada Boost) при работе с набором примитивов. При каскадном бустинге изображение образа подвергается свертке с использованием масок Хаара [6,7] (рис. 3,4).

Метод каскадного бустинга используется, как при обучении системы по распознаванию образов на су-

ществующих примерах (например, лица человека), так и при идентификации личности на изображении.

При обучении системы нейронная сеть определяет, какие паттерны являются более «сильными», наиболее часто применяются системой при опознании образов, имеют больший вес в системе, а какие — меньший.

Задача алгоритма AdaBoost — выбрать те примитивы, которые наиболее эффективно выделяют данный объект.

На основе таких классификаторов с отобранными наиболее эффективными примитивами строится каскад (рис. 5,6). Каждый последующий элемент каскада имеет более жесткие условия успешного прохождения, чем предыдущий (используется больше примитивов), тем самым до конца доходят только самые «правильные».

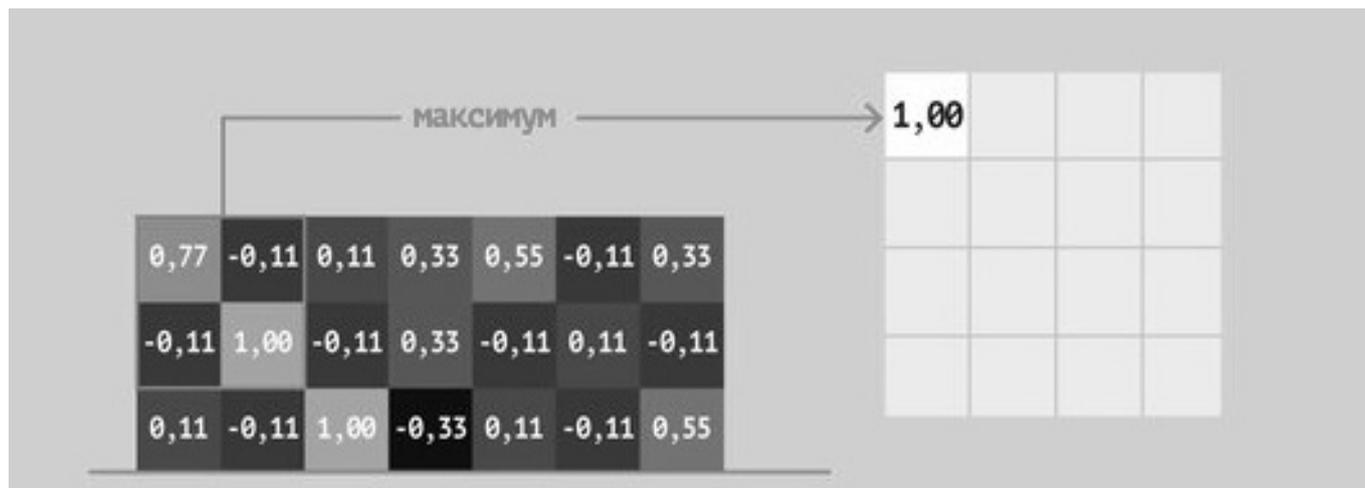


Рис. 5. Пример уменьшения размеров карт

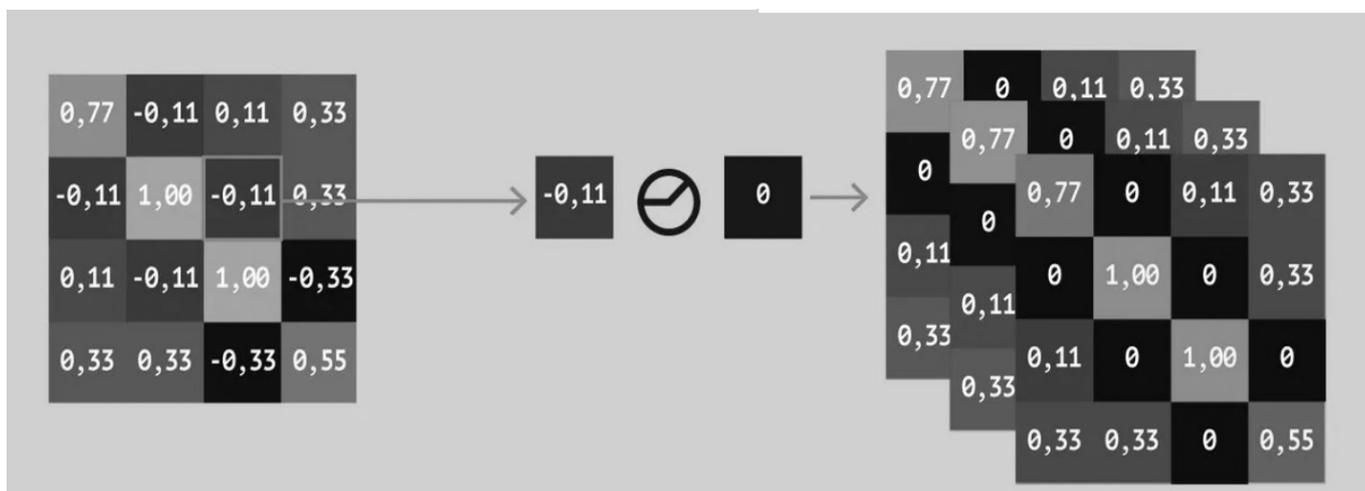


Рис. 6. Пример приведения значений матрицы только к положительным значениям

Влияние масок на точность системы распознавания образов настраивается программно через весовые коэффициенты передачи сигналов между уровнями нейронной сети. Большое значение имеет настройка весовых коэффициентов для «слабых» паттернов, которые вносят свой вклад в уточнение распознавания образов.

Таким образом, использование каскадов AdaBoost для получения свертки изображения оказывает усиливающий эффект на точность работы нейронной сверточной сети по идентификации человека по его изображению.

Свертка изображения также позволяет выделить необходимый вектор признаков и сократить время обработки графической информации.

Последующая идентификация человека по его графическому образу (изображению лица, фигуры, походке, форме и отпечатков ладони, пальцев рук, радужки глаз) сводится к реализации процесса верификации, то есть сравнении вектора признаков, полученных системой с выделенного графического образа (рис. 7) с признаками вектора образа человека, хранящегося в базе данных.

Подходы в распознавании графических образов человека можно рассматривать как универсальные (существуют и специализированные методы) и во многом определяются способностью системы самонастраиваться по имеющимся примерам графических изображений.

Таким образом, работа систем распознавания графических образов может быть направлена на решение

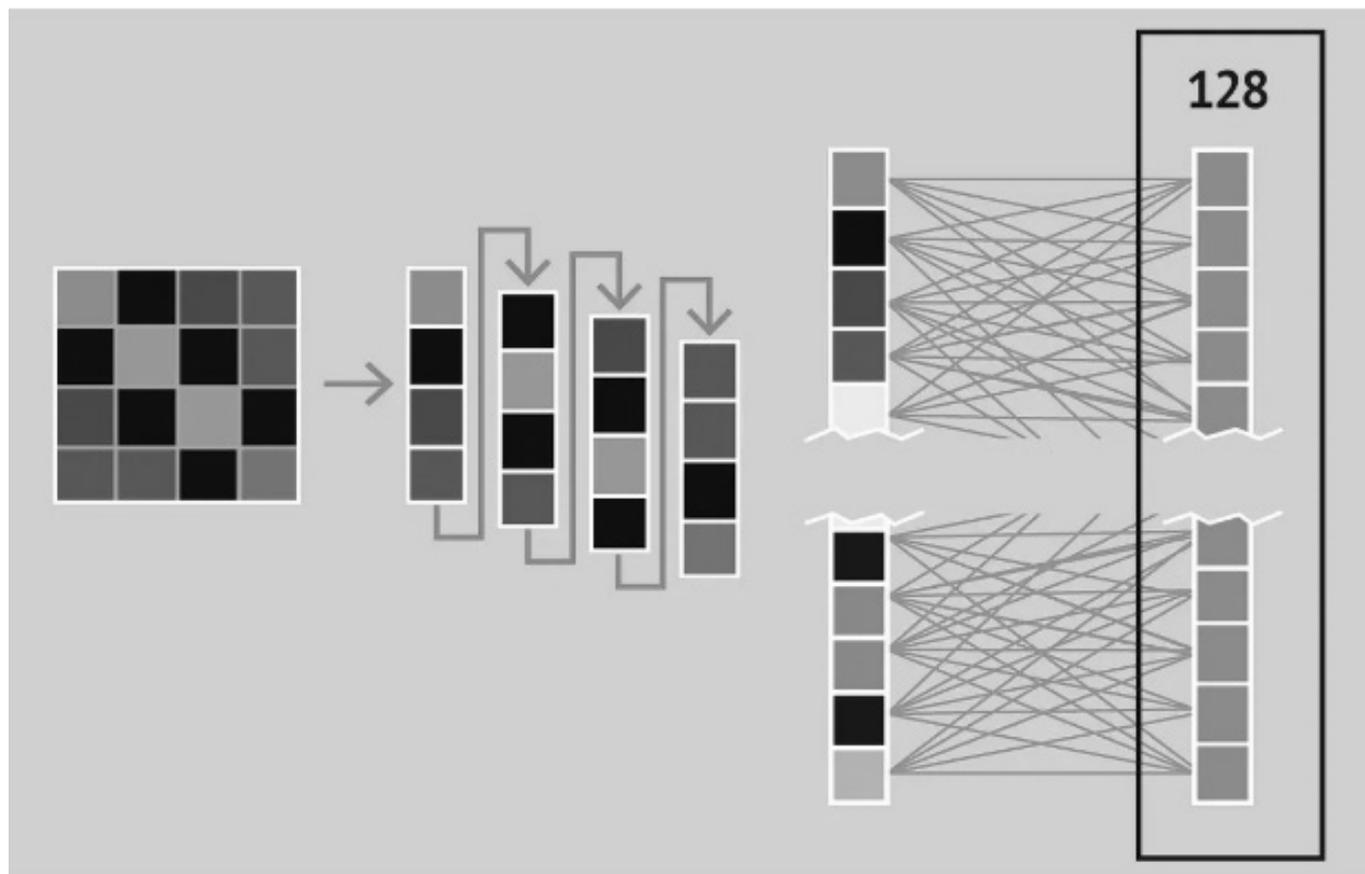


Рис. 7. Пример получения полносвязной сети, содержащей вектор признаков

не только задач идентификации человека системами видеонаблюдения, но и использоваться в военных целях для обнаружения и распознавания техники противника, для выявления признаков заболеваний по анализу всевозможной графической информации, получаемой в медицинских целях (Рентген-снимки, снимки УЗИ, МСКТ, снимки, полученные микроскопическими методами и т.д.), выявления нарушений ПДД на дорогах (переход дороги на красный свет или в неположенном месте, неразрешенные формы использования сотовой связи в движении и т.п.), определения запрещенных к перевозке предметов в багаже пассажиров, различных грузов транспортных средств,

содержания контейнеров, при экспертизе веществ, материалов и изделий, определении эмоций человека (ответная реакция на раздражители, предлагаемые товары и услуги), сервисы в он-лайн образовании (контроль направленности взгляда, оценка эмоций), распознавании различных видов флоры и фауны, физических процессов, протекающих в условиях жизни Земли и космоса, и так далее, в общем на работу с любыми графическими объектами, которые визуальное оценивает человек для принятия каких-либо решений. Спектр применения нейронных сверточных сетей сегодня находит все более широкое применение в разных областях науки и техники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Программно-аппаратный комплекс, предназначенный для обучения и (или) дообучения алгоритмов обработки аэрокосмических изображений местности с целью обнаружения, локализации и классификации до типа авиационной и сухопутной техники: пат. // Балакчин В.С., Балакчина А.В., Гасникова Е.В и др. Тип: патент 2747044 С1 Рос. Федерация. No 2020119638/ Балакчин В.С., Балакчина А.В., Гасникова Е.В. и др.; заявл. 15.06.2020; опубл.23.04.2021, Бюл. № 12. 13 с.
2. Программно-аппаратный комплекс, предназначенный для обучения и (или) дообучения алгоритмов обработки аэрофотоснимков видимого и дальнего инфракрасного диапазонов с целью обнаружения, локализации и классификации строений вне населенных пунктов: пат. 2747214 С1 Рос. Федерация. No 2020119318 / Балакчин В.С., Балакчина А.В., Гасникова Е.В. и др.; заявл. 06.10.2020; опубл. 04.09.2021, Бюл. № 13. 10 с.

3. Брилюк Д.В., Старовойтов В.В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами. — Минск, 2002. — 54 с. (Препринт / Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси; № 2).
4. Использование каскада Хаара для сравнения изображений [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/198338/> (дата обращения: 02.09.2021)
5. Визуализация каскадов Хаара [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/504288/> (дата обращения: 02.09.2021)
6. На лице написано: как работает компьютерное распознавание лиц [Электронный ресурс] URL: <https://www.popmech.ru/technologies/402352-na-lice-napisano-kak-rabotaet-kompyuternoe-raspoznavanie-lit/> (дата обращения: 02.09.2021)
7. Детект объектов на изображении [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/67937/> (дата обращения: 02.09.2021)

---

© Руденко Максим Борисович ( rudenko@inbox.ru ),

Голодков Юрий Эдуардович ( urg27@mail.ru ), Голодкова Александра Валерьевна ( alex17-27@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Иркутск

# РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОВАЙДЕРА СЕТЕВЫХ УСЛУГ НА БАЗЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ

## DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM PROJECT FOR A NETWORK SERVICE PROVIDER BASED ON COMPUTING CLUSTERS

**Yu. Sagalaev  
A. Sagalaeva  
O. Romashkova**

*Summary.* This article discusses the problems of evaluating and analyzing control solutions for expanding and retaining an active audience of network service providers based on the use of computing clusters and decision support systems. The key aspects are identified and the relevance of the use of data mining, information collection and processing for decision support tasks based on the use of scalable and distributed computing cluster architectures is justified. A conceptual modular scheme and diagrams in UML notation for formalizing the system project are developed, further ways of developing the proposed approach to data processing and analysis are described.

*Keywords:* decision support systems, data mining, computing clusters, targeting.

**Сагалаев Юрий Романович**

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва  
yrok472@mail.ru

**Сагалаева Анна Игоревна**

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва  
omegaanya@gmail.com

**Ромашкова Оксана Николаевна**

Д.т.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва  
ox-rom@yandex.ru

*Аннотация.* В данной статье рассмотрена проблематика оценки и анализа управляющих решений для расширения и удержания активной аудитории провайдеров сетевых услуг на основе использования вычислительных кластеров и систем поддержки принятия решений. Обозначены ключевые аспекты и обоснована актуальность применения интеллектуального анализа данных, сбора и обработки информации для задач поддержки принятия решений на основе использования масштабируемых и распределенных архитектур вычислительных кластеров. Разработаны концептуальная модульная схема и диаграммы в нотации UML для формализации проекта системы, описаны дальнейшие пути развития предложенного подхода к обработке и анализу данных.

*Ключевые слова:* системы поддержки принятия решений, интеллектуальный анализ данных, вычислительные кластера, таргетирование.

## Введение

**В** настоящее время в различных отраслях бизнеса наблюдается устойчивый рост объемов разнородной информации, представляющей определенную ценность с точки зрения принятия управленческих решений по развитию и расширению деятельности организаций [1]. Это особенно актуально для сферы оказания услуг, связанных с обеспечением корпоративного или личного доступа в сеть Интернет, мобильной связи и других телекоммуникационных сервисов для конечных потребителей. Возникает необходимость анализа собранных статистических данных о предпочтениях клиентов, порядке их поведения в сети, цифровом следе, характере оплат, объемах и сезонности потребляемого трафика, что необходимо для сегментации и выделения целевых групп пользовате-

лей [2]. Конечной целью обработки и анализа данных в обозначенной прикладной сфере может стать выявление новых скрытых и не очевидных знаний, полезных для разработки специализированных и персонифицированных акционных предложений, новых тарифов, программ лояльности по удержанию целевой аудитории или ее расширению.

Значительные трудности в организации эффективных процессов анализа данных в данной отрасли бизнеса заключаются в необходимости оперативной обработки больших объемов не структурированной или слабо структурированной информации (Big Data), а также в производительных системах сбора данных и их предварительной предобработке и очистке, преобразованию к единому унифицированному формату [3]. Обозначенные процессы являются причиной воз-

никновения высокой вычислительной нагрузки на аппаратное обеспечение, что часто требует значительных финансовых затрат на приобретение, настройку, конфигурацию и развертывание серверных решений или оплату тарифов использования облачных решений и сервисов. Последние являются удобным средством для виртуализации серверов с целью обеспечения масштабирования и надежной работы систем обработки и анализа данных [4].

Хранение собранных данных из разных источников является особо критичной задачей в контексте решения перечисленных выше задач. По причине существенного увеличения длины SQL команд на агрегированные операции поиска, выборки, вставки и сохранения данных в реляционных системах управления базами данных (СУБД), возрастает сложность формирования транзакционных запросов к базам данных (БД) [5]. В зависимости от используемых аппаратных ресурсов это может существенно снижать быстродействие и эффективность обработки данных в режиме реального времени. Поэтому, в качестве хранилищ Big Data целесообразным на практике является использование не реляционных БД (NoSQL), таких как MongoDB, Redis, HBase, Firebase и др. Данные СУБД позволяют динамически расширять структуру БД без необходимости внесения существенных изменений и имеющиеся представления данных. Преимущества использования NoSQL в рамках обеспечения процесса обработки Big Data обусловлено такими факторами, как: высокий уровень гибкости в обеспечении нужного уровня масштабирования данных; отсутствие ограничений на хранимые типы данных; поддержка удобной для обработки модели представления данных «ключ-значение»; наличие документно-ориентированного подхода [6].

Дополнительной проблемой при интеграции как коммерческих, так и открытых облачных решений является организация производительных вычислительных кластеров (ВК), способных обеспечить достаточный уровень надежности и безотказности процессов обработки информации. В настоящее время для обеспечения процессов обработки и анализа Big Data активно применяются решения на основе ВК с использованием модели распределенных вычислений Map Reduce, что позволяет обеспечить параллельную обработку данных и увеличить скорость проведения [7]. Благодаря использованию распределенной файловой системы (HDFS) становится возможным гибкая организация процессов обработки и свертки данных на управляющий сервер. Преимуществами данного подхода является автоматизация распределения узлов на ВК в рамках компьютерной сети, что позволяет задействовать вычислительные возможности неограниченного числа хостов, имплементация алгоритмов резервирования дан-

ных для обеспечения надежности их хранения, а также поддержка программных реализаций для большинства современных языков программирования высокого уровня. Однако, данный подход может приводить к трудоемким процессам обработки потоковых данных ВК в режиме реального времени, сложностям в развертывании системы в случае наличия не стабильного канала передачи данных с низкой пропускной способностью, а также к ресурсоемкости процедур визуализации данных по итерациям в случае наличия большого числа коротких онлайн транзакций [8].

Одним из возможных путей решения обозначенных выше проблем является проектирование, разработка и использование целевых систем поддержки принятия решений (СППР), основанных на распределенной и масштабируемой архитектуре ВК, имплементирующие приоритетные элементы искусственного интеллекта (в том числе методы и модели интеллектуального анализа данных, машинного или глубокого обучения), позволяющих автоматизировать процессы оценки различных альтернатив и сценариев взаимодействия с целевой аудиторией [9,10]. Это позволит существенно упростить процессы анализа лицам, принимающим решения (ЛПР), в компаниях по стратегическому планированию, развитию бизнеса и решению операционных задач [11,12]. Все это обуславливает актуальность и целесообразность данного исследования.

### Цель данной статьи

Автоматизация оценки и анализа управляющих решений по целевому сегменту аудитории провайдеров сетевых услуг на базе проекта системы поддержки принятия решений, построенной на распределенной облачной архитектуре вычислительных кластеров. Практическая необходимость в исследовании заключается в удержании существующих и привлечении новых клиентов для компании на базе формирования целевых акций и специальных предложений для целевой аудитории.

### Описание концепции

Построение СППР целесообразно выполнять на базе использования микросервисной архитектуры в рамках частного облачного Hadoop OpenStack IaaS решения, что обеспечит мультиплатформенность и стабильность в управлении отдельными функциями с возможностью дальнейшего быстрого масштабирования и расширения. Предлагаемая СППР имплементирует методы машинного обучения (МО), является распределенной, может быть запущена на разном числе виртуальных серверов, находящихся под управлением ВК, что позволяет обеспечить ее отказоустойчивость и масштабирование на любом числе узлов. Клиент-

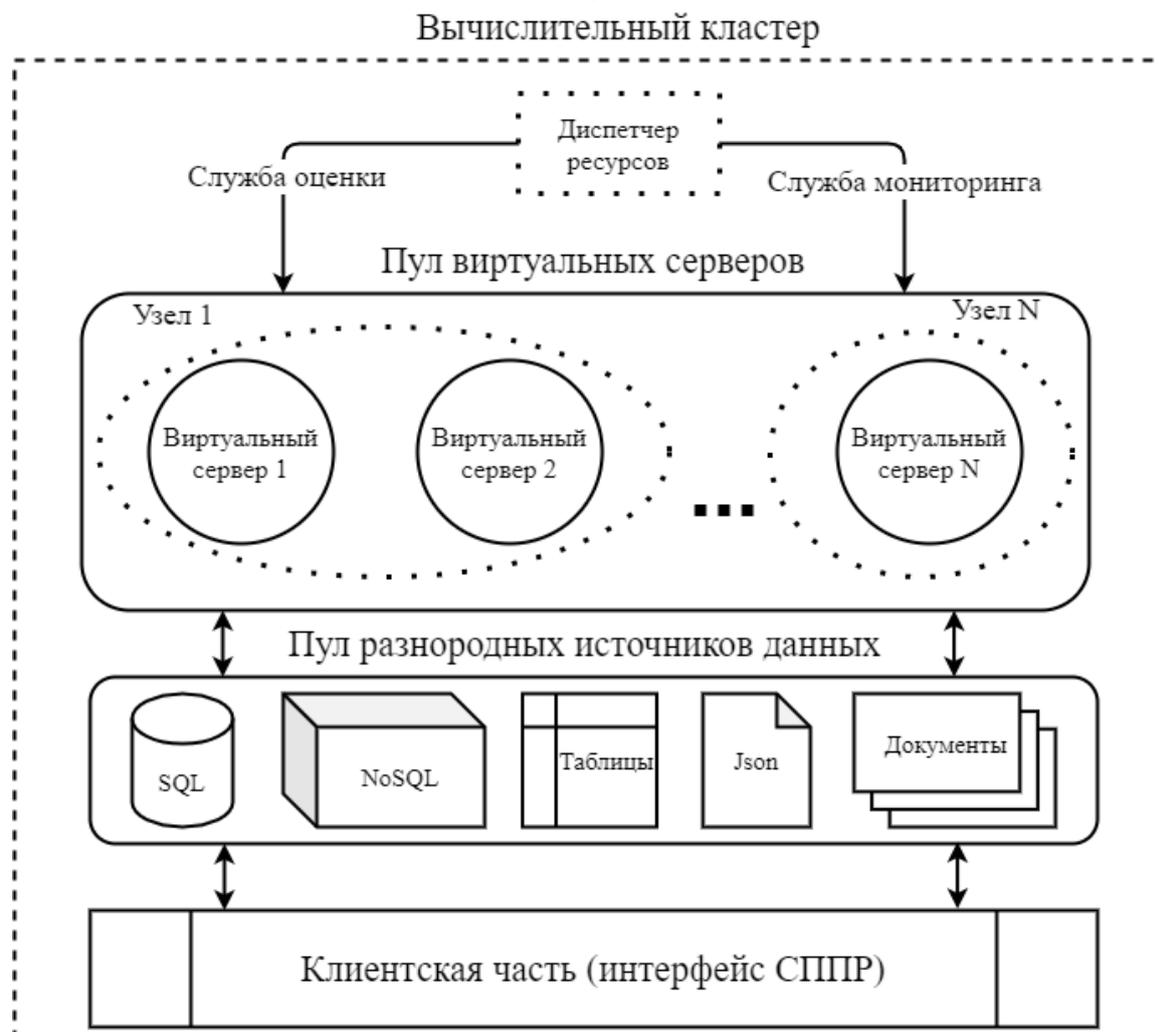


Рис. 1. Схема балансировки нагрузки ВК

ская часть системы может быть представлена в виде веб-приложения, размещенного на удаленном хостинге или на отдельном физическом корпоративном сервере, предоставляющего доступ к данным посредством интерактивного пользовательского интерфейса и визуализацию результатов анализа данных. Программными средствами разработки подобной системы могут быть: язык программирования Python, фреймворк Django и дополнительные библиотеки поддержки процессов обработки и анализа данных Pandas, Sklearn, Pickle, Matplotlib. Гибкость развертывания системы может быть обеспечена благодаря интеграции средств унифицированной контейнеризации, в частности слоев Docker, что позволяет упростить процесс сборки и запуска системы для одновременного использования большим числом пользователей на распределенных узлах ВК. СППР состоит из 5 отдельных модулей, каждый из которых реализует свой функционал по обработке, оценке или анализу данных, в частности:

1. Модуль сбора данных из различных источников. Фактически, реализует операции агрегации из реляционных и нереляционных БД, а также из текстовых файлов. Результатом работы данного модуля является упорядоченный набор json файлов.
2. Модуль предобработки данных. Осуществляет ряд операций по: оценке признаков, статистическому анализу корреляции между ними с целью сокращения размерности, разделению на категориальные, вещественные, целочисленные, устранению пустот и пропущенных значений, удалению выбросов и аномалий. Результатом работы данного модуля является очищенные данные в формате csv.
3. Модуль конфигурации моделей анализа данных. Реализует разбивку данных на обучающие и тестовые множества, создание моделей машинного обучения, их обучение и валидацию результатов



Рис. 2. Диаграмма основных вариантов использования СППР

анализа. Результатом являются объекты обученных моделей, сериализуемые в формате pickle.

4. Модуль оценки точности и адекватности моделей. Обеспечивает расчет метрик оценки качества созданных моделей, в том числе полноты, точности и F1-меры для классификации данных. В результате формируются файлы логов по результатам оценок моделей в виде кросстаблицы для быстрого анализа ЛПП с целью выявления модели, наиболее обобщающей входные данные.
5. Модуль ранжирования и визуализации результатов. Осуществляет отображение результатов работы СППР в клиентском интерфейсе веб-приложения в графическом (диаграммы, графики) и табличном виде. Ключевым результатом является перечень клиентской базы, разделенным по разным сегментам (кластерам), в зависимости от их покупательской способности и возможных сценариях действия (повышение уровня затрат, удержание текущего уровня, снижение до минимального уровня и уход).

В связи с возможным не стабильным (динамическим) ростом уровня вычислительной нагрузки, оказываемой СППР в процессе ее функционирования на ВК, на этапе проектирования системы целесообразно заложить в нее возможности балансировки вычислительных ресурсов путем интеграции механизмов миграции виртуальных серверов между узлами облачной инфраструктуры. Это может быть осуществлено путем разработки специализированного сервиса диспетчеризации вычислительных ресурсов на базе запуска ряда системных служб, отслеживающих степень использования процессоров, оперативной памяти и дискового пространства физических серверов. Концептуальная схема данного процесса приведена на рисунке 1.

ВК при развертывании запускает диспетчер ресурсов, осуществляющий процессы мониторинга и оценки уровня загруженности пула виртуальных серверов, на отдельных узлах которых развернуты модули СППР. Взаимодействие данного пула с разнородными источниками данных, среди которых предусмотрены как SQL



Рис. 3. Диаграмма ключевых компонентов СППР

и NoSQL БД, так и отдельные текстовые или табличные файлы и наборы документов, осуществляется в случае штатного (не превышающего 70% загрузки ресурсов ВК) режима посредством выполнения асинхронных запросов. Результаты обработки данных выводятся на клиентскую часть СППР на формы графического интерфейса, после чего ЛПР имеет возможность сопоставлять результаты, анализируя различные сценарии по сегментированию и таргетированию клиентов.

### Разработка проекта

Для системного и последовательного отображения функционала, порядка работы и процессов обмена данными между модулями проектируемой СППР целесообразным является использование унифицированного языка объектного моделирования UML. Основные возможности взаимодействия с СППР со стороны ЛПР (пользователя системы) отражены на диаграмме вариантов использования (рисунок 2). Пользователь может: загружать данные в систему (выбирать режима автоматической или ручной загрузки данных из файлов или из удаленных источников); агрегировать (объединять) данные в таблицы; выполнять предобработку данных (редактировать записи вручную или путем активации автоматического режима); разведывательный анализ (выводить заголовки записей; группировать их и строить сравнительные диаграммы по статистическим

и мета данным); нормализовать данные (выбирая функции нормализации); осуществлять выборку данных по заданным критериям (в качестве которых могут выступать значения полей или временные интервалы); вводить SQL запросы (если источником данных является реляционная БД); разделять выборки данных на тренировочные и тестовые подмножества в различных пропорциях; выбирать, создавать, обучать и выполнять валидацию моделей МО; подбирать вручную или формировать автоматически (на базе метода grid-search) значения гиперпараметров моделей МО для оптимизации их точности; производить оценку метрик точности моделей на базе построения таблиц ошибок и графических диаграмм (ROC и AUC кривых); вывода ранжированного перечня целевых пользователей с предлагаемыми целевыми сценариями действий для повышения уровня их лояльности.

С целью отображения процессов обмена данными СППР между отдельными функциональными элементами системы построена диаграмма компонентов, приведенная на рисунке 3. Набор компонентов графического интерфейса взаимодействуют с загрузчиком данных, результаты работы которого необходимы обработчику данных (функционирующему на основе выбранных шаблонов предобработки) для логирования промежуточных и итоговых операционных результатов. На базе использования логов конфигурактор моделей МО ис-

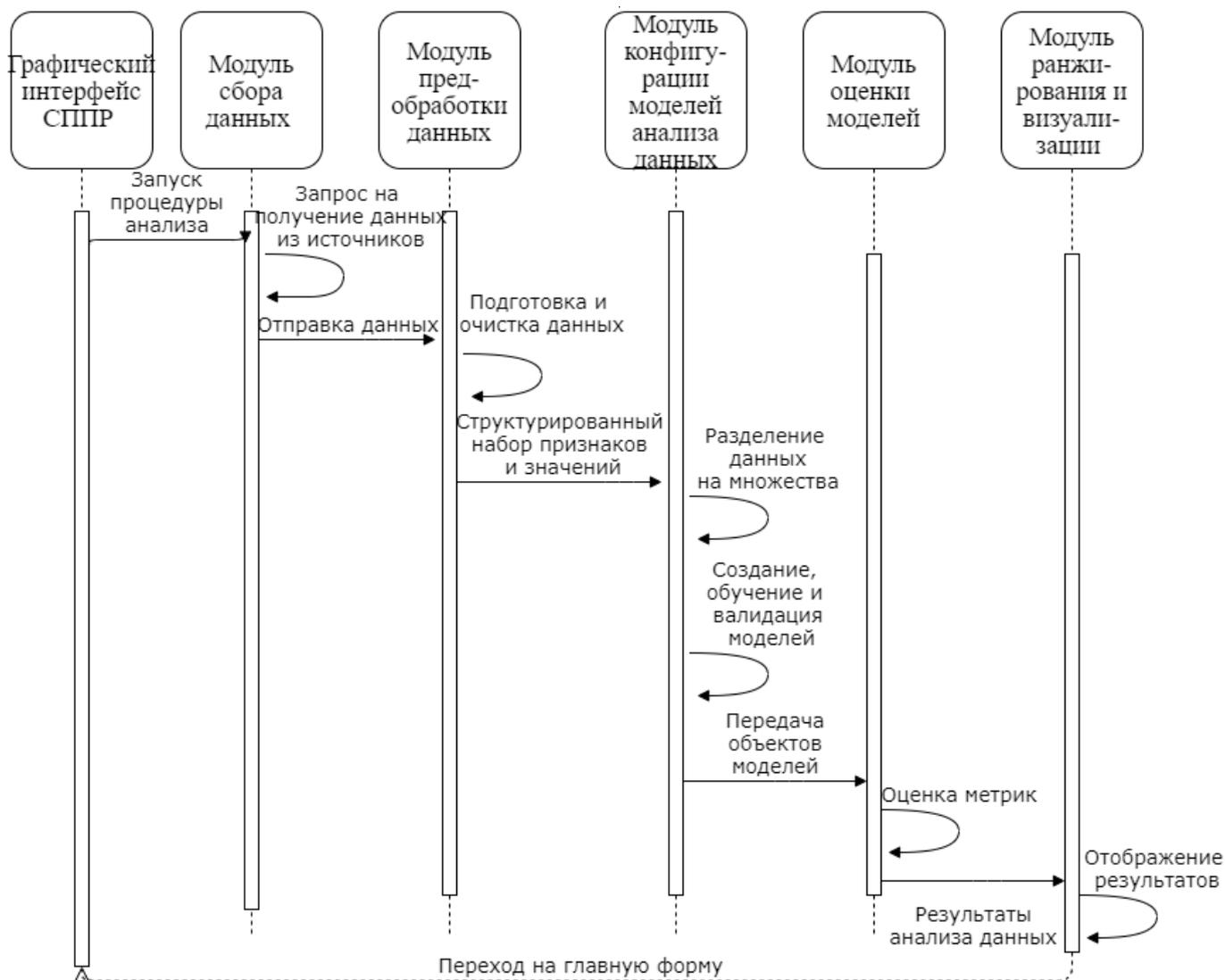


Рис. 4. Диаграмма общей последовательности действий СППР

пользует компонент сериализации (преобразования объектов в файлы) для анализа качества моделей и визуализации результатов в табличном и графическом виде (на основе соответствующих конфигураций), используемых при обновлении графического интерфейса пользователя.

С целью формализации и последовательного отображения процессов обмена данными между отдельными модулями системы, имплементирующими часть из приведенных выше компонентов, целесообразна разработка диаграммы последовательности действий. Рассмотрим данный процесс в рамках одного узла. После выделения ВК стартового объема ресурсов для виртуального сервера, в рамках которого запускаются и разворачиваются модули СППР посредством инициализации процедуры анализа через графический интерфейс пользователя

выполняется последовательная активация соответствующих служб и процессов. В частности, осуществляются запросы на получение данных из выбранных источников, их отправка для предобработки, подготовка и очистка, структурирование и передача признаков с соответствующими им значениями, разделение данных на отдельные подмножества с последующим обучением и валидацией моделей. После этого реализуется передача сохраненных объектов моделей МО для оценки метрик их качества и выполняется вывод полученных результатов в виде ранжированного перечня альтернативных сценариев поведения руководства компании для привлечения новых и повышения лояльности существующих клиентов в интерактивном режиме отображения.

Важной особенностью предлагаемого проекта СППР является ее динамическая масштабируемость в ряде

случаев (при использовании 80% выделенных ресурсов автоматически задействуются резервные узлы, на которых развертывается Docker образ с нужными модулями, число которых меняется на основе анализа статистики за предварительно заданный период времени).

### Заключение

Разработанный проект системы поддержки принятия решений для провайдера сетевых услуг на базе вычислительных кластеров является систематизированным и унифицированным решением задачи распределенного анализа данных, которое может быть использовано в качестве формализованного виденья для дальнейшей программной реализации и разверты-

вания на реальной облачной инфраструктуре с целью коммерческого использования. Возможными путями совершенствование предложенного проектами являются: интеграция большего числа данных для формирования полноценного пула структурированных озер данных в виде распределенных репозиториях для обеспечения целостности информации и ее унификации; внедрение отдельного модуля оперативного анализа данных для формирования быстрых кросс-отчетов; повышение уровня надежности и производительности системы путем оптимизации алгоритмов анализа данных как на программном, так и на аппаратном уровне; снижение общего энергопотребления вычислительного кластера путем более тонкой балансировки ресурсов серверов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шibaев Д.С. Оптимизация методов прогнозирования, обработки и анализа информации в разнотипных хранилищах данных / Д.С. Шibaев, В.В. Вычужанин, Н.О. Шibaева, Н.Д. Рудниченко // Информатика и математические методы в моделировании. — 2018. — № 1. — С. 78–85.
2. Чехарин Е.Е. Большие данные: большие проблемы / Е.Е. Чехарин // Перспективы науки и образования. — № 3 (21). — 2016. — С. 7–11.
3. Ивутин А.Н., Есиков Д.О., Мельник С.И. Кластерная вычислительная система для решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2016. — № 9. — С. 90–95.
4. Сизов В.А. Разработка моделей повышения эффективности сохранности данных в распределенной вычислительной среде на основе динамического резервирования данных // Вестник евразийской науки. — 2018. — Т. 10 — № 6. — С. 74.
5. Ледянкин И.А., Легков К.Е. О некоторых концептуальных вопросах разработки параллельных структур вычислительных задач кластерных вычислительных систем // Научные технологии в космических исследованиях Земли. — 2014. — Т. 6, № 6. — С. 30–38.
6. Борисов В.В., Зернов М.М., Федуров А.С., Якушевский К.А. Исследование характеристик гибридного вычислительного кластера // Системы управления, связи и безопасности. — 2016. — № 4. — С. 129–146.
7. Цебренок К.Н. Анализ вопросов безопасности информационных систем на основе применения высокопроизводительных вычислительных систем // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2020. — № 8–1. — С. 103–105.
8. Богатырев В.А., Богатырев А.В., Богатырев С.В. Перераспределение запросов между вычислительными кластерами при их деградации // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2014. — Т. 57, № 9. — С. 54–58.
9. Биктимиров М.Р. Тенденции развития технологий обработки больших данных и инструментария хранения разноформатных данных и аналитики / М.Р. Биктимиров, А.М. Елизаров, А.Ю. Щербаков. — № 5. — Т. 19. — 2016. — С. 390–406.
10. Мулюкова К.В. Сравнительный анализ современных инструментов Data Mining // Молодой ученый. — 2019. — № 1. — С. 19–21
11. Boyko V. Concept implementation of decision support software for the risk management of complex technical system / N. Rudnichenko, V. Boyko, S. Kramskoy, Y. Hrechukha, N. Shibaeva // Advances in Intelligent Systems and Computing of the series Advances in Intelligent Systems and Computing. — 2016. — № 512. — P. 255–269.
12. Rudnichenko N. Decision Support System for the Machine Learning Methods Selection in Big Data Mining / N. Rudnichenko, V. Vychuzhanin, I. Petrov, D. Shibaev // Proceedings Of The Third International Workshop on CMIS (CMIS-2020): session 6 "Intelligent Information Technologies" April 27-May 1, 2020. — Zaporizhzhia: NU "Zaporizhzhia Polytechnic" (edited by S. Subbotin), 2020. — P. 872–885.

© Сагалаев Юрий Романович (urok472@mail.ru),

Сагалаева Анна Игоревна (omegaaanya@gmail.com), Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ БАЛАНСИРОВКИ СЕТЕВОЙ НАГРУЗКИ В ВИРТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ПРОГРАММНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА

## APPLYING NETWORK LOAD BALANCING ALGORITHMS IN THE VIRTUAL INFRASTRUCTURE OF A SOFTWARE-DEFINED COMPUTE CLUSTER

**A. Sagalaeva  
Yu. Sagalaev  
O. Romashkova**

*Summary.* The article is devoted to the study of the possibility of balancing traffic between different parts of a virtualized application running in a private computing cluster. The possibilities of software-configurable networks and their elements in reducing network delays and evenly distributing the load between the system nodes are considered. Received performance results using different traffic distribution algorithms depending on the selected load. The relevance of building services using balancing is justified. Provided an example of using the Openstack Octavia project to recreate the required working environment.

*Keywords:* cloud computing, load balancing, IT infrastructure, openstack, jmeter.

**Сагалаева Анна Игоревна**

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва  
omegaanya@gmail.com

**Сагалаев Юрий Романович**

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва  
yrok472@mail.ru

**Ромашкова Оксана Николаевна**

Д.т.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС)» г. Москва  
ox-rom@yandex.ru

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию возможности балансировки трафика между различными частями виртуализированного приложения, выполняющегося в частном вычислительном кластере. Рассмотрены возможности программно-конфигурируемых сетей и их элементов в снижении сетевых задержек и равномерному распределению нагрузки между узлами системы. Получены результаты производительности с использованием различных алгоритмов распределения трафика в зависимости от выбранной нагрузки. Обоснована актуальность построения сервисов с использованием балансировки. Приведен пример использования проекта Openstack Octavia для воссоздания требуемого рабочего окружения.

*Ключевые слова:* облачные вычисления, балансировка нагрузки, ИТ-инфраструктура, openstack, jmeter.

### Введение

Существующие подходы в разработке облачных сервисов и приложений для нужд бизнеса подразумевают короткий цикл разработки и тестирования, минимальное время простоя и развертывания решений для конечного пользователя. Такие запросы ставят серьезные требования к среде выполнения разработанных решений. В качестве пространства для размещения приложений с микросервисной архитектурой все чаще используются технологии гипервизорной и контейнерной виртуализации, например на базе

платформ KVM/OpenVZ/Docker [1]. Модули разрабатываемой системы запаковываются в самостоятельные контейнеры или образа виртуальных машин и запускаются при помощи системы оркестрации, расположенной на вычислительном кластере. Каждый запущенный модуль, например СУБД, требует наличия уникального ip адреса и других атрибутов для взаимодействия с другими сервисами. Для обеспечения сетевой доступности всех модулей, а также возможности масштабирования, применяется подход с использованием программно-конфигурируемых сетей (Software Defined Networking, SDN).

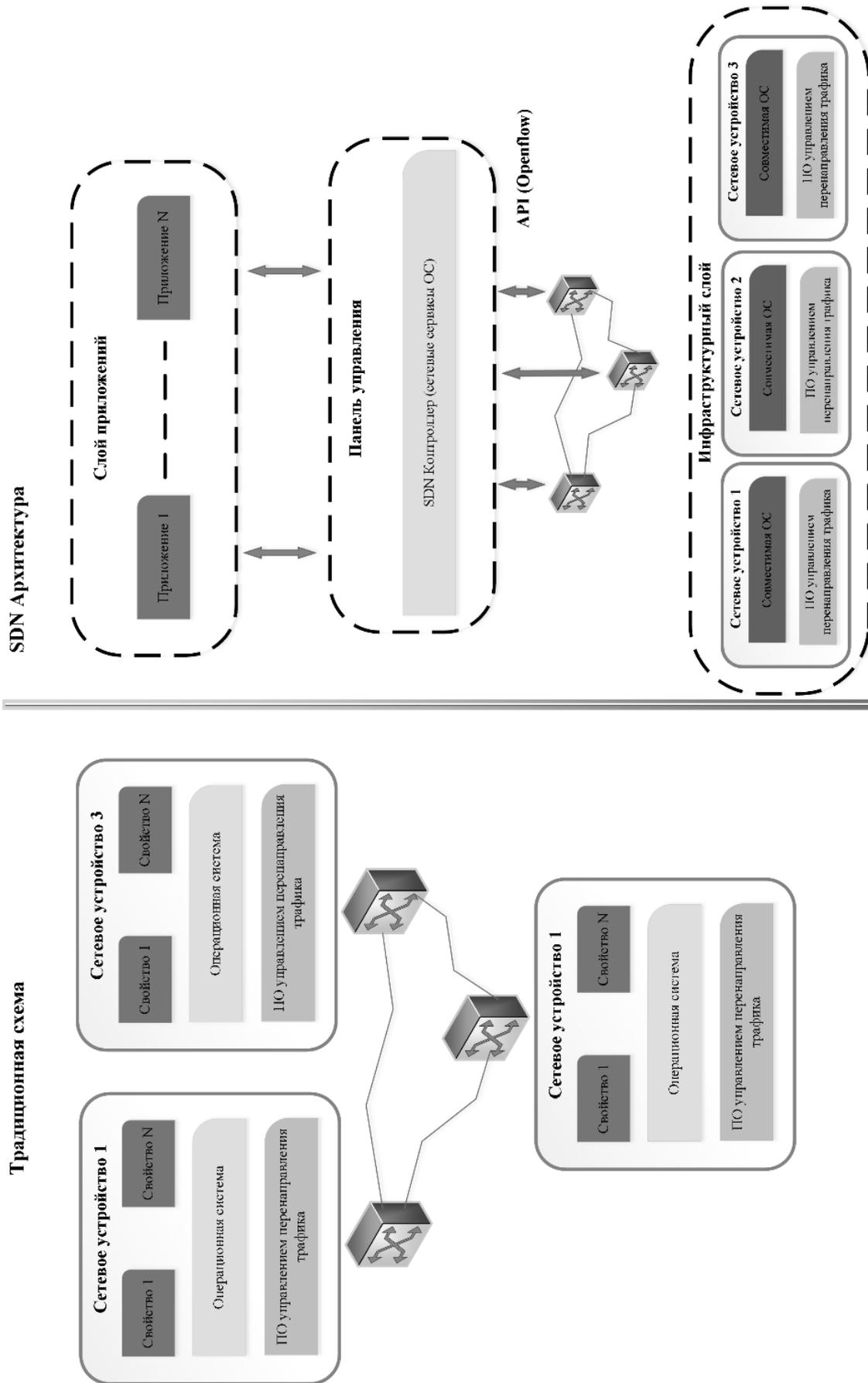


Рис. 1. Сравнение традиционного и SDN подхода при построении сетевой инфраструктуры

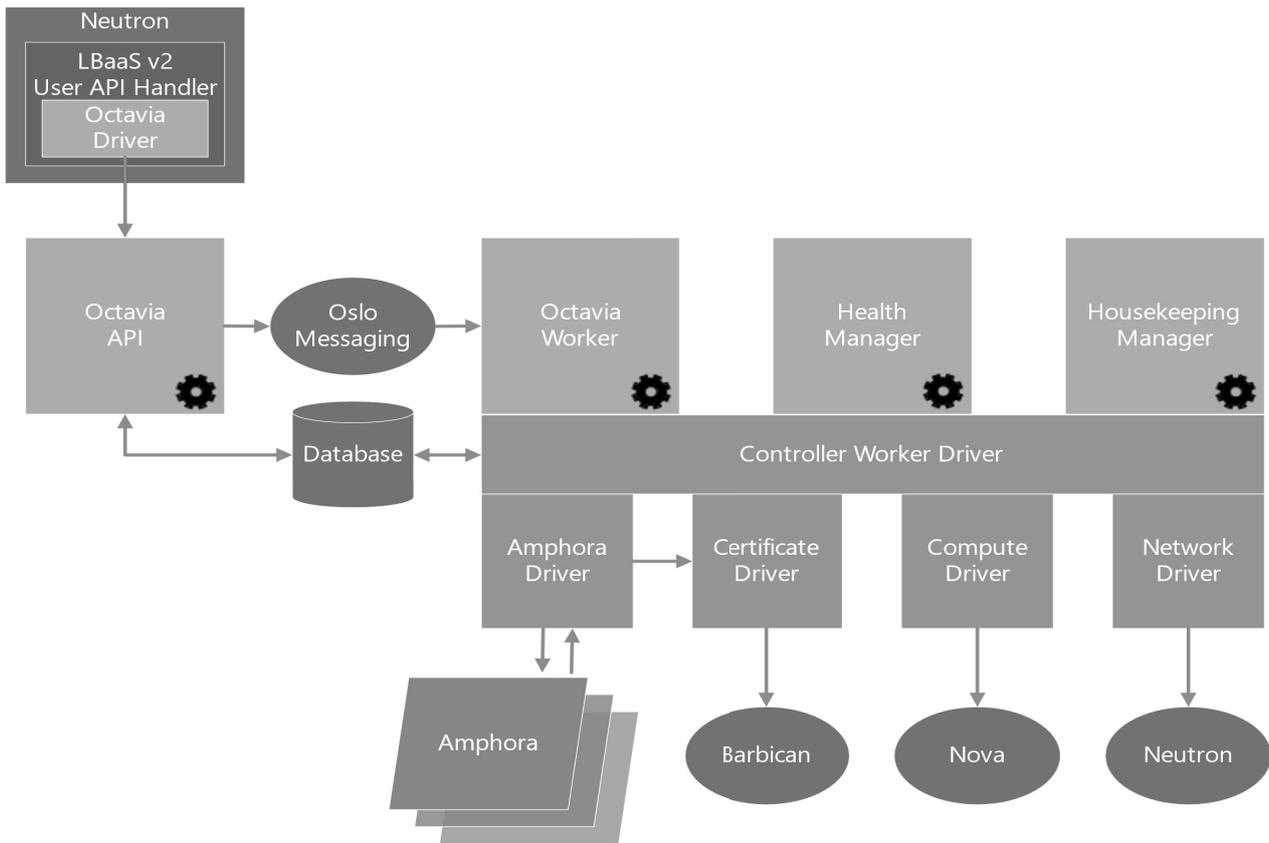


Рис. 2. Взаимодействие Octavia с другими компонентами openstack в кластере

SDN позволяет задавать и перепрограммировать частные сети не прибегая к переконфигурации топологии физических сетей, обслуживающих вычислительный кластер (рисунок 1). Он определяет сетевую архитектуру, в которой состояние продвижения трафика на уровне данных находится под контролем полностью независимого уровня управления [2]. Один и тот же физический канал может обслуживать множество виртуальных сетей, при этом соблюдается полноценная изоляция трафика при помощи использования VXLAN. Технология VXLAN предназначена для формирования больших изолированных сетей L2 в виртуализированных средах с множеством групп пользователей [3]. Виртуализация сетевых функций, таких как фильтрация, балансировка трафика, брандмауэра дает простоту масштабирования и отказоустойчивости дает значительное преимущество относительно традиционного подхода в построении сетей.

Алгоритмы балансировки трафика в SDN

Балансировка трафика, согласно сетевой модели OSI, в SDN происходит на прикладном уровне. Существующие применяемые алгоритмы направлены на ре-

шении различных задач, такие как сокращение времени отклика, равномерное распределение нагрузки, повышение предсказуемости и достижения масштабируемости системы. В зависимости от выбранного алгоритма, балансировщик работает в режиме «прокси» (проху), в котором происходит анализ входящих пакетов и дальнейшее перераспределение на конечный ресурс.

Алгоритм кругового обслуживания (Round-Robin) является одним из самых простых и популярных способов распределения запросов, представляющий из себя передачу пакетов между всеми участниками по кругу [4]. Он не требует дополнительной настройки со стороны протоколов вышестоящих уровней, а также работает в полном отсутствии сетевой связанности между участниками балансировщика.

В качестве продвинутой альтернативы существует алгоритм, учитывающий текущую загруженность участников пула и распределяющий новые поступающие запросы на менее загруженные узлы (Least connection). Предполагается, что каждое новое установленное соединение создает примерно одинаковую загрузку, что

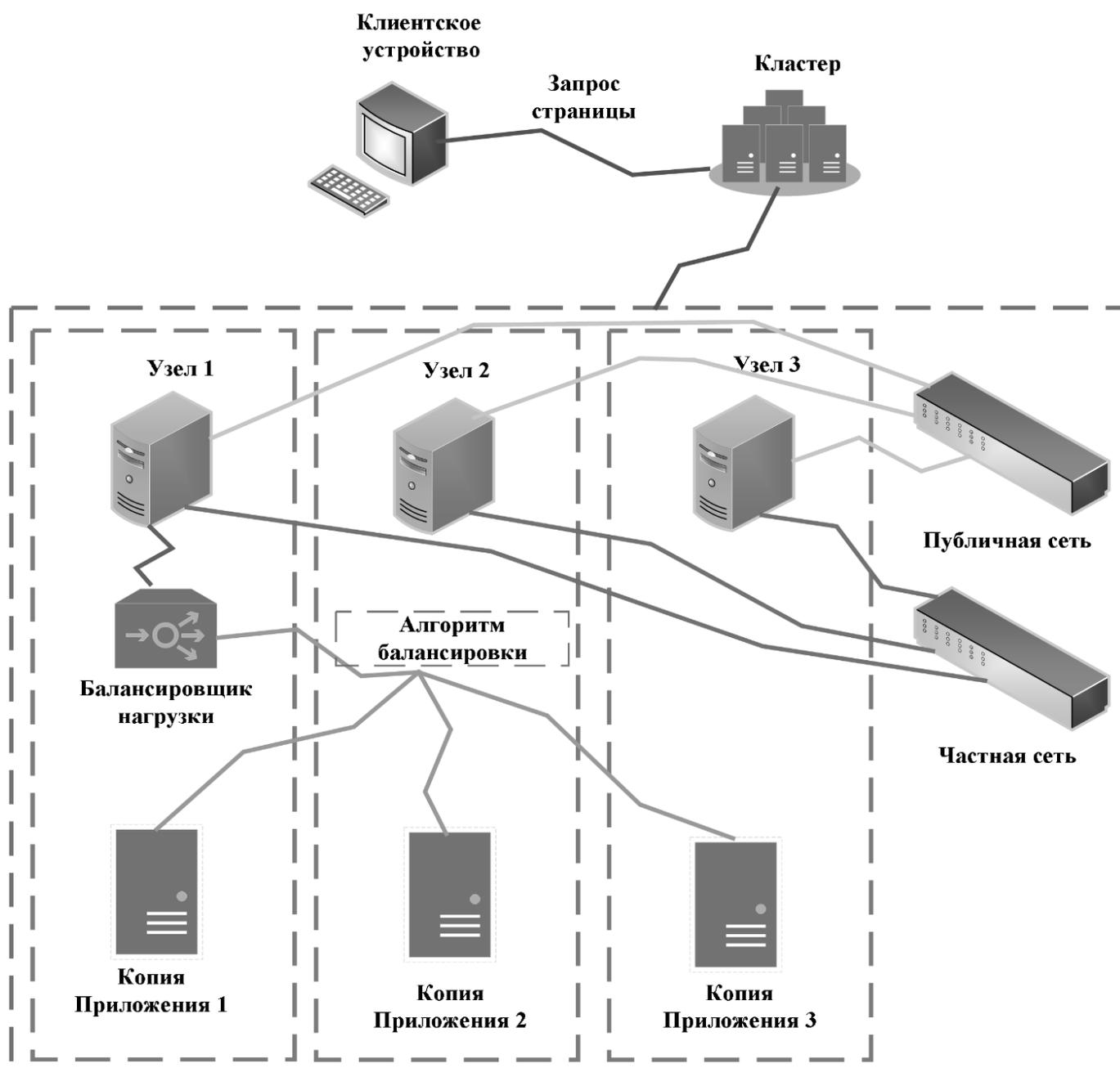


Рис. 3. Прохождение трафика до конечного экземпляра приложения через балансировку

позволяет прогнозировать занятость ресурсов при увеличении количества запросов.

Еще одним из способов уменьшения времени выполнения запросов является алгоритм, привязывающий определенного клиента к конкретному экземпляру приложения в случае многократного обращения (Source IP). Технология кэширования и выбор одного и того же пути до приложения позволяют пользователю не тратить время на «холодный старт».

Использование решения Openstack Octavia при балансировке нагрузки между виртуальными машинами вычислительного кластера

Openstack Octavia является программным решением с открытым исходным кодом, разработанное для работы с Openstack [5]. Octavia выполняет задачу по балансировке нагрузки, управляя массивом виртуальных машин, контейнеров или физических узлов (так называемыми «амфорами»), которые запускаются по мере

Таблица 1. Описание характеристик нагрузочного тестирования

Параметр	Значение
Количество пользователей	500
Время выхода на максимальную мощность	300 секунд
Время проведения теста	1 час

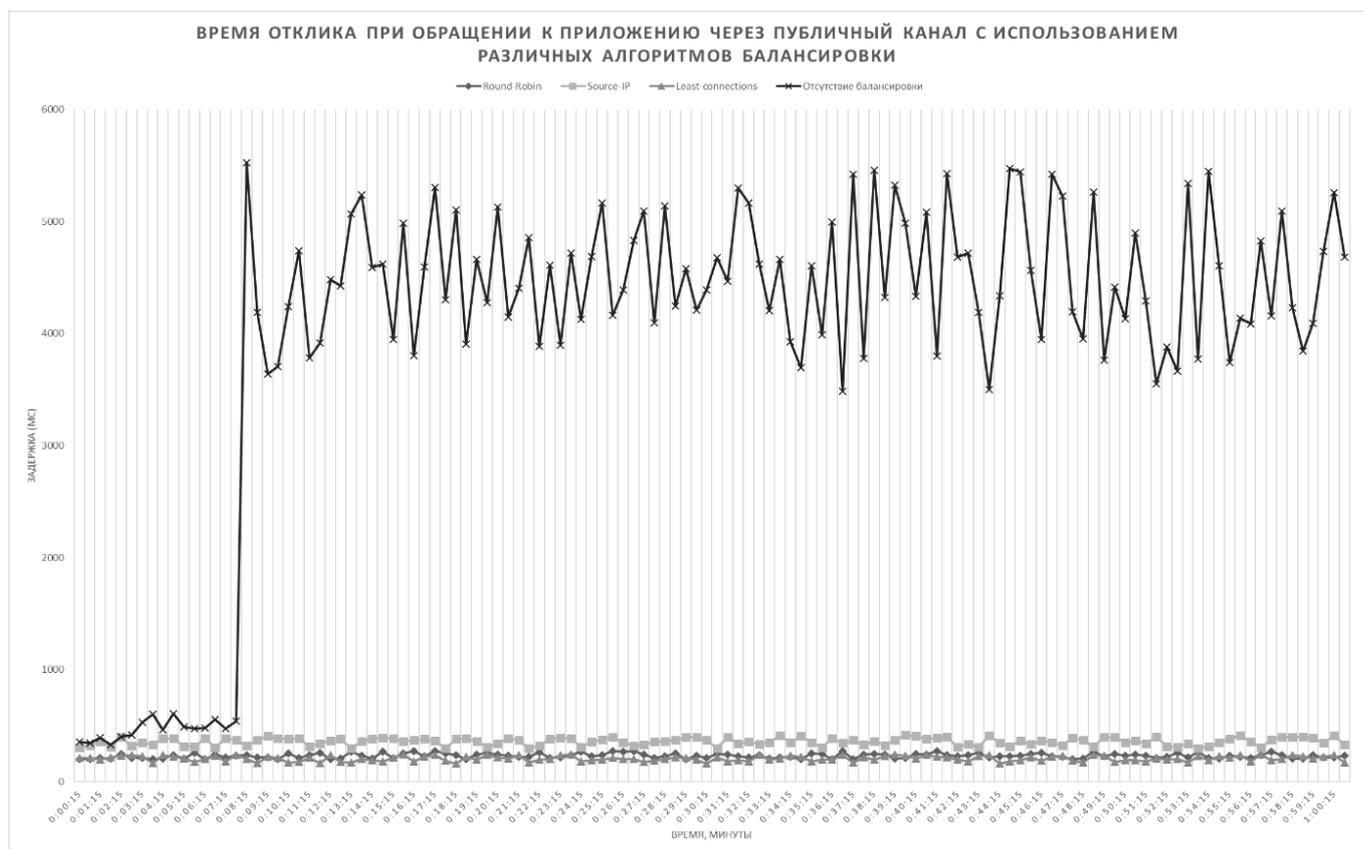


Рис. 4. Время отклика через публичный канал с использованием различных алгоритмов балансировки

необходимости. Функция горизонтального масштабирования по требованию является одной из ключевых среди остальных доступных решений, тем самым делая технологию наиболее подходящей для использования в частном или публичном вычислительном кластере. Octavia тесно взаимодействует с другими системами openstack (рисунок 2).

Для демонстрации работоспособности балансировки при помощи Octavia, а также для получения сравнительного анализа производительности была произведена полноценная установка openstack проекта на физическом кластере, состоящим из пяти узлов под управлением ОС Centos 7, объединенных отдельной физической сетью со скоростью передачи 25 Гбит/с для транспортировки трафика частных сетей. Каждый

узел имеет физический канал для выхода в сеть, который также реализует публичный доступ к приложению посредством второго интерфейса. Для измерений были выбраны узлы со следующими характеристиками:

1. Процессор Intel CPU E3-1230 3,50 ГГц;
2. SSD накопитель Samsung PM983 (линейная чтения до 3200 Мб/с);
3. Оперативная память MTA18ADF2G72AZ-2G6E1DDR4 2666 МГц.

В качестве средства управления приложением был развернут оркестратор kubernetes, состоящий из виртуальных машин, располагающихся на физическом кластере, пять из которых служат местом исполнения контейнеров с полезной нагрузкой. Kubernetes — открытое программное обеспечение для автоматизации

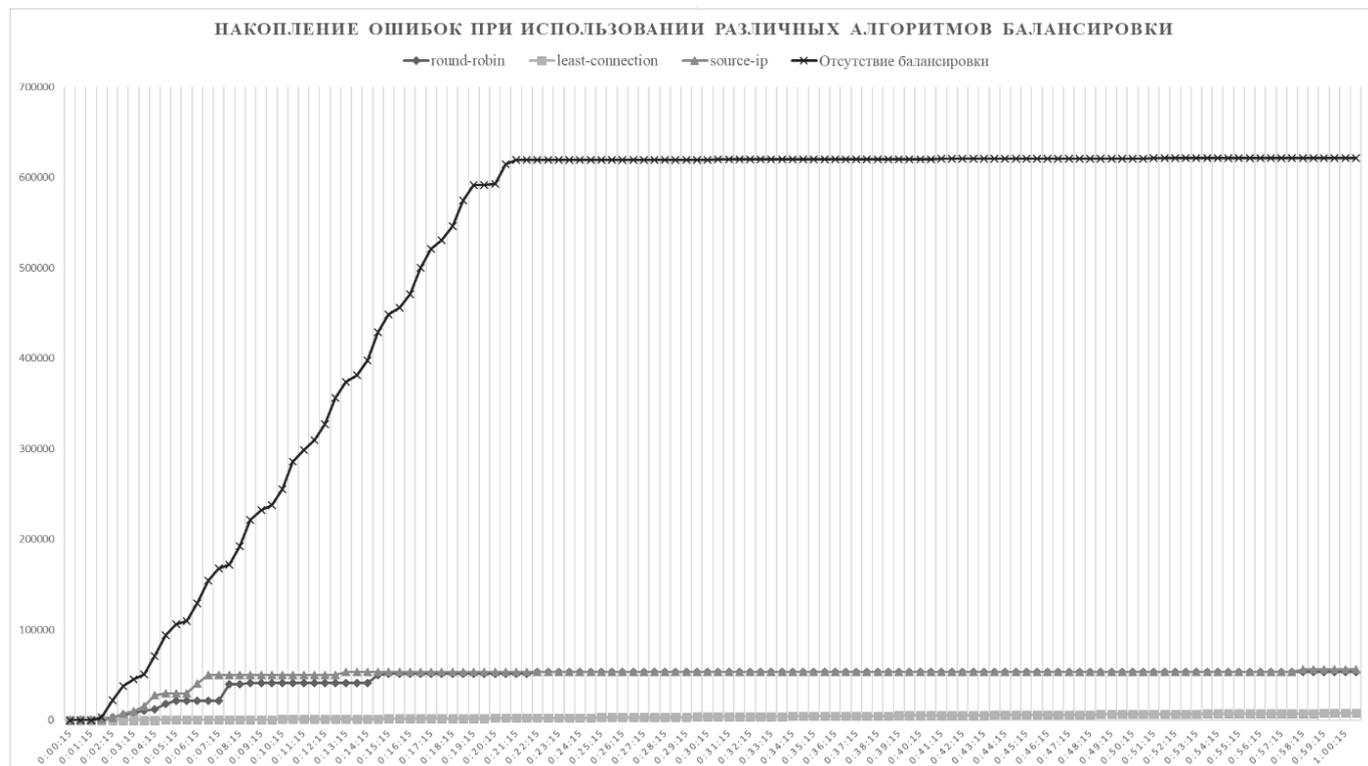


Рис. 5. Тенденция накопления ошибок с использованием различных алгоритмов балансировки

развёртывания, масштабирования и управления контейнеризованными приложениями [6]. Каждая рабочая виртуальная машина-«работник» (worker) исполняется на отдельном физическом узле.

Приложением выступает веб-страница, берущая содержимое для наполнения из базы данных. Приложение состоит из следующих компонентов:

1. Сервис, отвечающий за внешний пользовательский интерфейс (frontend). Отвечает за вывод веб-страницы при обращении к нему. За наполнением таблицы с информацией обращается к сервису базы данных (backend).
2. Сервис, отвечающий за выполнение базы данных MongoDB. Сохраняет поступающую информацию от сервиса frontend, а также отдает информацию при запросе. Использование MongoDB обуславливается возможностью хранить бесструктурные данные и достигать высокую скорость доступа к ним [7].

Worker-узлы ограничены в ресурсах, кластер выделяет по 4 Гбайт оперативной памяти и 4 виртуальных ЦПУ для каждого такого узла. Сервис обеспечивающий вывод интерфейса развернут в количестве пяти экземпляров, один на каждый worker-узел, что означает наличие такого сервиса на каждом узле вычислительного кластера.

Для организации внешнего доступа к созданным ресурсам выстраивается цепочка из виртуального маршрутизатора, объединяющий собой публичную и частную сеть, балансировщик нагрузки, использующий полученный маршрутизатор для подключения (рисунок 3). Балансировщику присваивается IP-адрес из публичной сети (Floating IP), а также сообщается «пул балансировки» — свойство, содержащее в себе знания, о том, при помощи какого алгоритма и между какими виртуальными машинами производить балансировку трафика. Для сравнительного анализа производительности были выбраны доступные алгоритмы балансировки — циклический (Round Robin), least connections и source IP, а также непосредственно прямой доступ к одному из узлов с приложения без использования какой-либо балансировки [8].

В качестве инструмента для измерения скорости была использована кроссплатформенная программа для нагрузочного тестирования Apache Jmeter. Изменяемыми параметрами в ходе проведения эксперимента являются время отклика, количество обработанных запросов за минуту работы, количество отказов. В ходе работы Jmeter создает необходимое количество подключений, тем самым повторяя реальную распределенную работу пользователей. Он может использоваться для моделирования большой нагрузки на сервере, группе серверов, сети, чтобы протести-

ровать их максимальную нагрузочную способность или разложить общую производительность под различными типами загрузки [9]. Входные параметры для прохождения тестирования представлены в таблице 1.

В результате измерения производительности были получены замеры, представленные на рисунке 4.

Анализ данных эксперимента показывает, что правильная маршрутизация сетевого трафика с использованием балансировщика в SDN более эффективна для подхода без использования балансировки, в независимости от выбранного алгоритма. Использование прямого подключения только к одному экземпляру приложения при резком увеличении количества запросов утилизирует все мощности конкретной виртуальной машины, что приводит к резкому увеличению времени отклика и увеличенное количество получаемых ошибок при обращении (рисунок 5).

Применение конкретных алгоритмов дает преимущество относительно друг друга при дальнейшем увеличении нагрузки на веб-приложение в определенных сценариях. Так, использование «Source IP» алгоритма не целесообразно при построении подобных решений с высокой нагрузкой, так как не дает гарантии доступности ресурса за определенное время, в случае высокой нагрузки определенной VM. Использование «Round-Robin» позволяет равномерно распределить

все запросы между всеми участниками пула, используя круговой перебор, однако не решает проблему повышения времени отклика и количества отказов в случае проблем с конкретным экземпляром приложения, например в случае утечки памяти или повышенного потребления ЦПУ. «Least Connections» производит проверку количества активных соединений с каждой из VM и устанавливает новое соединение к VM с минимальным количеством текущих соединений, таким образом добиваясь более эффективной утилизации ресурсов кластера и не допуская переадресацию на перегруженный экземпляр [10].

## Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать выводы о целесообразности использования балансировки сетевой нагрузки приложения на вычислительном кластере. Рассмотрен подход программно-конфигурируемых сетей. Существующие алгоритмы, в том числе использующиеся в проекте Openstack Octavia, позволяют оптимизировать распределение нагрузки и тем самым улучшить время отклика и загрузку кластера в целом, в контексте конкретного приложения. В ходе экспериментальной части исследования были получены результаты, указывающие о повышении скорости обработки запросов с использованием распределения трафика относительно традиционного прямого обращения к тестируемому сервису.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колясников П.В., Силаков И.Н., Ильин Д.Ю., Гусев А.А., Никульчев Е.В. Повышение эффективности виртуального рабочего окружения распределенной разработки программ // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-virtualnogo-rabochego-okruzeniya-raspredelennoy-razrabotki-programm> (дата обращения: 14.05.2021).
2. Логинов С.С. Об уровнях управления в программно-конфигурируемой сети (sdn) // T-Comm. 2017. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-urovnyah-upravleniya-v-programmno-konfiguriruemoj-seti-sdn> (дата обращения: 14.05.2021).
3. Ромасевич П.В., Смирнова Е.В. Решения D-Link для организации учебного процесса в области инфокоммуникаций и телекоммуникационной инфраструктуры центров обработки данных // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/resheniya-d-link-dlya-organizatsii-uchebnogo-protsesta-v-oblasti-infokommunikatsiy-i-telekommunikatsionnoy-infrastruktury-tsentrov> (дата обращения: 14.05.2021).
4. Ломов Э.О., Бурковский В.Л. Проблематика управления информационным обслуживанием населения в условиях гетерогенности информационных потоков // Вестник ВГТУ. 2011. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problematika-upravleniya-informatsionnym-obsluzhivaniem-naseleniya-v-usloviyah-geterogennosti-informatsionnyh-potokov> (дата обращения: 14.05.2021).
5. Feoktistov A.G., Sidorov I.A., Sergeev V.V., Kostromin R.O., Bogdanova V.G. Virtualization of heterogeneous HPC-clusters based on OpenStack platform // Вестник ЮрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualization-of-heterogeneous-hpc-clusters-based-on-openstack-platform> (дата обращения: 14.05.2021).
6. Курганова Н.В., Филин М.А., Черняев Д.С., Шаклеин А.Г., Намиот Д.Е. Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства // International Journal of Open Information Technologies. 2019. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-tsifrovyyh-dvoynikov-kak-odno-iz-klyuchevyh-napravleniy-tsifrovizatsii-proizvodstva> (дата обращения: 14.05.2021).
7. Иванов С.И., Тарутина Н.В., Голубчиков М.А., Сафаров Р.Р. Программное обеспечение для учета и хранения клинической и социодемографической информации о больных // Программные продукты и системы. 2015. № 3 (111). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnoe-obespechenie-dlya-ucheta-i-hraneniya-klinicheskoy-i-sotsiodemograficheskoy-informatsii-o-bolnyh> (дата обращения: 14.05.2021).

8. Использование консольного расширения Octavia для клиента OpenStack. URL: <https://docs.openstack.org/python-octaviaclient/latest/cli/index.html#loadbalancer> (дата обращения: 13.05.2021).
9. Темичев А.А., Файзрахманов Р.А. Аналитический обзор средств автоматизации тестирования производительности применительно к системам мониторинга // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2015. № 15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-sredstv-avtomatizatsii-testirovaniya-proizvoditelnosti-primenitelno-k-sistemam-monitoringa> (дата обращения: 14.05.2021).
10. Алгоритмы и методы балансировки нагрузки. URL: <https://kemptechnologies.com/load-balancer/load-balancing-algorithms-techniques/> (дата обращения: 13.05.2021).

© Сагалаева Анна Игоревна ( [omegaanya@gmail.com](mailto:omegaanya@gmail.com) ),

Сагалаев Юрий Романович ( [urok472@mail.ru](mailto:urok472@mail.ru) ), Ромашкова Оксана Николаевна ( [ox-rom@yandex.ru](mailto:ox-rom@yandex.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский городской педагогический университет

## МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОГО ПЛАНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ СОГЛАСНО ФГОС ВО 3++

**Сазонова Елена Александровна**

К.п.н., ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы  
охраны Российской Федерации», г. Орёл  
Gea.07@mail.ru

### METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE CURRICULUM IN THE SPECIALTY ACCORDING TO THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARD OF HIGHER EDUCATION 3++

**E. Sazonova**

*Summary.* The article presents the distinctive characteristics of the FGOS VO 3++ and FGOS VO 3+. An approach to evaluating the effectiveness of the curriculum in the specialty according to the Federal State Educational Standard in 3++ is proposed. Two types of indicators for assessing the quality of the curriculum are identified. The normative indicators, evaluation criteria and sections of the FSES IN3++ that set the corresponding norm are indicated. Qualitative indicators are described.

*Keywords:* FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARD OF HIGHER EDUCATION 3++, the quality of the curriculum, normative and qualitative indicators, competencies, indicators of competence achievement.

*Аннотация.* В статье приведены отличительные характеристики ФГОС ВО 3++ и ФГОС ВО 3+. Предложен подход к оцениванию эффективности учебного плана по специальности согласно ФГОС ВО 3++. Выделены два типа показателей оценивания качества составления учебного плана. Указаны нормативные показатели, критерии оценивания и разделы ФГОС ВО 3++, задающие соответствующую норму. Описаны качественные показатели.

*Ключевые слова:* ФГОС ВО 3++, качество составления учебного плана, нормативные и качественные показатели, компетенции, индикаторы достижения компетенций.

**В** настоящее время российское образование находится на пути очередного реформирования. Изменения, коснувшиеся высшего образования, связаны с переходом на новый Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (далее — ФГОС ВО 3++). Обосновано это необходимостью соответствия образовательных стандартов Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» в части формирования требований к результатам освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования (далее — ОПОП) на основе соответствующих профессиональных стандартов (ст. 11, п. 7). Для образовательных организаций высшего образования эти нововведения привели к необходимости проектирования и разработки новых ОПОП.

ФГОС ВО 3++ и ФГОС ВО 3+ имеет ряд отличительных характеристик (таблица 1), ключевой из которых является установление требований в соответствии с профессиональными стандартами. Этот аспект услож-

няет процесс качественной разработки ОПОП в связи с необходимостью выработки баланса между профессиональными стандартами и нормами высшего образования.

Базовым этапом разработки ОПОП является формирование учебного плана. Учебный план — документ, определяющий перечень и последовательность освоения дисциплин (модулей), практик, промежуточной и государственной итоговой аттестации, их трудоемкость (в зачетных единицах и академических часах), распределение по видам занятий, объем контактной и самостоятельной работы обучающихся, а также перечень компетенций, формируемых дисциплинами (модулями), практиками учебного плана.

Учебный план должен обеспечить:

- ◆ соблюдение всех нормативных требований;
- ◆ сбалансированность изучения дисциплин (модулей), основанную на межпредметных связях, степени важности дисциплины и вида итогового

Таблица 1. Отличительные характеристики ФГОС ВО

Характеристика	Требования ФГОС ВО	
	ФГОС ВО 3+	ФГОС ВО 3++
Объем блоков ОПОП	Определяет верхнюю и нижнюю границы	Определяет нижнюю границу
Структура блоков ОПОП	Базовая часть	Обязательная часть
	Вариативная часть	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Виды компетенций	Общекультурные	Универсальные
	Общепрофессиональные	Общепрофессиональные
	Профессиональные	Профессиональные: обязательные, рекомендуемые
Профессиональные компетенции	Определены на основе требований, предъявляемых к выпускникам	Определены на основе профессиональных стандартов (при необходимости на основе требований, предъявляемых к выпускникам)
Результаты освоения ОПОП	Требуют сформированности всех компетенций	Требуют сформированности всех компетенций и должны быть соотнесены с установленными в ОПОП индикаторами достижения компетенций

Таблица 2. Описание нормативных показателей

Показатель	Критерий	Раздел ФГОС ВО 3++
$V_1, V_2, V_3$ — объемы соответственно Блока 1, Блока 2, Блока 3 ОПОП (в зачетных единицах)	$V_1 \geq \bar{V}_1$ , где $\bar{V}_1$ — нижняя граница объема Блока 1; $V_2 \geq \bar{V}_2$ , где $\bar{V}_2$ — нижняя граница объема Блока 2; $V_3 \geq \bar{V}_3$ , где $\bar{V}_3$ — нижняя граница объема Блока 3; $V_1 + V_2 + V_3 = \bar{V}$ , где $\bar{V}$ — объем ОПОП согласно ФГОС ВО 3++	п. 2.1
$Vg_i$ — объем ОПОП, реализуемый за $i$ -тый учебный год (в зачетных единицах)	$\forall Vg_i: Vg_i \leq \bar{Vg}, i \leq 5, i \in N, \bar{Vg}$ — объем ОПОП за один учебный год согласно ФГОС ВО 3++	п. 1.10
$Vf$ — объем дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту в рамках Блока 1 ОПОП (в зачетных единицах)	$Vf \geq 2$	п. 2.3
$M_o$ — множество дисциплин, обязательных для включения в Блок 1 (обязательную часть) ОПОП	$M_o = \bar{M}_o$ , где $\bar{M}_o$ — множество дисциплин, обязательных для включения в Блок 1 (обязательную часть) ОПОП, согласно ФГОС ВО 3++	п. 2.2, п. 2.10
$P$ — процент, который составляет объем обязательной части от общего объема ОПОП, без учета объема Блока 3	$P = \bar{P}$ , где $\bar{P}$ — заданный процент, который составляет объем обязательной части от общего объема ОПОП, без учета объема Блока 3 согласно ФГОС ВО 3++; $P = \frac{V_{об.ч.}}{V_1 + V_2} \cdot 100\%$ где $V_{об.ч.}, V_1, V_2$ — объемы соответственно обязательной части, Блока 1, Блока 2 ОПОП (в зачетных единицах)	п. 2.10

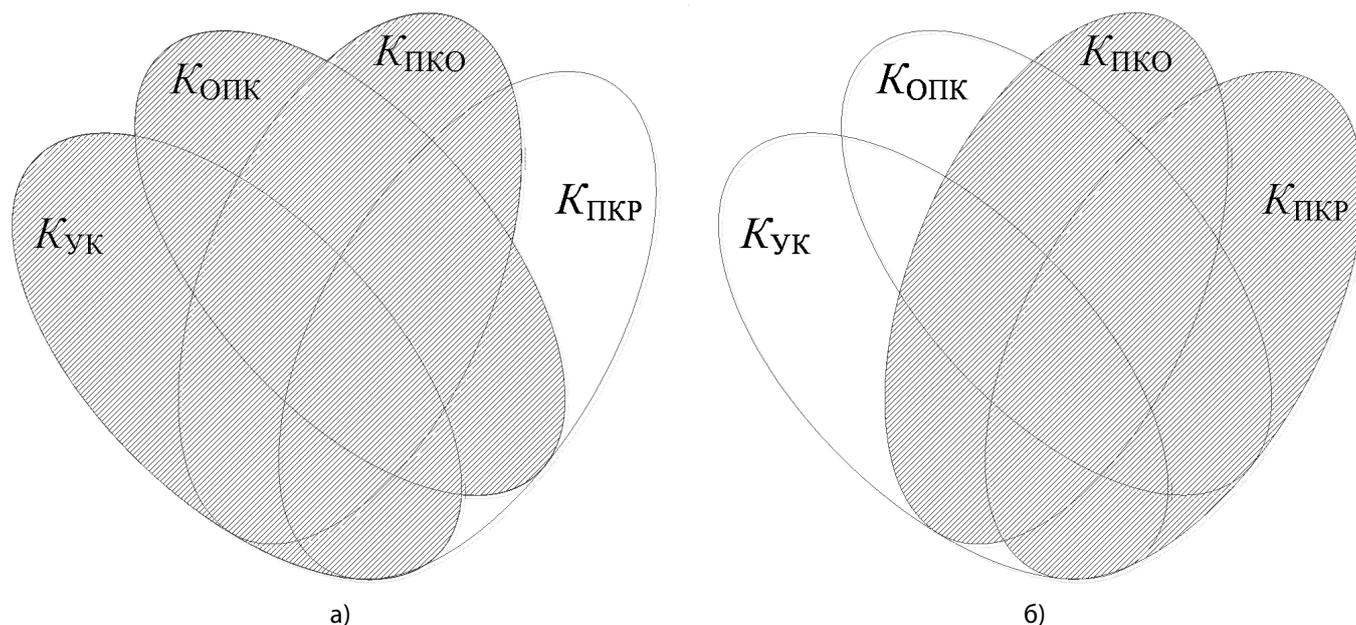


Рис. 1. Диаграмма Эйлера Венна распределения дисциплин и практик (с учетом формируемых ими компетенций) по частям ОПОП: а) для дисциплин и практик обязательной части; б) для дисциплин и практик части, формируемой участниками образовательных отношений

го оценивания, равномерности распределения времени, отводимого на формирование компетенции.

Анализ ряда ФГОС ВО 3++ и примерных основных образовательных программ (далее — ПООП) позволил выделить два типа показателей, позволяющих оценить качество составления учебного плана:

- ◆ нормативные, устанавливающие соответствие нормам ФГОС ВО 3++;
- ◆ качественные, отражающие сбалансированность учебного плана.

В таблице 2 приведены нормативные показатели, критерии оценивания и разделы ФГОС ВО 3++, задающие соответствующую норму. Невыполнение одного из критериев нормативных показателей является основанием для не утверждения ОПОП.

Требования к результатам освоения ОПОП согласно ФГОС ВО 3++ формируются в виде универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников (далее соответственно — УК, ОПК, ПК). Профессиональные компетенции могут быть установлены примерной основной образовательной программой в качестве обязательных и (или) рекомендуемых (далее соответственно — ПКО, ПКР).

В докладе заместителя директора департамента государственной политики в сфере высшего образо-

вания Пилипенко С.А. «Особенности проектирования примерных образовательных программ высшего образования на основе ФГОС 3++» сформулирован принцип формирования обязательной части ОПОП: к обязательной части программы относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование ОПК, а также ПК, установленных ПООП в качестве обязательных (при наличии); дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование УК, могут включаться в обязательную часть программы и в часть, формируемую участниками образовательных отношений. [4]

Визуально распределение дисциплин и практик (с учетом формируемых ими компетенций) по частям ОПОП можно представить с помощью диаграмм Эйлера-Венна (рисунок 1). Будем считать, что дисциплина (практика)  $D$  определена на множестве  $K$ , если дисциплина (практика)  $D$  способствует формированию компетенций множества  $K$ . Пусть  $K_{УК}$  — множество УК,  $K_{ОПК}$  — множество ОПК,  $K_{ПКО}$  — множество ПКО,  $K_{ПКР}$  — множество ПКР. Дисциплины и практики обязательной и формируемой частей ОПОП должны быть определены на любом из подмножеств заштрихованного множества рисунка 1а и 1б соответственно.

Кроме того, согласно п. 3.8 ФГОС ВО 3++ результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам должны быть соотнесены с установленными в ОПОП индикаторами достижения компетенций. Указанные требования выполнимы, если:

- ◆ количество различных индикаторов достижения УК, ОПК, ПКО по всем учебным дисциплинам и практикам, определенным в обязательной части ОПОП, ( $I$ ) равно количеству индикаторов достижения УК, ОПК, ПКО ОПОП;
- ◆ любая дисциплина и практика части, формируемой участниками образовательных отношений, должна способствовать формированию хотя бы одной ПК;
- ◆ количество различных индикаторов достижения ПКР по всем учебным дисциплинам и практикам, определенным ОПОП, ( $I_{ПКР}$ ) равно количеству индикаторов достижения ПКР ОПОП.

Для определения значений показателей  $I$  и  $I_{ПКР}$  удобно использовать матрицу индикаторов достижения компетенций, строками которой являются все индикаторы (по видам компетенций), заложенные в ОПОП, а столбцами — дисциплины и практики обязательной части, затем части, формируемой участниками образовательных отношений.

Формирование учебных планов является сложной интеллектуальной и логической задачей, решение которой выполняется с привлечением экспертов. В первую очередь это необходимо для рационального выстраивания последовательности изучения дисциплин, с учетом междисциплинарных связей. При этом добиться минимизации количества обратных междисциплинарных связей, временных интервалов между дисциплинами, имеющими межпредметную связь, возможно путем построения сетевой модели, используя автоматизированные технологии сетевого планирования.

Привлечение экспертов необходимо также и для определения степени важности дисциплины в рамках специализации. Полученные мнения позволят провести оценку корректности выбора вида аттестации

по дисциплине (зачет, зачет с оценкой, экзамен) с использованием метода парной ранговой корреляции.

Учитывая вышеизложенное, можно выделить следующие качественные показатели, позволяющие сравнить возможные варианты учебного плана на предмет сбалансированности:

- ◆ количество обратных междисциплинарных связей;
- ◆ длина временного интервала между дисциплинами, имеющими межпредметную связь;
- ◆ временные затраты на формирование компетенции;
- ◆ вид итоговой аттестации;
- ◆ количество различных индикаторов достижения УК, ОПК, ПКО по всем учебным дисциплинам и практикам, определенным в обязательной части ОПОП;
- ◆ количество различных индикаторов достижения ПКР по всем учебным дисциплинам и практикам, определенным ОПОП (при наличии ПКР).

Процесс разработки учебного плана носит итерационный характер. Связано это в том числе и с необходимостью учета изменений на современном рынке труда, что требует ежегодного пересмотра содержания ОПОП. При этом перечень компетенций и индикаторов их достижения должен соответствовать актуальным профессиональным стандартам и формироваться с привлечением к принятию решений работодателей, экспертов и всех заинтересованных лиц профессионального сообщества. Необходимость редактирования учебных планов под современные стандарты, а также разработки учебных планов для новых специальностей и направлений делают актуальной задачу по созданию автоматизированной системы управления с возможностью выбора оптимального (рационального) учебного плана. При этом целесообразно использование описанного в статье подхода к оцениванию эффективности учебного плана по специальности согласно ФГОС ВО 3++.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационное письмо Минобрнауки РФ «О доработке проектов ФГОС и разработке ПООП» № 05–735 от 23.03.2017 г. (Приложение 1) [Электронный ресурс]. — URL: [http://fgosvo.ru/files/files/Letter\\_23032017\\_spec.pdf](http://fgosvo.ru/files/files/Letter_23032017_spec.pdf) (дата обращения: 15.08.2021).
2. Макет примерной основной образовательной программы высшего образования [Электронный ресурс]. — URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/POOP/Makiet\\_POOP\\_23032017.docx](http://fgosvo.ru/uploadfiles/POOP/Makiet_POOP_23032017.docx) (дата обращения: 15.08.2021).
3. Макет ФГОС ВО по уровню образования специалитет (с включением перечня специализаций) [Электронный ресурс]. — URL: [http://fgosvo.ru/files/files/Makiet\\_FGOS\\_VO\\_spietsialitiet\\_spietsializatsii\\_23032017.doc](http://fgosvo.ru/files/files/Makiet_FGOS_VO_spietsialitiet_spietsializatsii_23032017.doc) (дата обращения: 15.08.2021).
4. Пилипенко С.А. Особенности проектирования примерных образовательных программ высшего образования на основе ФГОС 3++ [Электронный ресурс]. — URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/presentations/15.11.2017/pilip.pdf> (дата обращения: 15.08.2021).

© Сазонова Елена Александровна ( Gea.07@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ ДЛЯ НЕОНАТАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕНСОРНЫХ МОБИЛЬНЫХ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ (СМОВ)

## DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED HEALTH MONITORING SYSTEM AND ALERTS FOR NEONATAL INTENSIVE THERAPY USING SENSORED MOBILE CLOUD COMPUTING (CMOS)

**Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud**

*Summary.* Currently, there is an increase in information and telecommunication technologies in many spheres of life. One of the promising systems that are being created and improved are information automated health monitoring systems.

Most of the currently available medical monitoring and control devices are wired, which limits the freedom of the work environment. Touchscreen mobile cloud computing is the best alternative in such an environment [1].

The neonatal intensive care unit is used to care for sick and premature infants. Hypothermia is an independent risk factor for neonatal mortality and morbidity. To prevent this, an automated monitoring system is needed.

With the introduction of automated health monitoring and alert systems for neonatal intensive care using touch-sensitive mobile cloud computing, a healthcare professional can continuously monitor and access this data via a mobile device using a newborn monitoring app.

When an abnormal situation occurs, a warning is generated on the mobile device of a healthy person. By alerting the healthcare provider with this automated system, affected babies are treated early and the likelihood of recovery is increased.

Thus, neonatal monitoring refers to the monitoring of vital physiological parameters of premature and term infants in critical condition [2].

*Keywords:* touchscreen mobile cloud computing, neonatal monitoring, physiological parameters of premature, mobile cloud computing, SMOV, WISE systems, WSN.

**Хассанин Хатем Мохамед Абдель Максуд**  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Хунаньский университет искусств и наук, Провинция Хунань, Китай  
Blombygg1@gmail.com

*Аннотация.* В настоящее время наблюдается рост информационных и телекоммуникационных технологий во многих сферах жизнедеятельности. Одной из перспективных систем, которые создаются и совершенствуются, являются информационные автоматизированные системы мониторинга здоровья.

Большинство доступных в настоящее время медицинских устройств для мониторинга и контроля являются проводными, что ограничивает свободу рабочей среды. Сенсорные мобильные облачные вычисления — лучшая альтернатива в такой среде [1].

Отделение интенсивной терапии новорожденных используется для ухода за больными и недоношенными новорожденными. Гипотермия — независимый фактор риска неонатальной смертности и заболеваемости. Для предотвращения этого необходима автоматизированная система мониторинга. При внедрении автоматизированных систем мониторинга здоровья и оповещения для неонатальной интенсивной терапии с использованием сенсорных мобильных облачных вычислений медицинский работник может постоянно контролировать и получать доступ к этим данным через мобильное устройство с помощью приложения для наблюдения за новорожденными.

Возникновении нештатной ситуации на мобильном устройстве здорового человека генерируется предупреждение. Предупреждая медицинского работника с помощью такой автоматизированной системы, пострадавшим младенцам оказывается помощь на раннем этапе и повышается вероятность выздоровления.

Таким образом, неонатальный мониторинг относится к мониторингу жизненно важных физиологических параметров недоношенных и доношенных детей, находящихся в критическом состоянии [2].

*Ключевые слова:* сенсорные мобильные облачные вычисления, неонатальный мониторинг, физиологических параметров недоношенных, мобильные облачные вычисления, SMOV, WISE системы, WSN.

**В** рамках выполнения работы предлагается использование сенсорных мобильных облачных вычислений. Мобильные облачные вычисления (МОВ) предоставляют богатые вычислительные ресурсы мобильным пользователям, операторам сетей и поставщикам облачных вычислений.

СМОВ — это сочетание облачных вычислений, мобильных вычислений и беспроводных сетей. Преимущество СМОВ перед облачными вычислениями:

1. Гибкость: благодаря гибкости пользователи могут получать доступ к данным с помощью своих устройств из любой точки мира.
2. Доступность данных: доступность данных позволяет пользователю получить доступ к своим данным в любое время.
3. Несколько платформ: МОВ также обеспечивает поддержку нескольких платформ.

Текущая архитектура мобильных облачных вычислений включает следующие компоненты:

1. Региональный центр обработки данных (RDC);
2. Ядро беспроводной связи;
3. Базовые станции.

Текущая архитектура представлена на рисунке 1. Архитектура МОВ позволяет пользователям перенести свои операции в облако[3].

RDC состоит из различных устройств безопасности, источников питания, средств управления средой и т.д. Облачные центры обработки данных расположены в разных местах по всему миру[4].

Удаленный мониторинг здоровья был предложен и исследовался в течение нескольких десятилетий[5]. Датчики и сенсорные сети — это фундаментальные технологии, которые используются для сбора ряда сигналов, связанных со здоровьем. Типичным решением для удаленного мониторинга состояния здоровья является использование смартфона в качестве сетевого шлюза, который собирает сигналы датчиков с дальнейшей обработкой или без нее, а затем передает их в соответствующий сервер обработки данных.

Другой ключевой концепцией является сеть Body Area Network (BAN), которая состоит из ряда взаимосвязанных носимых сенсорных устройств для сбора ряда биомедицинских параметров, таких как ЭКГ, ЭЭГ, артериальное давление и температура тела. Такие узлы датчиков связаны между собой с помощью различных протоколов связи, таких как ZigBee, Bluetooth и WiFi.

Из-за ограниченных вычислительных возможностей сенсорных устройств, которые не могут манипулиро-

вать всеми считываемыми данными, типичным решением является использование смартфона или планшета в качестве компонента обработки данных. С помощью смартфона или планшета можно выполнить ряд задач, например, обработку необработанных данных, визуализацию данных для пользователей и передачу данных в другие центры обработки данных. Пациенты, врачи и члены семьи могут получить доступ к данным через Интернет или мобильное приложение. В качестве примера системы мониторинга рассмотрим структуру носимой IoT-облачной системы мониторинга здоровья (WISE), в которой используется ряд взаимосвязанных носимых датчиков для наблюдения за состоянием здоровья объекта[6].

Можно получить набор биомедицинских сигналов, включая артериальное давление, сердцебиение и температуру тела. Из-за ограниченной памяти и вычислительной мощности узлов датчиков, а также во избежание принятия смартфона в качестве блока обработки данных датчиков, собранные с этих носимых датчиков, будут передаваться непосредственно на облачный сервер.

Общая архитектура WISE системы показана на рисунке 2. Система WISE содержит три основных компонента: сеть WISE body area network (W-BAN), облако WISE (W-Cloud) и пользователя WISE.

W-BAN состоит из трех категорий считывающих устройств, которыми являются датчики пульса, датчики температуры тела, и датчик артериального давления.

Данные датчика сердцебиения указывают на регулярность сердцебиения, которая также может отражать активность миокарда. Датчик сердцебиения обеспечивает простой способ изучения функции сердца, он отслеживает поток крови через мочку уха.

Поскольку сердце проталкивает кровь по кровеносным сосудам в мочку уха, количество крови в ухе меняется со временем. Датчик пропускает световой поток (небольшую лампу накаливания) через ухо и измеряет передаваемый свет. Датчик также можно использовать на кончике пальца или на перепонке кожи между большим и указательным пальцами.

Датчик температуры считывает температуру и показывает температуру в градусах Цельсия. LM35 — это низковольтная ИС, которая потребляет около +5 В постоянного тока. Датчик артериального давления — это неинвазивный датчик, предназначенный для измерения артериального давления человека. Он измеряет систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление с помощью осциллометрического метода[7].

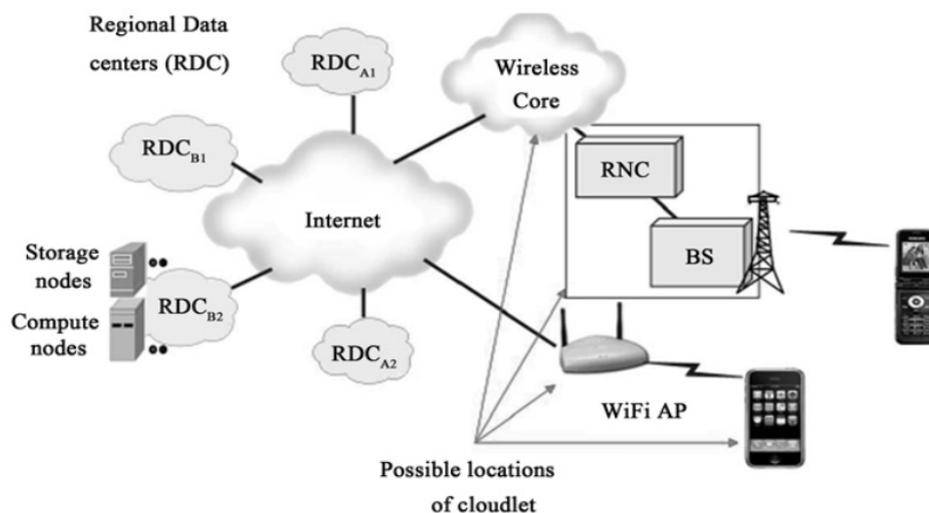


Рис. 1. Текущая архитектура мобильных облачных вычислений

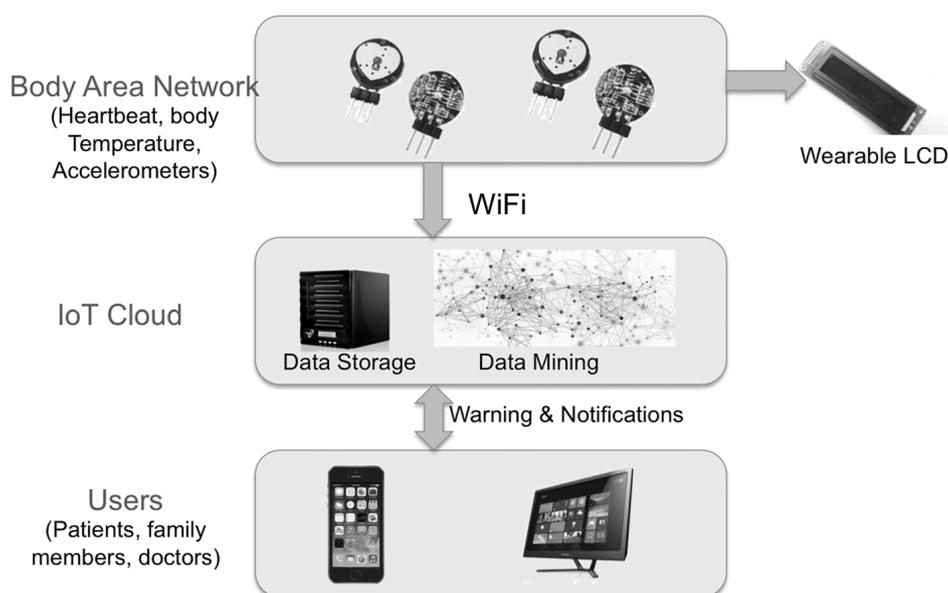


Рис. 2. Общая архитектура WISE системы

Артериальное давление не всегда остается неизменным. Оно меняется в соответствии с потребностями тела. На него влияют различные факторы, включая положение тела, дыхание или эмоциональное состояние, упражнения и сон[8]. Однако с WISE данные из W-BAN можно передавать в облако через Wi-Fi напрямую, без использования смартфона[9]. Представленная в качестве примера система WISE разработана на основе сенсорной платформы Arduino, интегрированной с вышеупомянутыми сенсорными узлами. Архитектура реализации WISE системы представлена на рисунке 3.

В дополнение к датчикам, встроенным в WISE, также используются несколько компонентов. Во-первых, портативный считыватель RFID подключается к платформе Arduino, что облегчает идентификацию различных пользователей, поэтому метка RFID должна составляться для каждого отдельного пользователя.

Легкий ЖК-дисплей включен в качестве альтернативной опции для доступа пользователя к данным, как показано на рисунке 4. Кроме того, WISE также оснащен модулем WiFi, который позволяет передавать данные в облако, а затем позволяет авторизованным пользова-

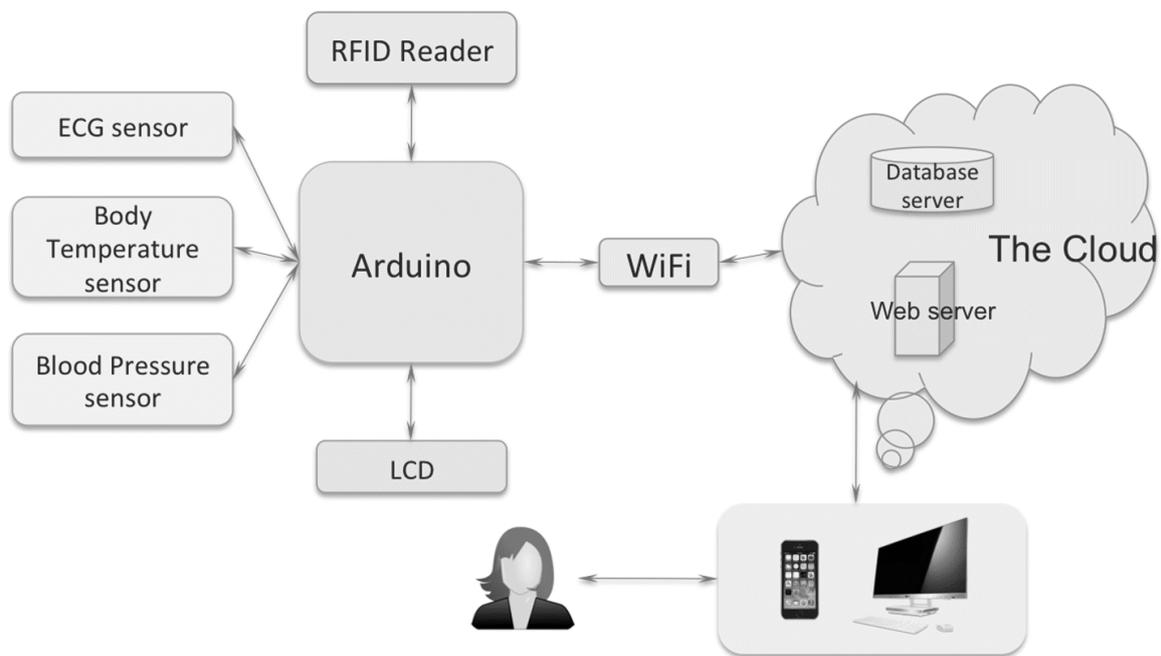


Рис. 3. Архитектура системы WISE

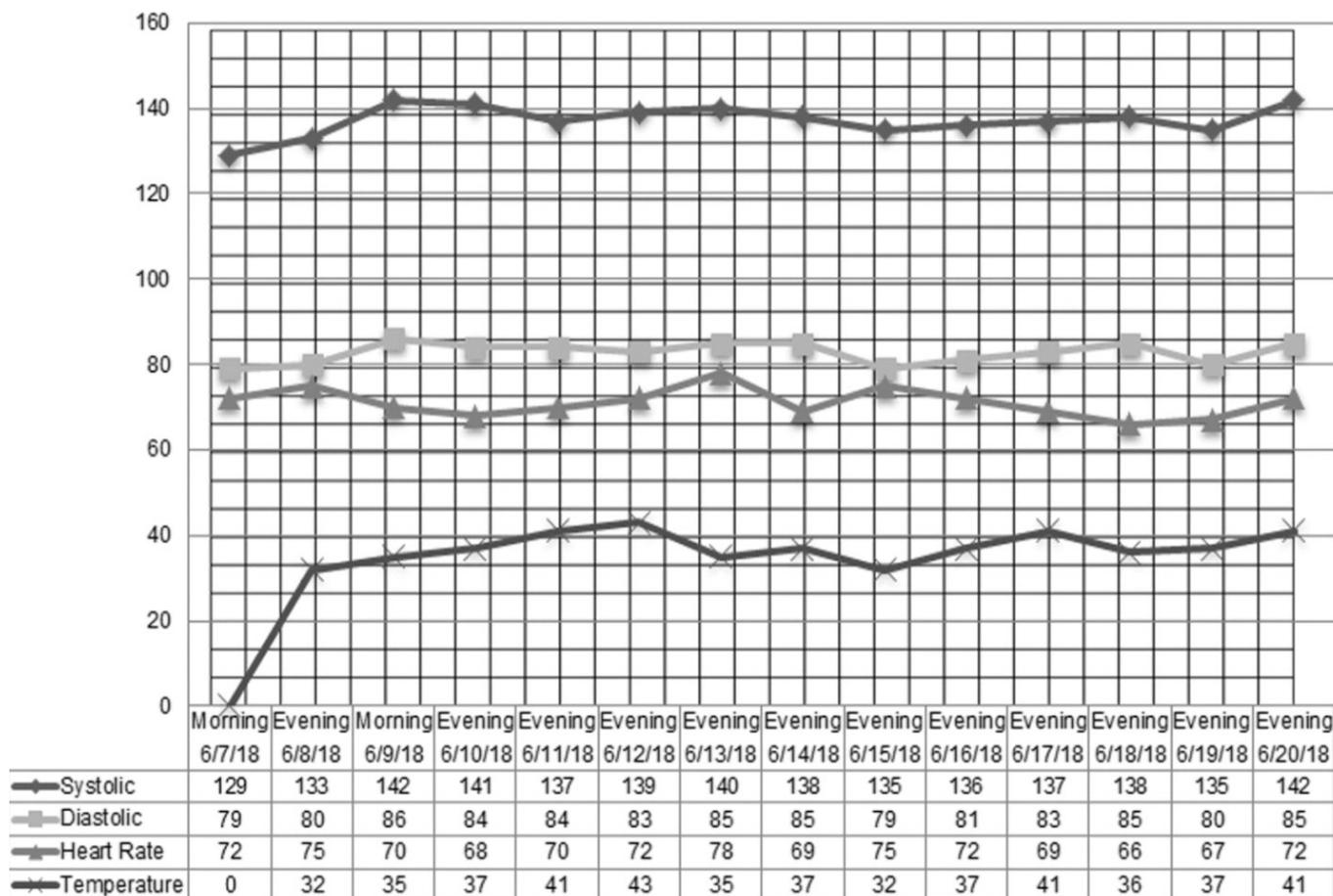


Рис. 4. Исторические данные состояния здоровья пациента

телям получать доступ к данным в реальном времени из любого места в любое время.

С развитием технологий облачных вычислений данные WISE BAN могут храниться и эффективно обрабатываться в облаке. Поэтому применяется механизм фильтрации данных, чтобы избежать недействительных данных. Более того, для выявления и точного диагноза потенциального заболевания часто требуется определенный объем исторических данных; поэтому в WISE-Cloud создается облачная база данных для хранения данных датчиков из WISE-BAN для каждого отдельного пользователя;

- ◆ Визуализация данных. Реализована веб-схема визуализации данных для авторизованных пользователей для доступа к данным;
- ◆ Выявление и уведомление о заболевании. Внезапный сердечный приступ часто серьезно угрожает жизни человека, страдающего сердечными заболеваниями. WISE стремится защитить пациентов от таких травм, и важно, чтобы состояние здоровья пациентов можно было контролировать и понимать. Более того, любое подозрительное или ненормальное показание датчика может быть идентифицировано, и уведомления могут быть отправлены идентифицированным пользователям, таким как члены семьи и врачи.

После подачи питания определяется температура термистора и частота пульса на датчике счетчика импульсов. Та же информация загружается на сервер базы данных WISE-Cloud, а затем отображается на веб-странице в режиме реального времени.

Аналогичный механизм также применяется к датчику артериального давления и данных. Такая информация имеет основополагающее значение для пользователей, позволяющих самостоятельно контролировать состояние своего здоровья, а для врачей — для диагностики потенциальных заболеваний.

Если обнаружено какое-либо ненормальное состояние, для определенной заинтересованной стороны будет сгенерировано предупреждение, которое включает текстовое сообщение для врачей или членов семьи, а предупреждение отображается на ЖК-дисплее для самих пользователей. Кроме того, долгосрочные исторические данные также могут быть визуализированы в облаке, как показано на рисунке 4, на котором показаны данные о сердцебиении и температуре тела за период в несколько недель для конкретного пользователя. Кроме того, аналогичные подходы применяются и для данных датчика артериального давления.

Модуль интеллектуального анализа данных — ключевой компонент для диагностики сердечных заболева-

ний. После извлечения ценных характеристик из данных сердцебиения и температуры тела применяются подходы на основе машинного обучения, такие как SVM и нейронная сеть, для создания моделей принятия решений [10].

Важно отметить, что в литературе освящено несколько примеров создания подобных автоматизированных систем мониторинга здоровья пациентов, однако для пациентов неонатальной интенсивной терапии подобные системы мониторинга практически отсутствуют. Это подтверждает актуальность настоящего исследования.

На основании проведенного обзора литературы по теме исследования представим разработку системы мониторинга здоровья и оповещения для неонатальной интенсивной терапии с использованием сенсорных мобильных облачных вычислений.

Особенностью создания СМОВ является то, что в СМОВ обработка данных датчиков выполняется внутри облака. Поскольку мы знаем, что профилактика лучше лечения, ранняя диагностика заболеваний всегда обеспечивает лучшее качество жизни. В большинстве медицинских учреждений по-прежнему используется проводная среда.

Отделение неонатальной помощи, как сказано в [11] и [12] является такой средой, где вместо проводных соединений можно использовать беспроводные датчики.

Текущая система диагностики получает доступ к жизненно важным параметрам через большое количество проводов. Врачи или медсестра контролируют эти параметры вручную и предпринимают необходимые действия.

Следовательно, требуется альтернатива для мониторинга критических параметров. Оборудование в отделениях неонатальной интенсивной терапии в основном используется для контроля температуры, особенно для предотвращения переохлаждения новорожденного. Потеря тепла у новорожденных, особенно недоношенных, происходит быстро.

Оборудование интенсивной терапии обеспечивает среду, позволяющую контролировать температуру тела новорожденного.

В странах с умеренным климатом или в зимний сезон младенцев помещают под тепло на некоторое время после рождения, чтобы обеспечить термонейтральную среду (TNE).

Обогреватель определяет температуру тела через проводной датчик, прикрепленный к коже, и отобража-

Таблица 1. Диапазон температуры тела новорожденных по данным Всемирной организации здравоохранения

Тип температуры	Температурный диапазон, °C
норма	36,5–37,5
легкое переохлаждение	36–36,4
умеренное переохлаждение	32–35,9
сильное переохлаждение	<32
гипертермия	> 37,5

Таблица 2. Рекомендуемая температура окружающей среды

Масса новорожденного, г	Рекомендуемая температура окружающей среды			
	35 °C	34 °C	33 °C	32 °C
<1500	1–10 дней	11 дней — 3 недели	3–5 недель	> 5 недель
1500–1999	NA	1–10 дней	11 дней — 4 недели	> 4 недель
2000–2499	NA	1–2 дня	3 дня — 3 недели	> 3 недель
> 2500	NA	NA	1–2 дня	≥3 дней

ет измеренную температуру на панели дисплея. Температуру можно контролировать, увеличивая или уменьшая интенсивность источника тепла.

Одновременно меняется и температура окружающей среды. Для предотвращения перегрева необходим постоянный контроль.

Диапазон температуры тела новорожденных по данным Всемирной организации здравоохранения представлен в виде таблицы 1.

TNE — это диапазон внешних температур, при котором потребление кислорода, основная скорость метаболизма, будет наименьшей в зависимости от веса ребенка[13].

Таблица 2. показывает рекомендуемую температуру окружающей среды, которую необходимо поддерживать для TNE.

По степени тяжести переохлажденный ребенок в основном поступает к неонатологу в соответствии с четырьмя состояниями:

- ◆ Состояние 1: Первоначально, когда ребенок находится в легкой гипотермии, то есть в переохлаждении, могут возникнуть следующие признаки, такие как синюшность пальцев рук и ног, холодные руки и ноги и т.д. Все эти симптомы в основном появляются из-за сужения периферических сосудов. Иногда ребенок может непрерывно плакать или чувствовать раздражительность, что может быть ранним проявлением поражения нервной системы из-за переохлаждения.

- ◆ Состояние 2: если переохлаждение не проходит, это может вызвать угнетение нервной системы. Это проявляется в уменьшении подвижности тела, снижении частоты пульса, гипотонии, плохом сосании груди, непреодолимом крике и рвоте. Учащение дыхания и беспокойство проявляются при повышении давления в легочной артерии.
- ◆ Состояние 3: если гипотермия продолжается еще несколько периодов, это может привести к серьезным последствиям, которые характеризуются снижением уровня сахара и насыщения крови кислородом, повышенным потенциальным водородом (PH) крови и т.д. Как правило, коагулопатия может привести к стойкой легочной болезни и гипертония новорожденного. В большинстве тяжелых случаев острая почечная недостаточность увеличивает неонатальную смертность.
- ◆ Состояние 4. В некоторых случаях стойкий хронический холодовой стресс приводит к задержке роста из-за снижения анаболизма.

Судороги характеризуются быстрым и многократным сокращением и расслаблением мышц тела. Это проявляется неконтролируемым движением всего тела или каких-либо частей тела. Судороги — важнейший симптом судорожного расстройства. Следовательно, термин судорога иногда используется как синоним припадка. Однако все судорожные расстройства могут не приводить к судорогам, таким как легкие судороги. В этом случае увеличение частоты сердечных сокращений является одним из наиболее важных ключей к обнаружению судорог. Все судороги, такие как симптом, т.е. нервозность, могут не возникать из-за судорожного расстройства.

Рассмотрим предлагаемую систему мониторинга здоровья и оповещения для неонатальной интенсивной терапии с использованием сенсорных мобильных облачных вычислений.

Принцип работы системы на основе описывается следующими основными положениями:

1. Датчик температуры ( $S_1$ ), датчик ускорения ( $S_2$ ) и датчик измерения частоты сердечных сокращений ( $S_3$ ) прикреплены к поверхности кожи новорожденного с помощью силиконового неаллергенного ремня. Эти датчики измеряют температуру тела, ускорение движения тела и частоту сердечных сокращений новорожденного.

Второй датчик температуры ( $S_4$ ) устанавливается на подставке между детской кроваткой и источником тепла лучистого обогревателя. Этот датчик используется для измерения температуры окружающей среды [14].

2. Эти датчики после измерения соответствующего статуса объекта отправляют значение на базовую станцию датчика, действующую как узел приемника. Узел-получатель отправляет эти значения на компьютер, работающий как блок мониторинга данных, через кабель для передачи данных.
3. Компьютер принимает вес и возраст ребенка в качестве входных данных через программное обеспечение. С компьютера все эти данные, включая состояние работоспособности, отправляются в облако на стороне сервера через точку беспроводного доступа. Внутри облака данные хранятся и обрабатываются.
4. Медицинский работник получает доступ к этим данным внутри облака с помощью приложения для неонатального мониторинга, установленного в его или ее мобильном телефоне. Поскольку данные датчиков, собранные с помощью сенсорных сетей, хранятся и обрабатываются в облаке, а специалисты здравоохранения получают доступ к этим данным с помощью своих мобильных устройств, предлагаемая система называется СМОВ, то есть системой на основе СМОВ.
5. Компьютер, работающий в качестве блока мониторинга данных, устанавливает желаемую температуру окружающей среды в соответствии с весом и возрастом ребенка, как показано в таблице 2.

Затем проверяется, находится ли температура тела от 36,5 до 37,5 °C. Также проверяется, не вышла ли температура окружающей среды за пределы, указанные в таблице 2.

6. В обоих случаях, если возникнет какая-либо неблагоприятная ситуация, программное обеспечение уведомит об этом. В то же время, обнаружи-

вая отклонения от нормы в данных, хранящихся в облаке, на мобильный телефон медицинского работника генерируется предупреждение, чтобы он или она могли принять надлежащие меры.

Следовательно, не только блок мониторинга данных, но и мобильное устройство используется для информирования медицинского работника о необходимости предпринять какие-либо действия при возникновении каких-либо трудностей. Может случиться так, что перед блоком мониторинга данных ничего нет. В таком случае оповещение генерируется на мобильном телефоне здорового человека; в случае возникновения неблагоприятной ситуации медицинский работник автоматически извещается.

7. Информировав медицинского работника, можно устранить любую механическую неисправность, например, если произойдет внезапное повышение уровня излучаемого тепла, которое будет мгновенно обнаружено датчиком и уведомлено в системе, чтобы принять незамедлительные меры для предотвращения перегрева.
8. Может возникнуть ситуация, когда медицинский работник не может прибыть вовремя, и температура должна измениться. В таких случаях лучистый обогреватель работает в режиме сервоуправления для изменения температуры.

В этом случае после генерации предупреждения таймер устанавливается на 60 с. Если таймер истекает, но медицинский работник не приезжает, W-RW изменяет температуру, работая в режиме сервоуправления.

9. Движение тела ребенка определяется датчиком ускорения. Если произойдет резкое повышение значения параметра ускорения, то это будет автоматически уведомлено в системе. Затем медицинский работник примет необходимые меры.
10. Частота сердечных сокращений ребенка измеряется датчиком измерения частоты сердечных сокращений. Если обнаружена какая-либо проблема с сердцем, она будет автоматически уведомлена в системе. Соответственно, медицинский работник примет необходимые меры. Следовательно, в системе постоянно отслеживаются температура, ускорение и частота сердечных сокращений. Если температура, ускорение или частота сердечных сокращений кажутся ненормальными, система автоматически уведомляет медицинского работника через его или ее мобильный телефон в любом месте в любое время с помощью приложения. Затем медицинский работник предпринимает необходимые действия.
11. Предлагаемая система основана на WSN, мобильной сети и облаке. Транспортный протокол

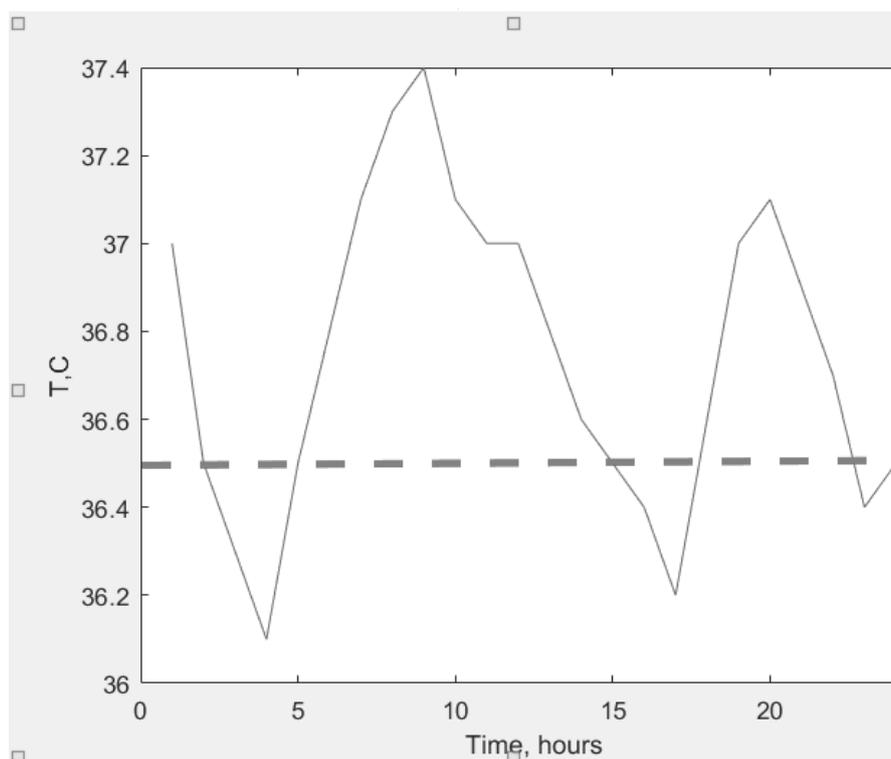


Рис. 5(а). Результаты мониторинга температуры тела ребенка для случая 1. Ниже красной отметки посылается сигнал медицинскому работнику

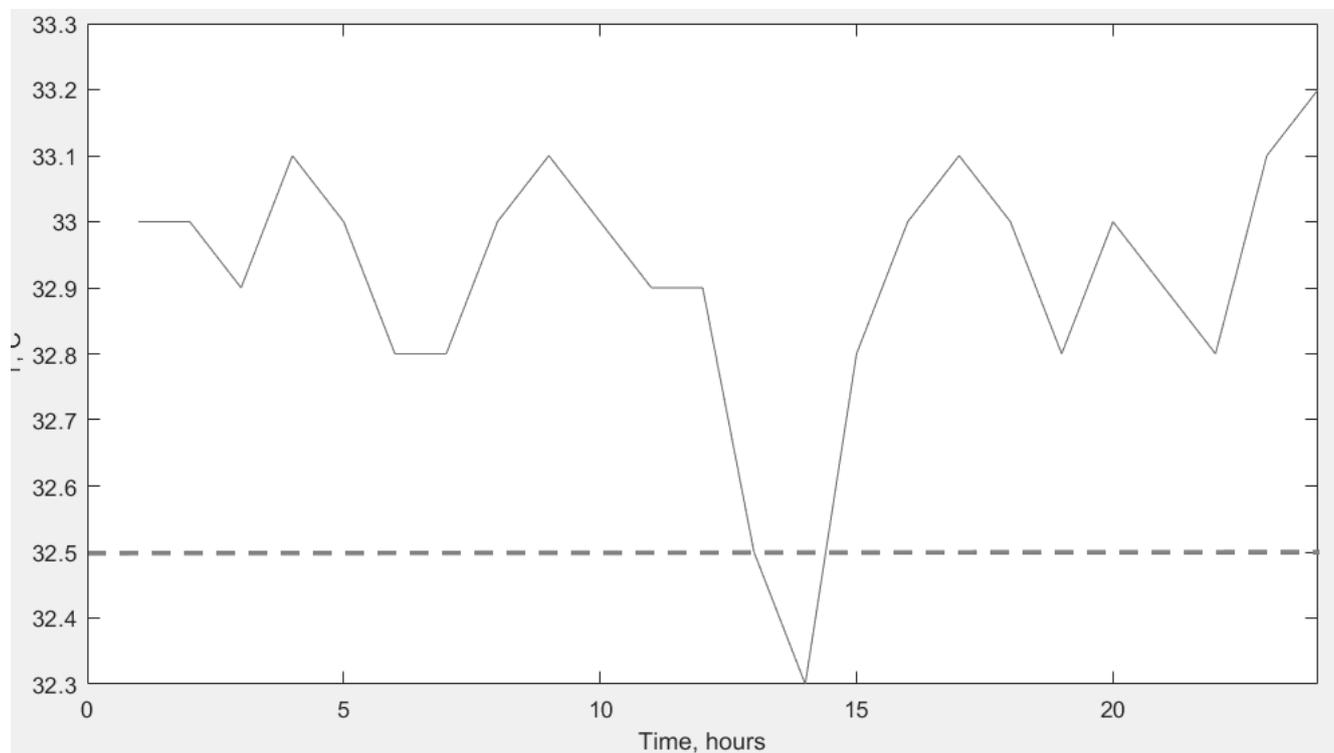


Рис. 5(б). Результаты мониторинга температуры окружающей среды для случая 1. Ниже красной отметки посылается сигнал медицинскому работнику

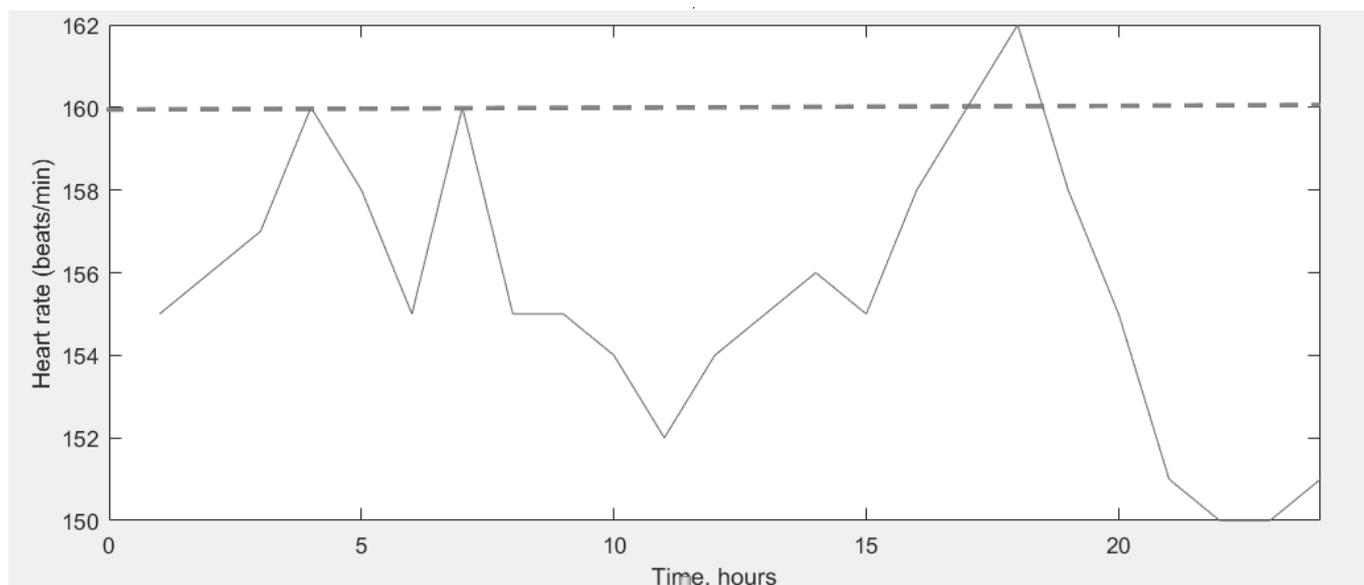


Рис. 5(с). Результаты мониторинга частоты сердечных сокращений для случая 1. Выше красной отметки посылается сигнал медицинскому работнику

телеметрии очереди сообщений используется в системе [15], где безопасность транспортного уровня и уровень защищенных сокетов используются для обеспечения защищенной связи [16].

12. Для аутентификации выполняется двухэтапная проверка. На первом этапе пользователь должен предоставить правильный идентификатор пользователя и пароль. Если предоставленная информация верна, то используется биометрическая аутентификация, где для аутентификации пользователя используется распознавание изображения сетчатки глаза или распознавание нажатия клавиш. Эта двухэтапная проверка выполняется для повышения безопасности системы, поскольку биометрические характеристики каждого пользователя уникальны [17].

Данные с датчиков могут собираться на компьютере с помощью различного программного обеспечения. В работе представлено использование MatLab/Simulink для мониторинга состояния здоровья новорожденных. Таким образом, MatLab является оптимальной системой для мониторинга здоровья и оповещения для неонатальной интенсивной терапии.

Рассмотрим результаты отражения системы мониторинга здоровья для неонатальной интенсивной терапии с использованием MatLab для нескольких примеров.

*Случай 1.* Ребенок весом 1600 г, возраст ребенка — 2 недели. Рекомендуемая температура окружающей

среды — 33°C. Пример снятых данных и переданных в среду MatLab представлены на рисунке 5(а, б и с).

*Случай 2.* Ребенок весом 1300 г, возраст ребенка — 3 дня. Рекомендуемая температура окружающей среды — 35°C. Пример снятых данных и переданных в среду MatLab представлены на рисунке 6(а, б и с).

Таким образом, при повышенном или пониженном значении одного из параметров посылается сигнал медицинскому работнику на мобильный телефон. При использовании такой системы медицинский работник автоматически уведомляется системой о возникновении тяжелого случая, чтобы он мог предпринять необходимые действия для решения проблемы.

### Заключение

В статье представлена автоматизированная система неонатального мониторинга с использованием СМОВ. Использование датчиков в этой системе снижает накладные расходы, связанные с проводным подключением существующих систем. Помимо этого, система может автоматически обнаруживать переохлаждение, гипертермию, сердечные проблемы, некорректную температуру окружающей среды и информировать медицинских работников через мобильные устройства в любом месте в любое время. Хранение данных о здоровье и доступ к ним происходят внутри облака. Немедленное информирование медицинского работника о неблагоприятном случае увеличивает вероятность излечения и обеспечивает лучшее качество жизни.

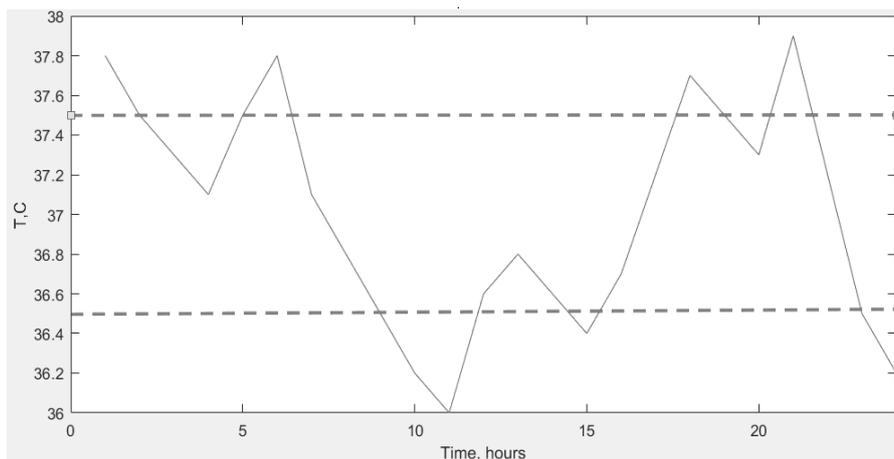


Рис. 6(а). Результаты мониторинга температуры тела ребенка для случая 2. Ниже и выше красной отметки посылается сигнал медицинскому работнику

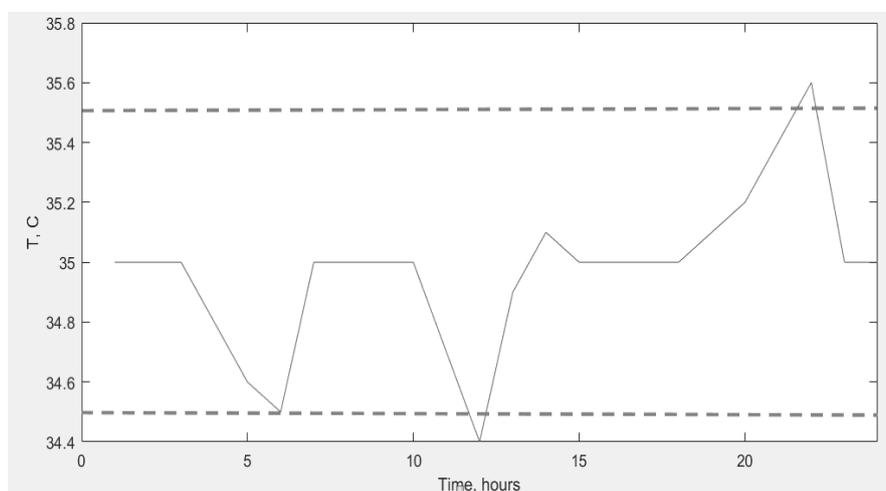


Рис. 6(б). Результаты мониторинга температуры окружающей среды для случая 2. Ниже и выше красной отметки посылается сигнал медицинскому работнику

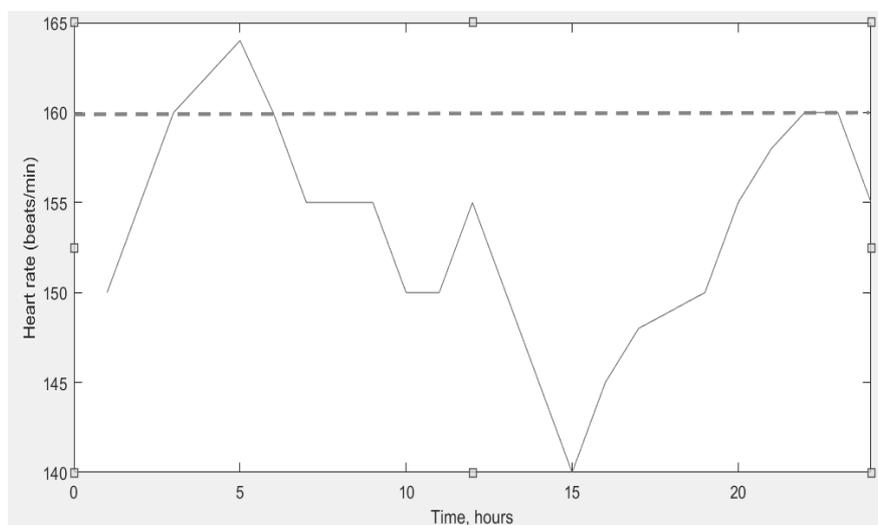


Рис. 6(с). Результаты мониторинга частоты сердечных сокращений для случая 2. Выше красной отметки посылается сигнал медицинскому работнику

## ЛИТЕРАТУРА

1. De D., Mukherjee A., Ray A., ET AL.: 'A novel architecture of green sensor mobile cloud computing', IET Wirel. Sensor Syst., 2016, 6, (4), pp. 109–120.
2. Neonatal Monitoring Technologies: Design for Integrated Solutions [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.igi-global.com/book/neonatal-monitoring-technologies/60777> (дата обращения: 28.09.2021).
3. Интеллектуальные навигационно-телекоммуникационные системы управления подвижными объектами с применением технологии облачных вычислений. — М.: Горячая линия — Телеком, 2014. — 158 с.
4. Zhao, W., Sun, Y. and Dai, L. Improving Computer Basis Teaching through Mobile Communication and Cloud Computing Technology. Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE'10), 2010.
5. Heavy Reading Real World Research. The Mobile Cloud Market Outlook to 2020, 2020.
6. Каар, Н. Интеллектуальные навигационно-телекоммуникационные системы управления подвижными объектами с применением технологии облачных вычислений; РГГУ — Москва, 2015. — 158 с.
7. Kchaou, H., Kechaou, Z. and Alimi, A.M. Towards an Offloading Framework Based on Big Data Analytics in Mobile Cloud Computing Environments. Procedia Computer Science, 53, 2015, pp. 292–297.
8. Fernando, N., Loke, S.W. and Rahayu, W. Mobile Cloud Computing: A Survey. Future Generation Computer Systems, 29, 2013, pp. 84–106.
9. E.Z Piraniy, F. Bulakiwala, M. Kagalwala, M. Kalolwala, S. Raina, Android based assistive toolkit for alzheimer. Procedia Comput. Sci. 79:, 2016, pp. 143–151.
10. P. Verma, S.K Sood, S. Kalra, Cloud-centric IoT based student healthcare monitoring framework. J. Ambient. Intell. Humanized Comput.116:, 2017, pp. 1–17
11. S. Sareen, S.K Sood, S.K Gupta, IoT-based cloud framework to control ebola virus outbreak. J. Ambient. Intell. Humanized Comput.9:, 2016, pp. 1–18.
12. Z. Xia, Y. Zhu, X. Sun, Z. Qin, K. Ren, Towards privacy-preserving content-based image retrieval in cloud computing. IEEE Trans. Cloud Comput.6(1), 2018, pp. 276–286.
13. Z. Yang, Q. Zhou, L. Lei, K. Zheng, W. Xiang, An IoT-cloud based wearable ECG monitoring system for smart healthcare. J. Med. Syst.40(12), 2016, pp. 1–11.
14. J.R Cheng, R.M Xu, X.Y Tang, V.S Sheng, C.T Cai, An abnormal network flow feature sequence prediction approach for DDOS attacks detection in big data environment. Comput. Mater. Continua. 55:, 2018, pp. 95–119.
15. C.R Wu, E. Zapevalova, Y.W Chen, F. Li, Time optimization of multiple knowledge transfers in the big data environment. Comput. Mater. Continua. 54:, 2018, pp. 269–285
16. H. Cheng, D. Feng, X. Shi, C. Chen, Data quality analysis and cleaning strategy for wireless sensor networks. EURASIP J. Wirel. Commun. Netw.61:, 2018, pp. 1–11.
17. A.E Murabet, A. Abtoy, A. Touhafi, A. Tahiri, Ambient assisted living systems models and architectures: A survey of the state of the art. J. King Saud Univ. Comput. Inf. Sci.1(1), 2018, pp. 1–10.

# ПРОБЛЕМА СГОВОРА УЧАСТНИКОВ ТОРГОВ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ В РАМКАХ ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

## THE PROBLEM OF COLLUSION OF BIDDERS AND WAYS TO SOLVE IT IN THE FRAMEWORK OF DIGITAL ECONOMICS PARADIGMS AND BY USING QUANTUM PROBABILITY THEORY

*R. Iuryev  
A. Alodjants*

*Summary.* The work is devoted to the description of new ways of the decision of problems of automation of legal processes in the framework of current problems of setting up of methods of an artificial intellect in law enforcement practice in the conditions of digitization. The current conditions for the development of economics and technology require detailed regulation of the application of artificial intelligence algorithms, including at the legislative level, and in some cases this regulation at the level of regulations is still insufficient. The paper proposes a new approach to solving the problem of recognition and evaluation of collusions of two (and more) participants in public procurement, based on the theory of quantum information. The mathematical criterion of quantum entanglement revealed the degree of consistency in the behaviour of bidders in public tenders, confirmed by available data and expert evaluation. We develop software based on real data for the task of collusions detection; the results were tested by means of expert evaluation of the results.

*Keywords:* automation of legal processes, artificial intelligence, quantum information, consistency of behavior.

*Юрьев Родион Николаевич*

*Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
juryev7@gmail.com*

*Алоджанц Александр Павлович*

*Д.ф.-м.н., профессор, Национальный Центр  
Когнитивных разработок; Университет ИТМО,  
г. Санкт-Петербург  
1. Аннотация*

*Аннотация.* Работа посвящена описанию новых способов решения задач автоматизации юридических процессов в свете текущих проблем внедрения методов искусственного интеллекта в правоприменительной практике в условиях цифровизации. Текущие условия развития экономики и техники требуют детального регулирования вопросов применения алгоритмов искусственного интеллекта, в том числе на законодательном уровне, и в ряде случаев это регулирование на уровне нормативных актов является ещё недостаточным. В работе предложен новый подход для решения задачи распознавания и оценки сговоров двух (и более) участников государственных закупок, основанный на теории квантовой информации. Математический критерий квантовой запутанности позволил выявить степени согласованности поведения участников закупок на публичных торгах, подтвержденный имеющимися данными и экспертной оценкой. На основе реальных данных разработан прототип программного обеспечения для реализации задачи выявления сговоров, проведена апробация результатов на базе экспертной оценки результатов.

*Ключевые слова:* автоматизация юридических процессов, искусственный интеллект, квантовая информация, согласованность поведения.

## Введение

**З**аконодательство никогда не успевало за развивающимися в экономике правоотношениями, однако никогда это отставание не обходилось так дорого для участников рынка, как в настоящее время. Ещё несколько десятилетий назад не стояло задачи контроля денежных переводов, а сейчас, когда именно с помощью такого рода платежей формируются бюджеты многочисленных террористических групп, государство не может позволить оставить себе без надзора даже самые незначительные переводы. Развитие Интернета, переход сделок в онлайн-режим оказался

не только стимулом для развития экономики, но и благодатной почвой для множества злоупотреблений. Недобросовестные игроки на бирже в состоянии микроскопическими операциями на формально законных основаниях обрушить экономику целой страны. Перевод на незначительную для жителя европейской страны сумму в адрес какого-нибудь приверженца террористической идеологии может позволить провести полноценный террористический акт с многочисленными жертвами. Мир стал слишком хрупким для того, чтобы позволить манипулировать им только на основе заранее прописанных правил, которые относительно злоумышленники легко обходят. В результате законо-

дателю приходится делать нелегкий выбор, и всё чаще ему приходится устанавливать каучуковые нормы, передавая полномочия по оценке применимости нормы на уровень исполнителей. В качестве примера можно привести Методические рекомендации Банка России от 21 июля 2017 г. № 18-МР «О подходах к управлению кредитными организациями риском легализации (отмывания) доходов, полученных преступным путем, и финансирования терроризма», где, по сути предлагается осуществлять комплексную оценку всех критериев сомнительных операций, указывается на то, что сами по себе ни неуплата налогов, ни переводы по счетам, не могут являться однозначными критериями операций по отмыванию. С учётом того, что денежные переводы в настоящее время проводятся в режиме реального времени, то есть задержки в перечислении составляют секунды, а количество проводимых банковских операций растёт с каждым годом, становится ясно, что по своей сути эти методические рекомендации обращены не к сотрудникам банка, которые должны контролировать поведение клиентов, а к разработчикам программного обеспечения для оценки рисков. Это — очень существенный момент, который мы можем недооценивать, так как всё происходит на наших глазах, и мы сами являемся участниками этого процесса, из-за чего оценка происходящего может исказиться. Но мы уже находимся в той реальности, когда **законодательство пишется не для правоприменителей, а для разработчиков программного обеспечения**. Конечно, формально никто не отказывается от ведущей роли человека в принятии решений на основе той информации, которую выдаёт программа, но в реальности уже подразумевается, что большинство операций должно осуществляться программой без участия человека. Более того нелинейный (экспоненциальный) рост информации присущий современному обществу (см. напр. Ahmed K. Noor, Potential of Cognitive Computing and Cognitive Systems, Open Eng. 2015; 5:75–88), и связанный с банковскими онлайн операциями требует адекватного подхода как в организации самого процесса, так и верификации установленных процедур. Банки, обязанные соблюдать все требования по борьбе с отмыванием средств, просто не в состоянии содержать такой штат в службе безопасности, чтобы осуществлять принятие решений о блокировке сомнительных операций в ручном режиме, не говоря уже об экономической составляющей в виде себестоимости ручного труда ради отслеживания операций на 10000 рублей.

Возможным решением данной проблемы является цифровизация, которой предстоит проникнуть во все стороны общественной жизни страны, экономики, финансов, что следует из Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года

(утв. Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490).

Несмотря на все возрастающую и прогрессивную роль процесса цифровизации, он обладает также и определенными издержками, связанными с необходимостью математической формализации задач, которые до сих пор лежали в гуманитарной плоскости своего решения. Политическая и общественная оценка происходящего лежит за пределами нашей статьи, однако отметим, что во всём мире эти процессы получают как положительные, так и негативные оценки со стороны общества. Противники цифровизации обращают внимание на нарушение прав личности при тотальном контроле и почти повсеместной прозрачности, сторонники подчёркивают удобство быстрых операций, перетока капиталов и т.д.

В настоящее время не только в России, но и в других странах обострилась проблема блокировки счетов компаний в связи с подозрением в отмывании денег. Блокировки может быть оспорены в судах, однако борьба с довольно сильным противником в виде банка может обходиться недёшево для компании, тем более, что банки вынуждены выплачивать проценты за оспоренные блокировки, как, например, в деле, рассмотренном Арбитражным судом Волго-Вятского округа, где банк заблокировал счёт клиенту, не удостоверившись в наличии оснований для блокировки в соответствии с действующим законодательством. Суд взыскал с банка проценты за пользование денежными средствами за весь период блокировки и обязал разблокировать счёт.

Это значит, что общие правила, установленные нормативными актами, были внедрены компанией неверно. Программное обеспечение, которым они воспользовались, выдало ошибочный ответ, который и привёл к убыткам для них и для их клиентов, а отдельно возможна ещё и ответственность перед надзорными органами. Но каким образом банк мог бы обезопасить себя от таких последствий? В первую очередь это предполагает запрос на правовую определённость нормативных актов, возможность предсказуемого ведения бизнеса для всех добросовестных участников экономической деятельности. В условиях, когда в нормативных актах приводятся только общие указания, причём, как мы рассматривали выше, указания для разработчиков программного обеспечения, обеспечить строгую правовую определённость невозможно и вот почему.

Перед разработчиком программного обеспечения стоит задача собрать воедино требования Центрального Банка РФ для распознавания сомнительной операции. Набор этих критериев должен быть преобразован

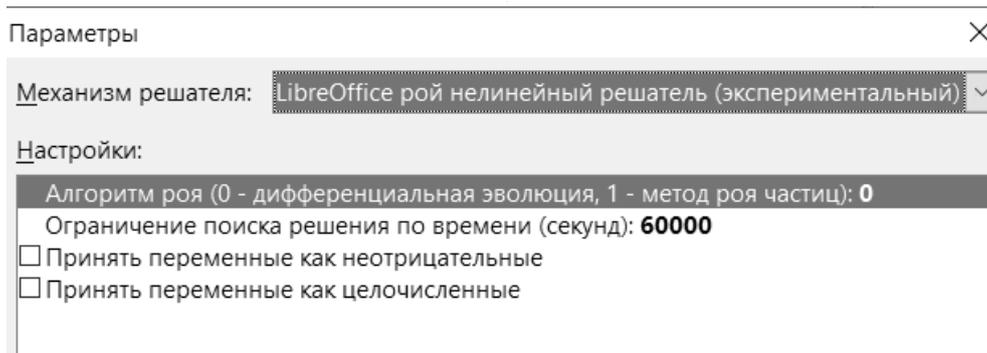


Рис. 1. Механизм решателя в LibreOffice.

из словесных инструкций в математически выверенный алгоритм для компьютера.

Например, такой критерий «фонд заработной платы сотрудников клиента установлен из расчета ниже официального прожиточного минимума» означает, что должна быть реализована выгрузка официальных данных о размере прожиточного минимума, вычислена сумма операций по зарплатному проекту клиента, разделена на количество сотрудников клиента и произведено сравнение с официальным прожиточным минимумом. Однако даже в таком несложном критерии у вдумчивого разработчика должны возникнуть вопросы. Правильно ли мы берём в качестве «фонда заработной платы сотрудников» сумму операций по зарплатному проекту? Или в неё нужно включать среднемесячный размер операций по зарплатному проекту? За какой период? Следует ли учитывать разные размеры заработных плат у сотрудников? Что нужно брать за основу: среднее арифметическое, медиану, моду?

Несложно показать, что в данном случае возможны разные варианты. Например, заработная плата — 100000 рублей у руководителя и 5000 рублей у 10 сотрудников. В среднем заработная плата у 11 человек составляет 150000 рублей, то есть 13636,36 рублей на человека, что выше 11731 рублей, прожиточного минимума для трудоспособного населения за I квартал 2020 года согласно данным Федеральной службы государственной статистики. Однако если мы возьмём в качестве показателя медиану или моду значений, они составят 5000 рублей, что значительно ниже минимума.

В случае рассмотрения дела в суде может встать вопрос о том, каким образом рассчитывать эти суммы, и для каждого из вариантов можно найти обоснование, поэтому без конкретного указания со стороны законодателя никогда не будет определённости, а значит, не будет и уверенности у банка в том, что его не привлекут к ответственности за нарушения.

При этом многообразие математических методов в настоящее время таково, что специалисты в одной сфере математики не понимают специалистов в другой, не говоря уже о традиционном противостоянии между разными направлениями.

Выше мы рассмотрели только варианты с вычислением простого значения, но мы без труда можем отыскать в законодательстве более сложные вычисления. Например, п. 3.13 Правил формирования страховых резервов по страхованию жизни устанавливает, что «величина математического резерва на дату расчета, не совпадающую со страховой годовщиной, **рассчитывается методом интерполяции через величины математического резерва** на ближайшие к дате расчета страховые годовщины», а п. 2.1 ст. 6 Федерального закона от 21.12.2013 № 353-ФЗ «О потребительском кредите (займе)» и вовсе содержит пугающую формулу расчёта процентной ставки базового периода (i):

$$\sum_{k=1}^m \frac{ДП_k}{(1 + e_k i)(1 + i)^{q_k}} = 0$$

Стоит отметить, что вычисление этой ставки без использования компьютера является нетривиальной задачей, потому что закон (вслед за экономической теорией) предусматривает, что процентная ставка есть *наименьшее положительное решение этого уравнения*. За этими скупыми словами стоит целая отрасль математики, ставящая своей задачей поиск экстремума функции, использующая множество методов и приёмов, которые могут различаться по точности. Понятно, что встроенные в электронных таблицах программы поиска этого значения имеют некоторое приближение (кстати, в открытом редакторе электронных таблиц Calc из пакета LibreOffice некоторые функции помечены как «экспериментальные», так как находятся в стадии разработки и создатели не гарантируют точный результат).

Итак, при формулировании норм законодатель в наше время обязан задумываться о том, как эти нормы будут реализованы в программном обеспечении, а для этого нужно соблюдать несколько правил.

В первую очередь необходимо чётко указывать на используемые параметры для расчётов. С этой точки зрения указание на соотношение между «размером фонда заработной платы» и размером официального прожиточного минимума не отвечает принципам правовой определённости и недопустимо в нормативных актах.

Затем законодатель должен определиться с тем, какие средства расчётов являются эталонными для проведения ответственных вычислений. Без ясного понимания степени отклонения в вычислениях от заданной точности мы не можем быть уверенными в результате и справедливости применяемых мер. Достаточно здесь вспомнить о понятии «значительного, крупного и особо крупного размера» наркотических средств, где от вычисления пропорции вещества в смеси (0,0001 грамма для ацетрофина) зависит оценка тяжести связанного с этим преступления. Между тем компьютер может оперировать только такими числами, точность которых конечна, при этом разные языки программирования содержат разные подходы к определению конечной точности дробных чисел (или чисел с плавающей точкой). Это означает, что мы обязаны учитывать ещё и эти обстоятельства.

Все, обозначенные выше примеры касаются технических вопросов и могут быть в принципе решены путём стандартизации. Более сложным является вопрос о фундаментальных ограничениях, связанных с развитием искусственного интеллекта в решениях поставленных задач.

Надо заметить, что граница между языком программирования и текстом технического задания (а со временем, можно предполагать, и нормативным актом) становится всё менее заметной. В некоторых языках программирования инструкции уже достигли очень высокой степени соответствия с естественным языком, например, в языке SQL инструкции пишутся почти «человеческим» языком: «INSERT `текст` INTO `таблица` WHERE `номер` = 1».

Если обращаться к многочисленным определениям «искусственного интеллекта», то мы обнаружим, что к нему относятся системы, которые думают либо действуют подобно людям и те, которые делают это рационально. В первом случае речь идет об антропоморфных системах, которые наряду с важными (когнитивными) функциями человека могут принимать нера-

циональные решения. В этой связи возникает важный вопрос — каким образом такие решения могут приводить к отрицательному результату.

С другой стороны, система, которая руководствуется только рациональными решениями (например, обычные ЭВМ с заложенных в них булевой логикой), очевидно, не является искусственным интеллектом; она всего лишь способна проверить соответствие определённого поля определённому числовому значению, что, по сути, бессмысленно, и именно это, по нашему практическому опыту, и представляет основную проблему старой парадигмы «экспертных систем». Дело в том, что все они составлялись на основе экспертного или, правильнее было бы назвать, порогового подхода, когда эксперт устанавливал некоторые пороги значений, относительно которых и оценивалось состояние исследуемого объекта. При несоответствии объекта пороговому значению сообщалось об отклонении. Системы, построенные по такому принципу и содержащие множество параметров для разных измеряемых состояний, зачастую оказываются бесполезными из-за большого количества ложных срабатываний при работе с реальными объектами. Грубо говоря, такая система будет непрерывно сигнализировать о наличии нарушений во всех финансовых операциях любого, даже самого добросовестного клиента банка.

Сложно сказать, после какого момента начинается обесмысливание процесса пороговой оценки объекта в общественных отношениях, хотя это — интересная тема, касающаяся очень многих сфер и требующая отдельного изучения. Пример с размером наркотиков является наиболее наглядным, ведь, по сути, законодатель имеет очевидное намерение установить разную ответственность не за вес как таковой, а за разные дозы для личного потребления и для продажи. Не имея никакого иного инструмента кроме пороговой оценки, законодатель вынужден использовать именно его, так как в противном случае он должен был бы отдать определение этой дозы на уровень правоприменителей, что может вызывать злоупотребления и сомнения в объективности.

Именно проблема многочисленных ложных срабатываний (или, как это называется в науке о данных, «ошибок первого рода») является одним из основных препятствий в развитии систем искусственного интеллекта. Однако с развитием новых методов искусственного интеллекта, основанных на нейронных сетях, эта программа становится более «умной» и принимает решение на основе множества факторов так же, как это сделал бы человек. Успехи нейронных сетей в распознавании изображений широко известны и в профессиональной среде уже рассматриваются как нечто само собой разумеющееся. Совсем недавно программа для

распознавания текста Fine Reader казалась чем-то невероятным, а сейчас такую программу делают студенты на вводных лекциях по искусственному интеллекту; на улицах мы уже можем видеть беспилотные автомобили, в местах боевых действий — беспилотные летательные аппараты, и т.д. На данный момент уже нет серьёзных препятствий к тому, чтобы поручать решение ряда юридически значимых вопросов нейронным сетям, более того, это активно практикуется в ведущих компаниях. Например, СБЕР сообщает об использовании технологии глубокого обучения в задачах выявления банковского мошенничества. На данном этапе решение о наличии признаков преступления не принимается исключительно программой, она лишь предоставляет информацию для принятия решения человеку и не за горами тот момент, когда нейронная сеть будет распознавать поведение точнее, чем любой специалист службы безопасности, не говоря уже о том, что она в состоянии осуществлять отслеживание в режиме реального времени, практически в момент совершения транзакции — возможность, которая исключена для человека в принципе. Конечно, новая реальность заставит нас учитывать и новые риски, например, такие явления как Deep Fake, когда нейронные сети пытаются обмануть с помощью других нейронных сетей.

#### Новый этап развития законодательства — регулирование алгоритмов принятия решений

Таким образом, мы приходим к новому повороту в регулировании общественных отношений. На одном этапе законодатель имел возможность устанавливать общие положения, давать указания правоприменителю в расчёте на его правосознание («Имея в виду, что законом не установлены критерии отнесения находящихся в незаконном обороте наркотических средств или психотропных веществ к небольшому, крупному, особо крупному размеру, этот **вопрос должен решаться судом в каждом конкретном случае** исходя из их количества, свойств, степени воздействия на организм человека, других обстоятельств дела...», — так предлагал Верховный Суд РФ решать проблему неясности ранее действовавшей ст. 224 УК РСФСР).

На следующем этапе законодатель снабдил нас подробнейшими сведениями о микрограммах наркотиков с точными градациями, исключаящими любое усмотрение суда, зато вызывающими сомнение в справедливости, так как согласно исследованиям, наибольшее количество приговоров приходится именно ровно на пограничный размер. Такие скачки от расширения судейского усмотрения к его сужению не являются исключительно российским явлением и характерны и для других стран, и для других эпох.

Но, очевидно, в настоящее время мы подходим к следующему, принципиально новому этапу, когда решение по некоторым вопросам будет *передаваться полностью (или частично) искусственному интеллекту*, который будет осуществлять эту оценку на основе обработки сотен тысяч образцов. Отчасти, в этой системе уже существуют и работают все клиенты высокотехнологичных банков, подобных Сбербанку или Банку Тинькофф, но впереди всё больше подобных примеров. Распознавание содержимого грузов на таможне, выявление подозрительных лиц на улице, распознавание нарушения правил дорожного движения, — это всё уже существует сейчас, и законодателю бессмысленно закрывать глаза на то, что решения здесь уже принимает нейронная сеть, а не человек.

Что же предлагается урегулировать в этой сфере? Для начала необходимо осознать проблему в комплексе, так как у неё есть очень много сторон: от нарушения прав человека до чисто технических проблем. Затем необходимо создавать каталог требований к техническим решениям для использования на практике правоприменителями и правила их использования. Если речь идёт о блокировке счёта в связи с совершением сомнительной операции, общество, банк, клиент, имеют право по крайней мере понимать причины такой блокировки. К сожалению, нейронные сети в большинстве случаев ответ на такой вопрос дать не в состоянии. Тем не менее, при должной постановке задачи наиболее значимые характеристики можно выявить и проконтролировать, например, с помощью автоматической проверки со стороны Центрального Банка РФ или Росфинмониторинга. То же самое будет касаться и беспилотных автомобилей, для которых жизненно необходимо устанавливать критерии допуска на улицу (впрочем, стандарты для них уже активно разрабатываются).

В настоящей работе рассматривается принципиально новый подход к проблеме выявления сговора в совершенно традиционной сфере, затрагивающей большинство предпринимателей, — публичных торгах, и основанный на применении квантовоподобных алгоритмов к задачам принятия решения. В отличие от тех же алгоритмов глубокого обучения для искусственного интеллекта, применение квантовой теории вероятностей здесь становится оправданным ввиду относительной простоты реализации алгоритма и его последующей интерпретации.

#### Проблемы организации публичных закупок в России и зарубежом

Выявление сговоров является крайне актуальной задачей как в РФ, так и за ее пределами. Согласно разным подсчётам, из-за сговоров теряется до 20% общего

бюджета Европейского Союза. Подсчёты применительно к России дают оценочные объёмы потерь в районе 1–2 триллионов рублей ежегодно.

Статья 24.1 Федерального закона «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 № 44-ФЗ предусматривает осуществление всех закупок в Российской Федерации путём проведения аукционов либо конкурсов. При этом все торги размещаются на едином электронном ресурсе — сайте <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html>.

В 2020 году экономия при заключении контрактов по всей России составила 228,67 миллиардов рублей при общей цене контрактов 4,7 триллиона рублей. Аналогичные схемы госзакупок реализованы в ЕС (<https://ted.europa.eu/TED/main/HomePage.do>) и в других странах. Министерство экономического развития РФ ведёт мониторинг зарубежных и российских порталов публичных закупок на своём сайте.

Система государственных закупок является существенным инструментом государственного управления, обеспечивающим прозрачность процедур распределения бюджетных средств, планирования, статистического учёта, определения реальных цен на рынке и т.п. Бесперебойно работающая система закупок для государственных нужд является неотъемлемой частью механизма управления любого современного государства.

Естественно, всегда существуют лица, заинтересованные в обмане системы. В первую очередь этим занимаются недобросовестные поставщики в связке с организаторами государственных закупок, задача которых — устранить конкурентов, сделать торги безальтернативными и дать возможность победить только одному, заранее определённому участнику.

Механизм такого обмана давно известен, в первую очередь это такая формулировка требований к предмету поставки, что под неё будет подходить только один единственный участник. Из-за этого объём закупочной документации на какие-нибудь канцелярские товары раздувается до 200-страничных договоров, с подробнейшими спецификациями товара и жесткими условиями сделок.

Но, на пути к успешному обману системы торгов есть одно ограничение, мешающее преступникам довести дело до конца втайне: как бы они ни исхитрялись, если в торгах примет участие только один участник, они будут признаны несостоявшимися, и в результате всё сорвётся либо потребует соблюдения специальных

процедур (в РФ необходимо получение согласования сделки с Управлением ФАС). Чтобы такого не случилось, в торгах всегда принимает участие другой, подставной участник, за счёт которого придаётся видимости законности процедуре торгов и скрывается реальный сговор между госзаказчиком и поставщиком.

Конечно, давно ушли в прошлое такие схемы, при которых участники сговора возглавлялись одним и тем же директором, имели одинаковый адрес и одинаковых учредителей. Такие схемы сразу привлекают внимание и легко вскрываются. Поэтому правонарушители стараются скрывать связи между собой, используют разных учредителей, разные адреса, заходят на торги с разных компьютеров (IP-адресов). Однако есть всё-таки одна вещь, которой они не могут избежать, — это похожесть поведения, выражающаяся в некоторой согласованности в различных ситуациях (контекстах принятия решения). Как бы ни пытались они скрывать свою взаимосвязь, они остаются участниками договорённости действовать совместно, имеют общую цель, общие инструменты достижения этой цели, согласовывают своё поведение и в результате выдают себя именно им. Выявление уже самих этих контекстов представляет само по себе нетривиальную задачу.

### Механизм распознавания сговора на основе квантовой теории вероятностей

В отличие от классической теории вероятностей (лежащей в основе алгоритмов глубокого машинного обучения), в квантовой теории определенный контекст (условия) измерения являются ключевым фактором, влияющим на конечный результат. Важно, что здесь мы имеем ввиду вовсе не распознавание сговора с помощью так называемого квантового компьютера, а применение квантовой математики со своей «философией» измерений за пределами естественных наук.

В своё время вопросы распознавания характеристик человека были глубоко разработаны в рамках такого направления как бихевиоризм. Несмотря на значительные недостатки этого направления в психологии, достижения учёных того периода являются полезными с точки зрения распознавания скрытых взаимосвязей между исследуемыми объектами, особенно в ситуации, когда других источников данных на этом этапе исследования у нас нет и не может быть. Но для того, чтобы по поведению, то есть по внешне проявляемым признакам внутреннего процесса, определять сам процесс, состояние или иные характеристики исследуемого объекта, необходимы зачастую непростые вычисления, основанные на классических вероятностных методах и подходах в анализе сложных схем процессов принятия решений,

что в результате и позволяет восстановить исходную картину по последствиям. Решение такого рода задач всегда представляет значительные трудности, поскольку требует учитывать множество факторов и их взаимосвязей. Проще говоря, здесь речь идет о анализе принятия решений в условиях неопределенности, что в некоторых случаях может оказаться невыполнимой задачей.

Подходы квантовой теории вероятностей принципиально отличны. Они основаны на том факте, что эти неопределенности в априорно существуют и сопутствуют квантовой системе при ее эволюции и измерениях, проводимых с ее участием. С недавних пор квантовый аппарат стал успешно применяться для описания систем за пределами естественных наук — в психологии, социологии. Заметим, что когда говорится о квантовых вычислениях, это совершенно не означает, что речь идет о какой-либо «квантовой природе» социальных или психических явлений. Нельзя рассматривать всерьез маргинальные теории, пытающиеся чуть ли не объяснить человеческую психику причинами, лежащими в основе квантовой теории. Об этом приходится напоминать, поскольку в популярной литературе фигурируют такие понятия как «квантовое сознание», «квантовая психология» и прочие ненаучные концепции. Основой таких концепций выступают работы Р. Пенроуза и некоторых других американских ученых. В их работах постулируется некая возможность «квантового воздействия с помощью мысли» на объект, основанная на физических проблемах измерений в квантовой теории. Следует согласиться с теми авторами, которые относят такого рода концепции к маргинальной парапсихологии, не имеющей ничего общего с научными работами. Конечно, нельзя говорить и о какой-либо «теории всего», якобы вытекающей из применения квантовых принципов в сфере гуманитарных знаний.

Достоинством подхода квантовой теории является возможность быстрого и удобного оперирования со множеством потенциальных состояний системы, определенных в Гильбертовом пространстве и имеющих вероятностную интерпретацию в части своей реализации в зависимости от контекста измерения. Именно существование контекстно зависимых измерений (т.е. измерений зависящих от условий их реализации) делает квантовый подход весьма полезным в психологии принятия решений. В частности, применительно к экономическим и социогуманитарным исследованиям известны случаи успешного применения математического аппарата квантовой теории для решения таких задач как предсказание иррационального поведения потребителей на рынке (Канеман, Тверски, Шафир). Вопреки старому традиционному представлению о потребителе на рынке как рациональном субъекте, который

делает выбор согласно рациональным представлениям и предпосылкам, экономическая теория показывает невозможность предсказания в рамках классической теории. Тривиальный вывод о том, что покупатель в магазине действует совсем не рационально, а даже иногда вопреки рациональным предположениям, потребовал применения к задаче предсказания его поведения новых методов, которые не были доступны в рамках старой концепции и не могут быть применены без расширения математического аппарата. Оказалось, что единственным математическим аппаратом, пригодным для таких предсказаний, является аппарат квантовой теории. Главным открытием ученых в этой сфере было то, что поведение участников социальных, экономических и психологических экспериментов полностью описывалось с помощью квантовой теории независимо от различий языков, культур или социальных статусов.

#### Метрика согласованности (concurrency) для выявления сговора на торгах

В нашем исследовании к задаче выявления согласованного поведения участников государственных закупок был использован хорошо известный в квантовой теории критерий оценки особого состояния «запутанности» (entanglement) двух частиц. Не вдаваясь в несущественные для нас подробности квантовой теории, поясним, что две элементарные частицы, находясь в «запутанном» состоянии, можно сказать, «ведут себя» коррелировано (согласованно), даже находясь на большом расстоянии друг от друга и не коммуницируя между собой. Причиной такого поведения является тот факт, что изначально эти частицы были испущены одним и тем же источником частиц обладающим определенными свойствами. Например, молекула, имеющая спин равный нулю, распалась на два атома с противоположно направленными спинами, которые разлетелись в противоположных направлениях. Неопределенностью здесь является направленность спинов (внутреннего момента количества движения) атомов до измерения. Однако, если конкретное направление спина одной из частиц определено в результате измерения, то спин другой частицы — «автоматически» идентифицируется как противоположный.

Важной деталью здесь является тот факт, что для внешнего наблюдателя априорно может быть не известен тот факт, что частицы были испущены в результате распада одной молекулы. В этом случае необходимо провести несколько измерений, в результате которых мы сможем (с некоторой вероятностью) определить насколько скоррелированы состояния этих частиц. В квантовой теории для распознавания «запутанного» состояния у априорно неизвестных нам

(как наблюдателю) частиц введен так называемый параметр согласованности  $C$  (concurrency), который  $C = |\langle \psi | \hat{\sigma}_y \otimes \hat{\sigma}_y | \psi \rangle|$ ,  $0 \leq C \leq 1$ , где  $|\psi\rangle$  — квантовое состояние двух частиц,  $\hat{\sigma}_y$  — матрица Паули.

Таким образом, если  $C = 0$ , то частицы полностью независимы. Наоборот, при  $C = 1$ , полностью зависимы и их поведение согласовано. Значение  $C$ , полученное в пределах  $0 < C < 1$  означает степень согласованности (запутанности) частиц.

### Методика эксперимента и его моделирование

В нашем случае алгоритм выявления «запутанности» частиц предложен для выявления согласованного поведения участников государственных закупок. Заметим, что алгоритм не отвечает на вопрос каким образом сговорились участники торгов (это нам и не интересно). Алгоритм выявляет определенные корреляции в их поведении, в действиях с учетом торгов относительно других участников торгов. Заметим, что сама по себе идея применения этого алгоритма за пределами собственно квантовой теории не нова. В литературе опубликованы положительные результаты его применения в сфере выявления семантических связей, однако в отношении публичных торгов алгоритм применяется впервые. Важно, что в отличие от квантовой физики — в социальных науках соответствующие алгоритмы, методы и подходы имеют не столько абсолютное, сколько относительное значение и смысл, в связи с чем нередко называются квантовоподобными. А именно, применение квантовоподобного алгоритма позволяет за счет использования квантовой математики и соответствующих критериев к обработке данных выявить определенные (превышающие некий «средний» уровень) корреляции в поведении агентов принятия решения, указывающие на их «аномальное» поведение. Отдельный интерес представляет то обстоятельство, что по итогам сравнения характеристик производительности оптимальным инструментом для вычислений оказалась библиотека квантовых вычислений Qiskit, разработанная компанией IBM для квантового компьютера. В случае если этот квантовый компьютер окажется пригодным для практических задач, на нём можно будет решать задачи по отслеживанию сговоров на торгах. Следует заметить, что библиотеке Qiskit использован альтернативный, несколько отличный от традиционного способ вычисления параметра concurrency.

Для начала необходимо определиться с метриками для вычислений, иными словами: что мы будем считать за наличие согласованного поведения, а что — нет. Для этого была создана шкала, где максимальный балл давался в том случае, если участники торгов оказыва-

лись замешанными в сговоре, и это было опубликовано в прессе либо было вынесено соответствующее решение территориального органа ФАС РФ. Минимальный балл давался в тех случаях, когда признаки согласованности были явно маловероятны (например, совершенно разные отрасли, разные регионы). Промежуточные варианты оставлены на усмотрение эксперта.

Следующий этап — сбор данных. Для выгрузки данных с сайта единой информационной системы в сфере государственных закупок предоставлен интерфейс для скачивания данных через FTP. Данные выложены по адресу: <ftp://ftp.zakupki.gov.ru/>. Логин и пароль для доступа к системе: free/free.

В корневом каталоге выбирается папка «3. fcs\_regions», содержащая данные полной выгрузки по регионам опубликованной сайте госзакупок информации.

В указанной папке выбирается каталог конкретного региона и внутри этого каталога выбирается папка «protocols».

В этом каталоге лежат заархивированные файлы XML, например, файл «protocol\_Zabajkalskij\_kraj\_2014060100\_2014070100\_266.xml.zip», размером 1938 KB.

После скачивания этого файла его необходимо разархивировать. Внутри лежит много файлов. Нас интересуют не все из них, а только те, размер которых более 1 Кб и с расширением XML.

В качестве примера рассмотрим файл в каталоге «protocol\_Zabajkalskij\_kraj\_2014060100\_2014070100\_266.xml.zip» — «fcsProtocolOK1\_0191300015614000035\_29767.xml»

В этом файле нас интересуют следующие параметры:

```
<purchaseNumber>0191300015614000035
</purchaseNumber>
```

Это число — является уникальным номером-идентификатором закупки. Номер уникален во всей информационной системе.

Далее необходимо проследовать по следующему пути узлов XML-документа:

```
-<protocolLots>
-<protocolLot>
-<applications>
-<application>
```

Таблица 1

Степень согласованности	Экспертная оценка	Обоснование
0,31897427243	0,75	Сговор подтверждён ФАС
0,28020547364	1	Учредитель замешан в доказанном сговоре
0,21810317681320202	0,75	Сговор подтверждён ФАС
0,20471867031308802	0,75	Сговор подтверждён ФАС

### Предсказанный результат вычисления согласованности относительно экспертной оценки сговора

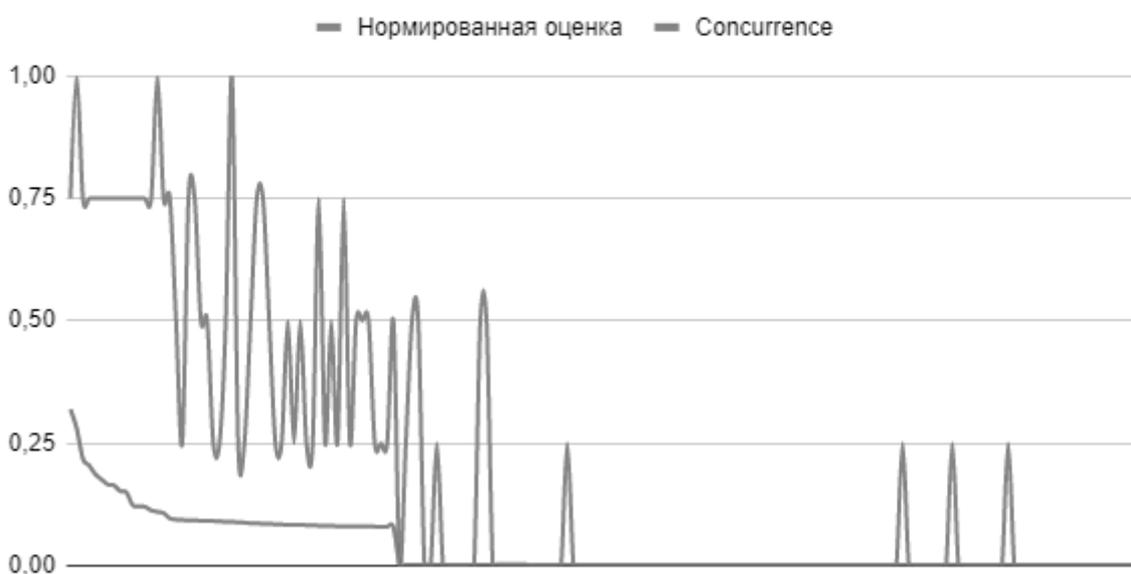


Рис. 2. Соотношение между параметром concurrence и нормированной экспертной оценкой

```
<journalNumber>1</journalNumber>
<appDate>2014-05-26T08:30:00+10:00</appDate>
-<appParticipants>
-<appParticipant>
<participantType>U</participantType>
<inn>5027089703</inn>
```

Нас интересует последний — ИНН, который и представляет собой уникальный номер участника торгов, совпадающий с его индивидуальным налоговым номером.

Данные собираются в единую таблицу. Перед нами не стояла задача охватить всю территорию России и всех участников государственных закупок без исключения, поэтому в рамках исследования было охвачено около 6000 участников и около 7000 закупок нескольких регионах.

Воспользовавшись специализированным программным пакетом для обработки табличных данных Pandas, удалось достигнуть хороших показателей опти-

мизации, так как в рамках работы на согласованность проверялся каждый участник с каждым участником.

Если наша гипотеза о применимости этого алгоритма к выявлению сговора верна, то должны быть получены следующие данные: чем выше параметр concurrence, тем выше вероятность наличия сговора между участниками. Оценка качества работы алгоритма осуществлялась экспертом (впрочем, как показано выше, в отношении верхней части таблицы его роль сводилась только к поиску упоминаний в прессе и в материалах УФАС информации о нарушителях).

Результаты оказались даже несколько неожиданными. Практически везде оценки эксперта совпадали с оценками программы.

Для оценки степени корреляции между оценками эксперта и результатами работы алгоритма применялся коэффициент корреляции Пирсона, который составил 0,81. Но самое главное заключалось в том, что все

участники торгов, получившие максимальные значения параметра concurrence, так или иначе подозревались или были признаны участниками сговора на госзакупках (в таблице 1 приведены первые 4 участника).

### Результаты исследования

Таким образом, впервые была показана эффективность алгоритма вычисления параметра согласованности для решения вполне рутинной задачи государственного управления, с помощью которой можно автоматизировать процесс выявления сговоров на самых ранних стадиях, и, что особенно важно, по таким критериям, которые невозможно фальсифицировать или скрыть. Достигнутый результат является проверяемым, может быть оценён не только с точки зрения общих представлений о поведении участников, но и с помощью экспертной оценки. По сути, мы получаем в руки мощный инструмент, который, в отличие от аналогичных инструментов (например, нейронных сетей) отличается такой характеристикой как проверяемость.

Отметим, что нейронные сети здесь также могут быть использованы для выявления многостороннего сговора, но с применением квантовой математики. В этом случае речь, фактически идет, о новом направлении исследований с применением квантового машинного обучения, что находится в общем русле исследований в этой сфере. Хотя в представленном эксперименте речь идёт только об узкой сфере применения этого инструмента к выявлению только поведения на государственных закупках, это не значит, что его сфера ограничивается таким узким сегментом. Очевидно, что такое же поведение возможно и на любых публичных торгах, включая биржевые. Выявление такого рода согласованного поведения представляет особый интерес в свете борьбы с финансовыми махинациями на рынке.

### Благодарности

Работа поддержана в рамках гос. задания 2019–1339 Министерства науки и высшего образования РФ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Арбитражного суда Волго-Вятского округа от 25.12.2017 № Ф01–5062/2017 по делу № А43–36453/2016.
2. Федеральная служба государственной статистики. Величина прожиточного минимума. [Электронный ресурс] <https://www.gks.ru/vpm> (дата обращения: 25.7.2020).
3. Положение Банка России «О правилах формирования страховых резервов по страхованию жизни» от 16.11.2016 № 557-П (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2016 № 45055) // «Вестник Банка России», № 5, 19.01.2017.
4. Ван Хорн, Джемс К. С., Вахович, мл. Джон М. Основы финансового менеджмента: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Диалектика», 2020. — С. 127.
5. Васильев Ф. П. Методы оптимизации: В 2-х кн. — Новое изд., перераб. и доп. — М.: МЦНМО, 2011.
6. Постановление Правительства РФ от 01.10.2012 № 1002 (ред. от 13.03.2020) «Об утверждении значительного, крупного и особо крупного размеров наркотических средств и психотропных веществ, а также значительного, крупного и особо крупного размеров для растений, содержащих наркотические средства или психотропные вещества, либо их частей, содержащих наркотические средства или психотропные вещества, для целей статей 228, 228.1, 229 и 229.1 Уголовного кодекса Российской Федерации»
7. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. 6-е изд. — СПб.: Питер, 2015. — С. 708.
8. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2016. — С. 35.
9. Пинчук А. Использование методов Deep Learning в задаче выявления мошенничества // Банковское обозрение. Приложение "BEST PRACTICE". 2018. № 2. С. 30–35.
10. Ференец В. DeepFake бросил вызов ЕБС // Банковское обозрение. 2020. № 1. С. 68–69.
11. П. 12 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 27.05.1998 № 9 «О судебной практике по делам о преступлениях, связанных с наркотическими средствами, психотропными, сильнодействующими и ядовитыми веществами».
12. 228-я в граммах и сроках // "Коммерсантъ" от 18.06.2019, 16:20. [Электронный ресурс] <https://www.kommersant.ru/doc/3999368> (дата обращения: 29.7.2020).
13. [Электронный ресурс] <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения: 29.7.2020).
14. [Электронный ресурс] [http://www.ved.gov.ru/rus\\_export/resources/](http://www.ved.gov.ru/rus_export/resources/) (дата обращения: 29.7.2020).
15. Маклаков А. Г. Общая психология. — СПб.: Питер. — 2000.
16. Давыдов А.С., Квантовая механика. 2-е издание, М: Наука, 1973.
17. Busemeyer J.R., Bruza P. D. Quantum models of cognition and decision. — Cambridge University Press, 2012.
18. Haven E., Khrennikov A. Quantum Social Science. New York: Cambridge University Press, 2013.
19. Петренко В. Ф. Теоретические и методологические проблемы психологии: взаимосвязь квантовой физики и психологии сознания // Психологический журнал. — 2014. — Т. 35. — №6. — С. 69–86.
20. Кругляков Э. П. Ученые с большой дороги // Комиссия по борьбе с лже- наукой РАН. — М.: Наука. — 2009.
21. Ilya A. Surov, Sergey V. Pilkevich, Alexander P. Alodjants and Sergey V. Khmelevsky, Quantum Phase Stability in Human Cognition // Frontiers in Psychology. — V.10, p. 929. 2019.

22. Кадомцев Б.Б., Динамика и информация. М.: Редакция журнала «Успехи физических наук», 1997.
23. Валиев К.А., Кокин А. А., Квантовые компьютеры: надежды и реальность. Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.
24. Platonov A.V., Bessmertny I. A., Semenenko E. K., Alodjants A. P. Non-separability “Effects in Cognitive Semantic Retrieving”. In: Aerts D., Khrennikov A., Melucci M., Toni B. (eds) Quantum-Like Models for Information Retrieval and Decision-Making. STEAM-H: Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics & Health. Springer, 2019.
25. Bennett C.H. et al. Mixed-state entanglement and quantum error correction // Phys. Rev. A — At. Mol. Opt. Phys. 1996.
26. Melnikov A.A., Fedichkin L. E., Alodjants A. Predicting quantum advantage by quantum walk with convolutional neural networks // New Journal of Physics — 2019, Vol. 21, No. 12, pp. 125002. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/ab5c5e>

© Юрьев Родион Николаевич (juryev7@gmail.com), Алоджанц Александр Павлович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ И С ПОРАЖЕНИЕМ СТВОЛА КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ

### MODERN APPROACH TO SURGICAL TREATMENT IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME WITH LESIONS OF THE LEFT CORONARY ARTERY

**A. Jalilov**

*Summary.* Cardiovascular surgery is a fairly young and rapidly developing branch of medicine. In recent years, the latest surgical aids have been developed, huge steps have been taken in the anesthesiological support of operations, the range of resuscitation measures has expanded, allowing you to take care of extremely serious patients. In coronary surgery, the emphasis has shifted towards minimally invasive techniques that are most attractive to both patients and surgeons. In this article, we would like to reflect the evolution of treatment methods for patients with lesions of the left trunk of the coronary artery. A number of authors have found that surgical treatment not only reduces the clinical manifestations of acute coronal syndrome, but also significantly prolongs the life of patients [5]. However, the lack of randomization and evaluation of long-term results was a drawback of these studies. Therefore, the next step was to conduct long-term, multicenter, randomized trials that assessed life expectancy, quality and cost of treatment. However, in the arsenal of cardiologists, since 1977, a new treatment for coronary heart disease has appeared — transluminal balloon angioplasty. This technique is actively developing and today most types of atherosclerotic lesions of the coronary bed are successfully corrected with the help of percutaneous angioplasty. Nevertheless, lesion of the left trunk of the coronary artery remains one of the few contraindications for angioplasty. This is due to the high mortality rate in acute occlusion of the LCA trunk, which occurs at the time of balloon inflation, while the risk in coronary artery bypass grafting does not exceed 5%. This position is enshrined in the guidelines for percutaneous coronary angioplasty published by the American College of Cardiology / American Heart Association in 1993 [6]. But, despite the contraindication, transluminal balloon angioplasty is performed in a number of cases in patients with lesions of the LCA trunk. This category includes patients with the so-called «protected» left coronary artery trunk, which implies the presence of a functioning shunt into the left coronary artery system, patients with acute myocardial infarction, as well as those cases when acute occlusion of the trunk occurred at the time of diagnostic catheterization. Balloon angioplasty with stenting in such, often emergency cases, has made it possible to accumulate some experience in the interventional treatment of patients with lesions of the left coronary artery.

**Жалилов Адхам Кахрамонович**

*К.м.н., Каршинский филиал республиканского  
специализированного научно-практического  
медицинского центра кардиологии  
Jalilov\_adham@mail.ru*

*Аннотация.* Сердечно-сосудистая хирургия является довольно молодой и стремительно развивающейся отраслью медицины. За последние годы разработаны новейшие хирургические пособия, сделаны огромные шаги в анестезиологическом обеспечении операций, расширился диапазон реанимационных мероприятий, позволяющих выхаживать крайне тяжелых больных. В коронарной хирургии акцент сместился в сторону малоинвазивных методик, наиболее привлекательных как для пациентов, так и для хирургов. В этой статье мне хотелось бы отобразить эволюцию методов лечения больных с поражением ствола левой коронарной артерии.

Тактика лечение этих пациентов, как и других больных с ишемической болезнью сердца, сводилась к медикаментозному и хирургическому. Вскоре был накоплен достаточный материал, позволивший провести первый ретроспективный анализ и сравнить результаты обоих методов лечения. Рядом авторов было установлено, что хирургическое лечение, не только уменьшает клинические проявления острого коронарного синдрома, но и существенно продлевает жизнь больным [5]. Однако, недостатком данных работ было отсутствие рандомизации и оценки отдаленных результатов. Поэтому следующим этапом было проведение длительных, многоцентровых, рандомизированных исследований, в которых оценивались продолжительность жизни, качество и стоимость лечения.

Так, в арсенале кардиологов, начиная с 1977 года, появилось новое средство лечения ишемической болезни сердца — транслюминальная баллонная ангиопластика. Эта методика активно развивается и на сегодняшний день большинство типов атеросклеротического поражения коронарного русла с успехом корректируется при помощи чрескожной ангиопластики. Тем не менее, поражение ствола левой коронарной артерии остается одним из немногих противопоказаний к проведению ангиопластики. Это связано с высокой летальностью при острой окклюзии ствола ЛКА, возникающей в момент раздувания баллона, тогда как риск при коронарном шунтировании не превышает 5%. Данное положение закреплено в рекомендациях по чрескожной коронарной ангиопластике, опубликованных American College of Cardiology / American Heart Association в 1993 году [6]. Но, несмотря на противопоказание, транслюминальная баллонная ангиопластика выполняется в ряде случаев больным с поражением ствола ЛКА. К данной категории относятся пациенты с так называемым «защищенным» стволом ЛКА, что подразумевает под собой наличие функционирующего шунта в систему левой коронарной артерии, больные с острым инфарктом миокарда, а также те случаи, когда острая окклюзия ствола произошла в момент проведения диагностической катетеризации.

*Keywords:* ischemic heart disease, acute coronary syndrome, trunk of the LCA.

## Введение

**Н**аиболее крупным рандомизированным исследованием стало Coronary Artery Surgery Study (CASS), в котором из 24958 пациентов было отобрано 1484 с поражением ствола ЛКА не менее 50% с нестабильной стенокардией. Целью этой работы было сравнение результатов медикаментозной терапии и коронарного шунтирования. Из 1484 человек медикаментозное лечение проводилось 331 пациенту, а 1153 больных были прооперированы. Выживаемость пациентов оценивалась на протяжении 15 лет.

Средняя продолжительность жизни больных, которым было выполнено коронарное шунтирование составила 13.3 года, тогда как при медикаментозном лечении только 6.6 лет ( $P < 0.0001$ ). За время исследования 25% пациентов, получавших медикаментозную терапию, были прооперированы, а 15-летняя выживаемость в группах хирургического и терапевтического лечения составила 44% и 31% соответственно. [8,9]

Также, в данном исследовании была проведена оценка влияния на среднюю продолжительность жизни степени стеноза ствола ЛКА. В группе хирургического лечения подобной зависимости не оказалось, тогда как при медикаментозной терапии различие средней продолжительности жизни составило 3.2 года ( $P = 0.09$ ) при степени сужения ствола ЛКА от 50% до 59%, 9.4 года ( $P = 0.0001$ ) при стенозе от 60% до 69%, 7.2 года ( $P < 0.0001$ ) при поражении ствола от 70% до 79% и 10.2 года ( $P < 0.0001$ ) при степени сужения  $\geq 80\%$ . [8,11,15]

Результаты данного исследования были использованы при написании рекомендаций по коронарному шунтированию, опубликованных American College of Cardiology и American Heart Association в 1999 году в журнале *Circulation*. После данной публикации преимущество хирургического лечения над медикаментозным стало очевидным и общепризнанным фактом. [5,9]

В госпитале Святого Антония в Нидерландах проведен анализ лечения пациентов с гемодинамически значимым стенозом ствола ЛКА, которым с 1991 по 2001 год была выполнена ангиопластика со стентированием [9,12]. Группа состояла из 71 пациента с «незащищен-

Проведение баллонной ангиопластики со стентированием в подобных, нередко экстренных случаях, позволило накопить определенный опыт интервенционного лечения больных с поражением ствола ЛКА.

*Ключевые слова:* ишемическая болезнь сердца, острый коронарный синдром, ствол ЛКА.

ным» стволем ЛКА, что составило 0.4% от общего числа больных, которым была выполнена баллонная ангиопластика. Тяжелые сопутствующие заболевания послужили поводом для выбора чрескожной ангиопластики вместо коронарного шунтирования у 37 (51.1%) пациентов. Тяжелое поражение периферических артерий было у 19 (26.8%) пациентов, хронические обструктивные заболевания легких с резким снижением легочной функции — у 6 (8.5%) больных, кардиомиопатия — у 4 (5.6%), и злокачественные опухоли — у 1 (1.4%). У 34 (47.9%) человек выбор баллонной ангиопластики основывался в равной степени на предпочтении пациентов и благоприятной анатомии коронарных артерий, несмотря на отсутствие противопоказания к хирургическому лечению. В 23 случаях (32.4%) была выполнена только баллонная ангиопластика, и в 46 (64.4%) случаях использовались стенты. Через 1 год после процедуры выживаемость составила 98.6% (погиб 1 больной). У 11 пациентов процедура осложнилась диссекцией ствола левой коронарной артерии, в одном случае была выполнена экстренная операция коронарного шунтирования. Ни у одного больного за время исследования не развился инфаркт миокарда. Одному пациенту (1.4%) через 6 недель была выполнена повторная ангиопластика, тринадцати пациентам (18.3%) в последующем было выполнено коронарное шунтирование [9,11]

В клинике Пастера в Тулузе с 1994 по 1999 год у 115 пациентов с «незащищенным» стволем ЛКА было выполнено стентирование. Непосредственный успех процедуры составил 100%, госпитальная летальность была 3.5%. Через 7 месяцев повторное стентирование потребовалось в 4% случаев, а операция коронарного шунтирования выполнена в 2% [12,13]. Авторами этой работы были сформулированы основные показания и противопоказания к стентированию «незащищенного» ствола ЛКА.

Показания к стентированию «незащищенного» ствола ЛКА:

1. Острая окклюзия ствола ЛКА.
2. Высокий риск или невозможность выполнения операции АКШ вследствие выраженного обструктивного поражения легких или «диализзависимой» почечной недостаточности.
3. Пациенты с поражением ствола левой коронарной артерии и многососудистым диффузным по-

ражением, препятствующим адекватному шунтированию.

4. Пациенты с низким риском операции АКШ, с хорошей сократительной функцией левого желудочка, с локализацией поражения ствола в устье или в средней части.

Однако, по данным Марсо J. с соавторами, даже опираясь на эти показания к стентированию, чрескожная ангиопластика выполняется лишь в 15% случаев поражения ствола ЛКА, тогда как, подавляющему числу пациентов 71% делают коронарное шунтирование, и оставшиеся 14% лечатся медикаментозно. Таким образом, хирургическое вмешательство, по-прежнему остается основным методом лечения больных с поражением ствола левой коронарной артерии. [13,14]

**Малоинвазивная реваскуляризация миокарда.**

В последние годы в коронарной хирургии акцент сместился в сторону снижения травматизации операций. Основными условиями выполнения стандартной операции коронарного шунтирования являются: срединная стернотомия, искусственное кровообращение, пережатие аорты и кардиоплегическая остановка сердца. Исключение одного или нескольких из этих факторов позволяет значительно снизить операционную травму и способствует более быстрому выздоровлению пациентов, а также позволяет уменьшить затраты на лечение. [15] Существует несколько основных видов миниинвазивной реваскуляризации миокарда. Техника Port-Access coronary surgery включает методику эндовазального бедренно-бедренного искусственного кровообращения с внутрисосудистым пережатием аорты и введением кардиоплегического раствора. [13,14]

Операция выполняется на остановленном сухом сердце через специальные мини-порты полностью торакоскопически. Основным преимуществом данного метода является отказ от срединной стернотомии, однако проведение подобных операций возможно лишь у специально отобранной группы пациентов с односторонним поражением сосудов передней стенки сердца. Другой вид операций миниинвазивной реваскуляризации миокарда Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass (MIDCAB) выполняется через передне-боковую торокотомию в четвертом или пятом межреберье с резекцией реберного хряща, шунтирование выполняется на работающем сердце с использованием стабилизаторов миокарда. [16,19] Недостатками метода является: возможность шунтирования только 1–2 коронарных артерий, при необходимости перехода к ИК приходится выполнять экстренную стернотомию. Off — Pump Coronary Artery Bypass (OPCAB) наиболее распространенный вид миниинвазивной реваскуляризации миокарда. Операция выполняется через стан-

дартную срединную стернотомию, что обеспечивает свободный доступ, как ко всем магистральным сосудам грудной клетки, так и ко всем коронарным артериям. Шунтирование выполняется без использования аппарата искусственного кровообращения и без кардиоплегии. Современные системы стабилизации и вертикализации миокарда позволяют обеспечить достаточную неподвижность участка миокарда в области анастомоза, а также дают возможность работать с любой коронарной артерией без существенного снижения гемодинамики. Единственным противопоказанием для операций OPCAB является необходимость выполнения коронарного шунтирования со вскрытием полости левого желудочка, что требуется при коррекции клапанного аппарата либо при наличии аневризмы левого желудочка. [3,4,8,14]

Стремление кардиохирургов отказаться от искусственного кровообращения связано с наличием большого числа побочных эффектов. К ним относятся: активация системного воспалительного ответа, коагулопатии, задержка жидкости, легочная дисфункция, осложнения со стороны почек, инсульты и нейрокогнитивные расстройства, угнетение иммунитета, реперфузионный синдром. За последние годы проведен ряд работ направленных на сравнение осложнений после операций коронарного шунтирования выполненных в условиях ИК и на работающем сердце. Эти исследования позволили оценить влияние искусственного кровообращения на число и характер послеоперационных осложнений. [4,11]

Искусственное кровообращение является основной причиной интраоперационной микроэмболии и гипоперфузии головного мозга. Одной из работ, направленных на оценку неврологических нарушений, связанных с ИК, стало исследование, проведенное в Германии в Лейпцигском Университете. Сорок пациентов были рандомизированы на 2 группы. Нейрокогнитивный статус оценивался до- и послеоперационным периоде. Также до и после операции определяли в плазме крови уровень высокоспецифичного маркера повреждения головного мозга, протеина S-100, а во время операции выполняли транскраниальную доплерографию средней мозговой артерии. Среднее значение высокоинтенсивных транзиторных сигналов составило 394.5 в группе с ИК по сравнению с 11 в группе пациентов, оперированных на работающем сердце ( $p < 0.0001$ ). Послеоперационный уровень протеина S-100 в группах с ИК и без ИК составил 3.76 мкг/л и 0.13 мкг/л соответственно ( $p < 0.0001$ ). Результаты тестов показали снижение нейрокогнитивной функции у 90% пациентов, оперированных по стандартной методике, и полное отсутствие нейрокогнитивных расстройств в группе малоинвазивной реваскуляризации миокарда. Таким

Таблица 1. Послеоперационные результаты  
(Todd M. Dewey at al. Ann Thorac Surg 2001;72: 788–92)

Показатель	Без ИК (n=100)	С ИК (n=723)	Достоверность
ИМ	1 (1%)	10 (1.4%)	НД
Инотропная поддержка п/ опер.	23 (23%)	454(62.8%)	0.001
Трансфузия	35 (35%)	483 (66.8%)	0.001
Эр. масса	31(31%)	437 (60.4%)	0.001
Тромбомасса	11 (11%)	257 (35.5%)	0.001
Дней п/о	7.8 (±6.4)	7.2(±4.9)	НД
Летальность	1(1%)	34(4.7%)	НД

\*НД — разница не достоверна.

образом, прослеживается четкая связь нейрокогнитивных расстройств с искусственным кровообращением и микроэмболиями, а «off — pump» техника позволяет сократить число подобных осложнений [3,20].

В одном из исследований, посвященных влиянию искусственного кровообращения на функцию почек, было установлено следующее: гломерулярная фильтрация, оцениваемая по клиренсу креатинина и соотношению микро альбуминурии и креатинина мочи, значительно хуже в группе стандартного коронарного шунтирования ( $p=0.0004$  и  $0.0083$  соответственно). К тому же, снижается функция тубулярного аппарата почек, что подтверждается усилением активности N-ацетилглюкозаминидазы. Таким образом, малоинвазивная реваскуляризация миокарда обладает ренопротективным действием по сравнению со стандартной техникой, подразумевающей использование аппарата искусственного кровообращения и кардиоплегическую остановку сердца [8,19]

К очевидным преимуществам малоинвазивного коронарного шунтирования относятся значительное снижение кровопотери в предоперационном периоде, а также снижение трансфузии препаратов крови [11].

В последние годы резко возросла доля малоинвазивных вмешательств в структуре операций коронарного шунтирования. В некоторых клиниках до 97% операций выполняется на работающем сердце. Однако, до недавнего времени, поражение ствола левой коронарной артерии являлось относительным противопоказанием к операциям без искусственного кровообращения, что связано с резким изменением гемодинамики при вывихивании сердца у данной категории больных [20]. Но усовершенствование методов экспозиции миокарда (вакуумные стабилизаторы и вертикализаторы), усовершенствование анестезиологического пособия (использование перидуральной анестезии) привело к появлению ряда статей об успешном выпол-

нении операций OPCABG у больных со стенозом ствола ЛКА.

В 2001 году Dewey с соавторами опубликовал статью, в которой проводился сравнительный анализ больных с поражением ствола ЛКА, оперированных на работающем сердце и в условиях искусственного кровообращения. С января 1998 по октябрь 1999 года было выполнено 823 операции коронарного шунтирования у больных с гемодинамически значимым стенозом ствола левой коронарной артерии, из них 100 операций выполнено по методике OPCAB [3,16]. Отбор пациентов не был рандомизированным, в группу оперированных на работающем сердце выбирались больные с высоким риском осложнений искусственного кровообращения. Сюда вошли пациенты пожилого возраста, больные с поражением почек или со сниженной функцией легких, с инсультами в анамнезе или тяжелым поражением брахиоцефальных сосудов, а также пациенты со значительным кальцинозом аорты. В связи с этим между группами существовали определенные различия. Средний возраст пациентов в группе оперированных на работающем сердце составил 67.6 лет против 63.7 лет в группе с использованием ИК ( $p<0.001$ ), средняя фракция выброса была достоверно ниже в группе стандартной реваскуляризации миокарда ( $48\% \pm 12.6\%$  против  $52\% \pm 12.5\%$ , коэффициент достоверности 0.013). Дооперационная дисфункция почек значительно чаще встречалась в группе OPCAB ( $p=0.003$ ). Во время операции большинству пациентов в обеих группах было выполнено 3 и более шунтов. Индексы реваскуляризации в группах OPCAB и с использованием искусственного кровообращения составили 3.4 и 2.87 соответственно.

Результаты, полученные авторами, в ходе исследования приведены в таблице 1.

Не было выявлено достоверной разницы в послеоперационных осложнениях, в обеих группах было зафиксировано малое количество инсультов, число

легочных и инфекционных осложнений также было сопоставимо.

В результате, отсутствие достоверной разницы в показателях летальности и послеоперационных осложнений между двумя группами, свидетельствует о безопасности операций на работающем сердце у больных с поражением ствола левой коронарной артерии. Кроме того, хотя разница и не достоверна, видна тенденция к снижению летальности в группе OPCABG. А накопление опыта выполнения подобных операций может привести к еще большему снижению этого показателя. [4,13,21]

К преимуществам операций на работающем сердце, выявленным в данном исследовании, относятся: меньшее число случаев использования инотропных средств в послеоперационном периоде, снижение числа трансфузий препаратов крови (эритроцитарной массы, тромбомассы) [6,22].

В том же 2001 году вышла статья группы авторов под руководством Mark Yeatman из Бристольского Института Сердца, в которой были представлены результаты оперативного лечения больных с поражением ствола ЛКА на работающем сердце и с использованием аппарата искусственного кровообращения. В исследование вошли 387 пациентов, из них в группу OPCAB 75 человек и 312 группу стандартного коронарного шунтирования. Пре- и интраоперационные данные у этих больных не отличались, за исключением индекса реваскуляризации, который составил  $3.1 \pm 0.73$  в группе с ИК и  $2.6 \pm 0.76$  в группе без ИК ( $p < 0.0001$ ). Летальность не имела статистически значимых отличий и составила 1.3% в группе OPCABG ( $n=75$ ) и 2.6% в группе ИК ( $n=312$ ). Среди пациентов, оперированных без ИК, отмечено меньшее использование инотропных препаратов (12% против 38.1%  $P=0.0001$ ), временной стимуляции серд-

ца (2.7% против 10.1%  $P=0.02$ ), а также гемотрансфузий (6.7% против 31.4%  $P < 0.0001$ ). В группе OPCABG выявлено меньше случаев послеоперационной инфекции грудины (0% против 6.7%  $P=0.02$ ). Через 24 месяца после проведения операции средняя выживаемость составила  $94.1 \pm 1.7\%$  среди больных оперированных в условиях ИК и  $97.7 \pm 2.3\%$  в группе без ИК. По результатам исследования, авторами сделан вывод о безопасности и эффективности операций на работающем сердце у больных с поражением ствола левой коронарной артерии [5,7,12,18]

В ряде исследований других авторов, также сравнивающих результаты операций OPCABG и операций с использованием ИК у больных с гемодинамически значимым сужением ствола левой коронарной артерии (Cartier et al. 1999; Mujanovic et al. 2004), выявлено отсутствие достоверной разницы в показателях летальности и послеоперационных осложнений, а также подтверждены вышеперечисленные преимущества операций OPCAB.

Больные с поражением ствола левой коронарной артерии, по-прежнему, остаются группой, требующей повышенного внимания при лечении. Преимущества коронарного шунтирования у подобных больных очевидны, однако, накопление опыта выполнения эндоваскулярной ангиопластики, а также появление новых стентов с покрытиями, может, со временем, поставить под сомнение подобное утверждение. Снижение травматичности операций коронарного шунтирования за счет отказа от искусственного кровообращения является наиболее перспективной и привлекательной методикой для пациентов и хирургов. Необходимо дальнейшее изучение безопасности и эффективности операций на работающем сердце, однако уже сейчас ясно, что становится все меньше противопоказаний для данного вида вмешательства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белов Ю.В., Лысенко А.В., Комаров Р.Н., Стоногин А.В. Результаты коронарного шунтирования без искусственного кровообращения у пациентов со стенозом ствола левой коронарной артерии и его эквивалентом. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2016; -vol 5 —P. 18–22.
2. Бокерия Л.А., Алекян Б.Г., Бузиашвили Ю.И., Голухова Е.З., Никитина Т.Г., Мерзляков В.Ю., Алшибая М.М., Стаферов А.В., Закарян Н.В., Сравнение результатов чрескожного коронарного вмешательства и аортокоронарного шунтирования при поражении незащищенного ствола левой коронарной артерии. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 2013. -vol 6 —P. 33–40.
3. Бабакулова Н.М., Желихажева М.В., Ибрагимов Р.Г., Ключников И.В., Мерзляков В.Ю. Аортокоронарное шунтирование на работающем сердце при критическом поражении ствола левой коронарной артерии: безопасность, эффективность, результат. Анналы хирургии. — 2014. —vol. 3 —P. 26–31.
4. Казанчан П.О., Попов В.А., Сотников П.Г., Козорин М.Г., Циклин И.Л. Миниинвазивная васкуляризация миокарда у больных со стенозом ствола левой коронарной артерии. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2010 -vol 3 —P. 7–12.
5. August P, Brooks MM, Hardison RM, Kelsey SF, MacGregor JM, Orchard TJ, Chaitman BR, Genuth SM, Goldberg SH, Hlatky MA, Jones TL, Molitch ME, Nesto RW, Sako EY, Sobel BE. A randomized trial of therapies for type 2 diabetes and coronary artery disease. N Engl J Med. — 2009. — vol.360 — P. 2503–2515.
6. Ahn JM, Roh JH, Kim YH, et al. Randomized trial of stents versus bypass surgery for left main coronary artery disease: 5-year outcomes of the PRECOMBAT study. J Am Coll Cardiol — 2015. —vol .65 —P. 2198–206.

7. El-Menyar AA, Al Suwaidi J, Holmes DR Jr. Left main coronary artery stenosis: state-of-the-art. *Curr Probl Cardiol* –2007. —vol 32-P. 103–93.
8. Gasior M, Zembala MO, Tajstra M, Filipiak K, Gierlotka M, Hrapkowicz T, Hawranek M, Polonski L, Zembala M. Hybrid revascularization for multivessel coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Interv.* — 2014. -vol 7. -P 1277–1283.
9. Mäkikallio T, Holm NR, Lindsay M, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *Lancet* –2016 -vol. 388:2743.
10. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet* –2013. -vol 381 –P. 629–638.
11. Morice MC, Serruys PW, Kappetein AP, et al. Five-year outcomes in patients with left main disease treated with either percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting in the synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery trial. *Circulation* –2014. —vol. 129 –P. 2388.
12. Morice MC, Serruys PW, Kappetein AP, et al. Five-year outcomes in patients with left main disease treated with either percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting in the synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery trial. *Circulation* –2014. —vol. 129. —P. 2388–2394.
13. Park SJ, Kim YH, Park DW, et al. Randomized trial of stents versus bypass surgery for left main coronary artery disease. *N Engl J Med* –2011. —vol. 364 — P. 1718–27.
14. Park SJ, Kim YH, Park DW, Lee SW, Kim WJ, Suh J, Yun SC, Lee CW, Hong MK, Lee JH, Park SW. Impact of intravascular ultrasound guidance on long-term mortality in stenting for unprotected left main coronary artery stenosis. *Circ Cardiovasc Interv.* —2009 — vol. 2 -P167–177.
15. Ragosta M, Dee S, Sarembock IJ, et al. Prevalence of unfavorable angiographic characteristics for percutaneous intervention in patients with unprotected left main coronary artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv* –2006 –vol 68 — P. 357–366.
16. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, Mack MJ, Stahle E, Feldman TE, van den Brand M, Bass EJ, Van Dyck N, Leadley K, Dawkins KD, Mohr FW. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med.* —2009. —vol. 360 — P. 961–972.
17. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* –2009; -vol. 360 — P. 961–967.
18. Stone GW, Kappetein AP, Sabik JF, et al. Five-Year Outcomes after PCI or CABG for Left Main Coronary Disease. *N Engl J Med* — 2019 -vol. 381 –P. 1820.
19. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Gerry S, Benedetto U, Flather M. Randomized trial of bilateral versus single internal-thoracic-artery grafts. *N Engl J Med.* —2016. —vol. 375 -P. 2540–2549
20. Taggart DP, Kaul S, Boden WE, et al. Revascularization for unprotected left main stem coronary artery stenosis stenting or surgery. *J Am Coll Cardiol* –2008. —vol.51 — P. 885–891.
21. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J* — 2014 — vol. 35. —P. 2541–619.
22. Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* –1994. —vol. 344 — P. 563–570

© Жалилов Адхам Кахрамонович ( Jalilov\_adham@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ПЕРСОНИФИЦИРОВАННАЯ ТЕРАПИЯ КЛИМАКТЕРИЧЕСКОГО СИНДРОМА В СОЧЕТАНИИ С СИНДРОМОМ ПЕРИМENOПАЗАЛЬНОГО ДЕФИЦИТА МЕЛАТОНИНА

### PERSONALIZED THERAPY OF MENOPAUSAL SYNDROME IN COMBINATION WITH PERIMENOPAUSAL MELATONIN DEFICIENCY SYNDROME

A. Mamontova

*Summary.* Menopausal syndrome (MS) is the leading manifestation of pathological menopause. Along with the deficiency of sex steroids in MS, there is a change in the synthesis of the pineal gland hormone melatonin (MT), which leads to the formation of perimenopausal melatonin deficiency syndrome (PMDS). We have developed an algorithm for stratification of women in the menopausal transition and postmenopausal women with MS in combination with PMDS for the selection of differentiated therapy. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of the developed algorithm. The study included 163 women: groups 1, 2, 3, and 4 included patients with MS and sleep disturbance, the control group 5 included women with physiological postmenopause. Patients' quality of life (QOL) was assessed according to a special WHQ questionnaire after collecting their anamnesis, assessing anthropometric data, determining the severity of MS and the hormonal profile. Statistical data processing was carried out using the SPSSv13.0 program. At the initial point of the study before the therapy, the  $\chi^2$  criterion was applied and in dynamics — the Wilcoxon test. Based on the study, the high clinical efficacy of the developed algorithm for stratification of women for the selection of differentiated therapy in the menopausal transition and postmenopausal patients with CS in combination with PMDS has been proved.

*Keywords:* climacteric syndrome, women, melatonin, phytoestrogens, menopausal hormone therapy, quality of life.

**Мамонтова Александра Георгиевна**

Врач акушер-гинеколог, Соискатель, ГАУЗ ОКБ № 3  
(г. Челябинск)

Alexandramamontova@rambler.ru

*Аннотация.* Климактерический синдром (КС) является ведущим проявлением патологического климактерия. Наряду с дефицитом половых стероидов при КС наблюдается изменение синтеза гормона эпифиза мелатонина (МТ), что приводит к формированию синдрома перименопаузального дефицита мелатонина (СПДМ). Нами был разработан алгоритм стратификации женщин в менопаузальном переходе и постменопаузе с КС в сочетании с СПДМ для подбора дифференцированной терапии. Целью данного исследования была оценка эффективности разработанного алгоритма. В исследование вошли 163 женщины: в группы 1, 2, 3 и 4 включены пациентки с КС и нарушением сна, в контрольную группу 5 — с физиологически протекающей постменопаузой. После сбора анамнеза, оценки антропометрических данных, определения степени тяжести КС и гормонального профиля пациенток оценивалось их качество жизни (КЖ) по данным специального опросника WHQ. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программы SPSSv13.0. В начальной точке исследования до старта терапии применен критерий  $\chi^2$  и в динамике — тест Вилкоксона. На основании проведенного исследования доказана высокая клиническая эффективность разработанного алгоритма стратификации женщин для подбора дифференцированной терапии в менопаузальном переходе и постменопаузе при КС в сочетании с СПДМ.

*Ключевые слова:* климактерический синдром, женщины, мелатонин, фитостероиды, менопаузальная гормональная терапия, качество жизни.

### Актуальность

**К**лимактерический синдром (КС) является ведущим проявлением патологического климактерия. Наряду с дефицитом половых стероидов при КС наблюдается изменение синтеза гормона эпифиза мелатонина (МТ), что приводит к формированию синдрома перименопаузального дефицита мелатонина (СПДМ) — симптомокомплекса, связанного с нарушением синтеза гормона эпифиза МТ и клинически харак-

теризующийся доминированием жалоб на нарушение сна, болевых ощущений в теле, наличием депрессии, тревоги/страхов и соматических симптомов (усталость, головокружение, тошнота; боль в спине, руках/ногах; покалывание в кистях рук/ступнях) [1]. КС и СПДМ являются коморбидными состояниями, нарушающими климактерическое здоровье женщин [2], а подходы к дифференцированному лечению данной патологии требуют дальнейшего изучения, что и определило цель нашего исследования.

## Цель исследования

Цель данного исследования заключалась в определении эффективности дифференцированного подхода в лечении женщин с КС в сочетании с СПДМ.

## Материалы и методы

В исследование вошли 163 женщины. В группы 1, 2, 3 и 4 включены пациентки, которые предъявляли жалобы на наличие климактерических симптомов и нарушение сна. В контрольную группу 5 вошли женщины с физиологически протекающей постменопаузой.

Пациентки, обратившиеся на прием по проблемам климактерия, были разделены на группы, согласно разработанному нами алгоритму стратификации женщин для дифференцированной терапии КС в сочетании с СПДМ [3].

В группу 1 (n=43) были включены женщины с КС легкой степени и СПДМ, в том числе при доминировании жалоб на нарушение сна, наличие депрессии, повышенной утомляемости, а также больные с КС любой степени и СПДМ при наличии противопоказаний к фитоэстрогенам (ФЭ) и менопаузальной гормональной терапии (МГТ). Этим пациенткам назначена монотерапия мелатонином (МТ) по 3 мг за 30 мин до сна на протяжении 3 месяцев. В группу 2 (n=41) включены пациентки с КС легкой степени и СПДМ при наличии противопоказаний к назначению МТ, а также женщины с КС любой степени тяжести и СПДМ, которые отказались от МТ и МГТ. Данным пациенткам назначен ФЭ — синтетический гинестеин по 30 мг 2 раза в день в течение 3 месяцев. Группа 3 (n=24) состояла из женщин с КС средней и тяжелой степени в сочетании с СПДМ, которые получали комбинированную терапию — препараты МГТ и МТ не менее 3 месяцев. В группу 4 (n=25) включены женщины с КС различной степени тяжести и СПДМ при наличии противопоказаний к назначению МГТ. Пациенткам назначена комбинированная терапия — МТ и синтетический гинестеин (ФЭ) в течение 3 месяцев. Контрольная группа 5 (n=30) находилась под динамическим наблюдением врача. Всем пациенткам проводился сбор анамнеза, определение модифицированного менопаузального индекса (ММИ) (Kupperman H. et al. 1959 г, в модификации Уваровой Е.В. 1983 г.) [4], индекса массы тела (ИМТ), соотношение окружности талии к окружности бедер (ОТ/ОБ). Для выявления дефицита МТ использовался метод анкетирования, применялся тест-опросник на дефицит МТ (ТОДМ) [5], при этом показатели от 0 до 4 баллов соответствовали норме, результат от 5 до 9 баллов свидетельствовал о том, что уровень МТ начинал снижаться, а от 10 до 14 баллов регистрировался явный дефицит МТ [5]. С помощью лабораторного метода (ИФА) про-

дилось определение концентрации ФСГ, ЛГ, эстрадиола, общего тестостерона и пролактина сыворотки крови.

Для оценки параметров качества жизни (КЖ) пациентки заполняли специальный опросник WHQ (Women's Health Questionnaire) (автор — dr. MyraHunter, Department of Psychology Adamson Centre ST Thomas Hospital Lambeth Palace Road, London, UK) [6, 7], психометрические свойства которого в среде русскоязычной популяции изучены отечественными авторами [8, 9]. Опросник состоит из 37 вопросов, которые объединяются в 9 шкал [6, 7, 8]: «депрессия» (Д), «физические/соматические симптомы» (ССМ), «память» (П), «вазомоторные симптомы» (ВСМ), «тревожность/страх» (ТС), «сексуальное нарушение» (СН), «проблемы со сном» (С), «менструальные симптомы», «привлекательность» (П). Каждая шкала имеет размерность от 0 до 1 балла, чем ближе значение к 0, тем лучше КЖ респондента. Оценка вопросов проводится по четырехбалльной системе [8]. Шкала «менструальные симптомы» нами не анализировалась ввиду того, что часть пациенток имела длительную аменорею. [8].

Эффективность разработанного алгоритма стратификации женщин для дифференцированной терапии КС в сочетании с СПДМ была оценена в четырех группах в нескольких точках исследования (через 1 и 2—3 месяца и через 5—6 месяцев). Статистическая обработка данных производилась с помощью программы SPSSv.13.0. По критерию Вилкоксона в динамике оценивались изменения в группах веса, индекса массы тела (ИМТ), соотношения окружности талии и бедер (ОТ/ОБ), модифицированного менопаузального индекса (ММИ), результата теста-опросника на дефицит МТ.

## Результаты

На первом этапе был проведен сравнительный анализ между всеми группами до старта терапии. Средний возраст пациенток не имел статистически значимых отличий и в группе 1 составил  $53,2 \pm 6,9$  года, в группе 2 —  $52,8 \pm 6,2$  лет, в группе 3 —  $51,7 \pm 4,5$  лет, в группе 4 —  $53,9 \pm 4,6$  лет и в группе 5 —  $52,2 \pm 5,3$  года ( $\chi^2=0,04$ ;  $p_{1-5}=0,85$ ).

При анализе антропометрических данных ИМТ в группах 1, 2 и 3 соответствовал избыточной массе тела ( $27,6 \pm 4,7$ ;  $27,3 \pm 5,3$  и  $26,5 \pm 5$ , соответственно), а в группах 4 и 5 — норме ( $24,9 \pm 4,0$  и  $24,6 \pm 4,0$ ). Соотношение ОТ/ОБ было менее 0,85 во всех группах, что соответствовало нормальному распределению жировой ткани. Статистически значимых различий по антропометрическим данным между группами выявлено не было.

Статистически значимо группы отличались по ММИ, при этом у пациенток групп 1—4 он соответствовал

Таблица 1. Показатели модифицированного менопаузального индекса обследованных женщин в начальной точке исследования

Показатели	Группа 1 n=43	Группа 2 n = 41	Группа 3 n = 24	Группа 4 n =25	Группа 5 n = 30	Хи-квадрат	Уровень значимости p
	Me (LQ; UQ)	Me (LQ; UQ)	Me (LQ; UQ)	Me (LQ; UQ)	Me (LQ; UQ)		
ММИ, баллы	26 (20; 32)	22 (15,5; 28)	26,5 (22; 32,7)	21 (15; 27,5)	7,5 (6; 9)	6	0,01

Примечание: ММИ-модифицированный менопаузальный индекс

Таблица 2. Показатели уровня качества жизни групп в начальной точке исследования по данным специального опросника WHQ

Шкалы WHQ/ Точки исследования	Группа 1 n=43 Me (LQ; UQ)	Группа 2 n= 41 Me (LQ; UQ)	Группа 3 n= 24 Me (LQ; UQ)	Группа 4 n=25 Me (LQ; UQ)	Группа 5 n= 30 Me (LQ; UQ)	Хи-квадрат	Уровень значимости p
T0							
Д	0,43 (0,29; 0,57)	0,29 (0,14; 0,42)	0,43 (0,29; 0,57)	0,29 (0,14; 0,43)	0,29 (0,14; 0,43)	4,19	<b>0,04</b>
ССМ	0,57 (0,43; 0,86)	0,71 (0,29; 0,86)	0,71 (0,57; 0,86)	0,43 (0,29; 0,86)	0,29 (0,14; 0,43)	0,16	0,69
ПВ	0,67 (0,33; 1,0)	0,67 (0;1)	0,67 (0,33;1)	0,67 (0,33;1)	0,33 (0;0,67)	0,74	0,39
ВСМ	1,0 (0,5; 1,0)	1 (0,5;1)	1 (1;1)	1 (0,5;1)	0,5 (0,5;1)	1,13	0,29
ТС	0,50 (0,25; 0,75)	0,25 (0;0,5)	0,50 (0,25;0,75)	0,25 (0;0,63)	0,25 (0; 0,5)	5,23	<b>0,02</b>
С	0,67 (0,33;1)	0,67 (0,33;0,67)	0,67 (0,33;0,67)	0,67 (0,33;0,67)	0,33 (0,33;0,67)	0,19	<b>0,05</b>
СН	0,67 (0,33; 1,0)	0,67 (0;0,67)	0,5 (0,33;1)	0,67 (0,33;1)	0,33 (0;0,67)	3,83	<b>0,05</b>
П	0 (0;1,0)	0,5 (0;1)	0 (0;0,5)	0,5 (0;1)	0,5 (0;1)	3,88	<b>0,05</b>

Примечания: Д-депрессия, ССМ-соматические симптомы, ПВ-память/внимание, ВСМ-вазомоторные симптомы, ТС-тревога/страхи, С-сон, СН-сексуальные нарушения, П-привлекательность

легкой степени КС, а у пациенток группы 5 — ММИ был в норме (p=0,01) (таб. 1).

Статистически значимые различия были получены при сравнении показателей ТОДМ. Данный показатель в группе 1–8 (6; 10) и 3–8 (7; 11) баллов, в группе 4–7 (5; 8) и в группе 2–6 (4; 8) баллов, что свидетельствовало о снижении МТ у пациенток. В группе 5 медиана данного показателя составила 4,5 (3; 5,8) балла, что является пограничным значением между нормальным и сниженным уровнем гормона эпифиза (p=0,001).

Статистически значимых различий между группами по уровню гормонов сыворотки крови не было выявлено.

Таким образом, статистически значимые различия между группами в начальной точке исследования наблюдались по показателям ММИ, по результатам теста-опросника на дефицит МТ, что являлось ожидаемым результатом ввиду применения нами алгоритма стратификации женщин для дифференцированной терапии КС в сочетании с СПДМ.

Для оценки уровня КЖ пациенткам предлагалось заполнить опросник WHQ. В Т0 при анализе шкалы Д были выявлены статистически значимые различия между группами, при этом наиболее низкое КЖ по данной шкале наблюдалось в группе 1 и 3 (p= 0,04). Остальные группы были сопоставимы по данному показателю, где его медиана составила 0,29 балла. По шкале ТС группы

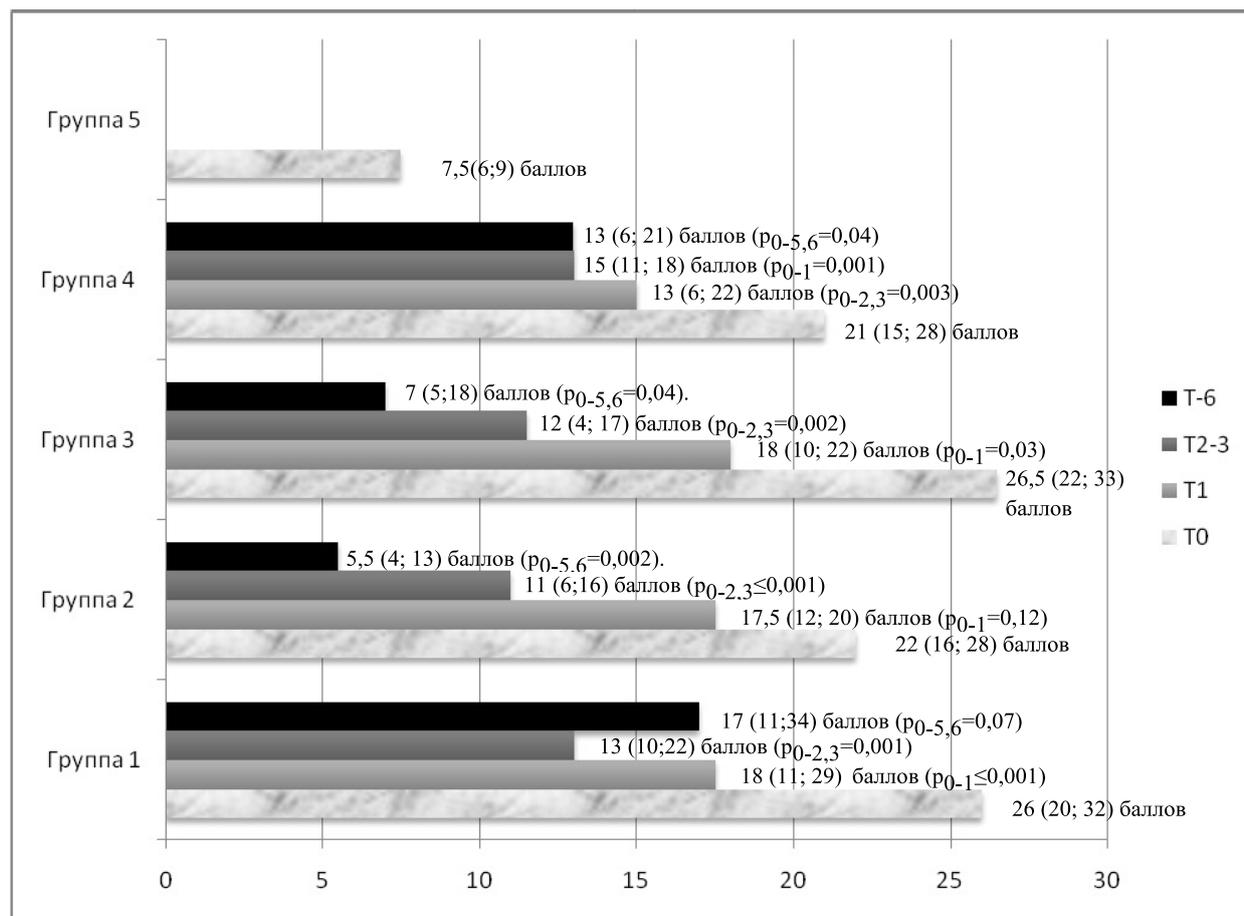


Рис. 1. Динамика показателей модифицированного менопаузального индекса при стратификации женщин для лечения климактерического синдрома в сочетании с синдромом перименопаузального дефицита мелатонина

также отличались, при этом в группе 1 и 3 КЖ было низким, а в группах 2, 4, 5 регистрировался достаточно высокий уровень КЖ ( $p=0,02$ ). Проблемы со сном имелись в группах 1, 2, 3, 4, а в контрольной группе шкала С была в норме ( $p=0,05$ ). По данным остальных шкал опросника WHQ статистически значимых различий не обнаружено (таб. 2).

Таким образом, статистически значимые различия между группами наблюдались по шкалам Д, ТС, С, что является одним из диагностических критериев СПДМ у пациенток с КС.

На втором этапе исследования была оценена эффективность лечения с позиций динамики клинических симптомов и параметров КЖ.

*Антропометрические данные.* При анализе антропометрических данных (ИМТ и соотношение ОТ/ОБ) на фоне лечения не выявлено статистически значимых изменений ни в одной из групп.

*Модифицированный менопаузальный индекс (ММИ).* В процессе лечения было зарегистрировано снижение значений ММИ во всех группах (рис. 1). В группе 1 ММИ начал снижаться через 1 месяц лечения, положительная динамика сохранилась к 2–3 месяцам терапии, а через 5–6 месяцев лечения было отмечено незначительное увеличение ММИ, что может быть связано с небольшим количеством наблюдений в финальной точке. ( $n=4$ ). В группе 2 также наблюдалось снижение показателей ММИ уже через 1 месяц терапии. Данный показатель продолжил снижаться через 2–3 месяца терапии, а через 5–6 месяцев лечения достиг нормы. В группе 3 через 1 месяц лечения ММИ начал снижаться. Положительная динамика сохранялась через 2–3 месяцам лечения, а через 5–6 месяцев лечения данный показатель достиг нормальных значений. В группе 4 снижение ММИ произошло также через 1 месяц терапии. Степень тяжести КС продолжала снижаться, через 2–3 месяца терапии и сохранилась практически на том же уровне через 5–6 месяцев.

Таблица 3. Сравнительный анализ качества жизни групп по критерию  $\chi^2$  (WHQ)

Шкалы WHQ	Т1		Т2–3		Т5–6	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
Д	7,96	0,05	1,75	0,63	7,86	0,05
ССМ	3,02	0,39	2,63	0,45	2,83	0,42
ПВ	2,68	0,44	1,94	0,59	1,70	0,64
ВСМ	1,86	0,60	5,00	0,17	0,91	0,82
ТС	4,03	0,26	1,82	0,61	9,76	0,02
СН	1,88	0,60	1,79	0,62	5,31	0,15
С	3,21	0,36	1,66	0,65	2,32	0,51
П	8,01	0,05	1,04	0,79	5,20	0,16

Примечание: Д-депрессия, ССМ-соматические симптомы, ПВ-память/внимание, ВСМ-вазомоторные симптомы, ТС-тревога/страхи, С-сон, СН-сексуальные нарушения, П-привлекательность

*Результаты теста-опросника на дефицит мелатонина.* В группе 1 показатели ТОДМ начали снижаться уже через 1 месяц от начала терапии, достигнув 4 (2; 9) баллов ( $p_{0-1}=0,01$ ), через 2–3 месяца — 5 (3; 7) баллов ( $p_{0-2,3}\leq 0,001$ ), а через 5–6 месяцев лечения ТОДМ — 4 (3,3; 6,3) балла.

В группе 2 не было выявлено статистически значимых изменений показателей ТОДМ.

В группе 3 через 1 месяц лечения баллы ТОДМ снизились до 5 (4; 11), но статистически значимых изменений не было выявлено, через 2–3 месяца терапии данный показатель достиг 3 (2; 6) баллов ( $p_{0-2,3}\leq 0,001$ ). Через 5–6 месяцев лечения результаты ТОДМ составили 5 (1; 8) баллов.

В группе 4 в точке Т1 баллы по ТОДМ снизились до 4 (2; 6) ( $p_{0-1}=0,01$ ). Через 2–3 месяца лечения показатели ТОДМ продолжили снижаться и достигли 2 (1; 5) баллов ( $p_{0-2,3}=0,05$ ), а в финальной точке исследования данный показатель составил 4 (4; 5) балла ( $p_{0-5,6}=0,04$ ).

В ходе данного исследования был проведен анализ клинической эффективности персонифицированного лечения женщин с КС в рамках межгруппового анализа. Проведено сравнение групп по критерию  $\chi^2$  в точке Т1 (через 1 месяц терапии), в точке Т2–3 (через 2–3 месяца терапии) и в Т5–6 (через 5–6 месяцев лечения) по данным ММИ и его компонентам, а также по результатам ТОДМ. Статистически значимых различий между группами не было выявлено ни в одной точке.

Таким образом, разработанный нами алгоритм стратификации женщин для дифференцированной терапии КС в сочетании с СПДМ у женщин в периоде менопаузального перехода и постменопаузы оказался эффективным во всех четырех группах. Так, значения ММИ в группах 1, 2, 3 и 4 значительно снизились

уже через 1 месяц терапии, положительный эффект нарастал к 2–3 месяцам и достиг максимального значения к 5–6 месяцам лечения. При анализе компонентов ММИ установлено, что нейровегетативные, обменно-эндокринные и психоэмоциональные симптомы максимально эффективно купировали ФЭ и комбинированная терапия — МГТ в сочетании с МТ. Антропометрические показатели остались без изменений на фоне дифференцированного лечения. Качество сна по данным ТОДМ улучшилось в большей степени под влиянием МТ при монотерапии, а также при комбинированной терапии МГТ в сочетании с МТ или ФЭ с МТ. Положительного влияния на качество сна препаратов ФЭ не установлено.

*Динамика показателей КЖ на фоне лечения.* Эффективность разработанного алгоритма стратификации женщин для лечения КС в сочетании с СПДМ оценена в четырех группах в нескольких точках исследования с помощью анализа динамики показателей КЖ пациенток как в каждой группе отдельно, так и между группами.

В группе 1 через 1 месяц терапии наблюдалось улучшение КЖ по шкале ТС ( $p_{0-1}=0,05$ ), а к 2–3 месяцам — статистически значимое улучшение КЖ по ряду шкал: Д ( $p_{0-2,3}=0,01$ ), СС ( $p_{0-2,3}\leq 0,01$ ), ТС ( $p_{0-2,3}=0,05$ ) и С ( $p_{0-2,3}=0,01$ ) (таб. 3).

В группе 2 через 1 месяц не зарегистрировано значительное улучшение КЖ. Через 2–3 месяца лечения положительный статистически значимый эффект от лечения был установлен по таким шкалам как: Д ( $p_{0-2,3}=0,01$ ), СС ( $p_{0-2,3}\leq 0,01$ ), ТС ( $p_{0-2,3}=0,05$ ). Положительное, но статистически незначимое влияние было зарегистрировано по шкалам ВС ( $p_{0-2,3}=0,07$ ) и П ( $p_{0-2,3}=0,06$ ). К 5–6 мес. терапии значительно улучшилось КЖ по шкале ВС ( $p_{0-5,6}=0,04$ ). По шкале П наблюдалось улучшение КЖ, но статистически незначимое ( $p_{0-5,6}=0,07$ ).

В группе 3 выявлены тенденции улучшения КЖ на фоне терапии через 1 месяц лечения, однако статистически незначимо, а через 2—3 месяца было зарегистрировано по шкале ВС ( $p_{0-2,3}=0,05$ ), СС ( $p_{0-2,3}=0,06$ ) и ТС ( $p_{0-2,3}=0,06$ ). К 5—6 месяцам лечения значительно улучшилось КЖ по шкале ТС ( $p_{0-5,6}=0,03$ ).

В группе 4 улучшение КЖ было зарегистрировано через 2—3 месяца лечения, при этом наиболее значимо уровень КЖ увеличился по таким шкалам как СС ( $p_{0-2,3}=0,04$ ), ПВ ( $p_{0-2,3}=0,04$ ) и ВС ( $p_{0-2,3}=0,04$ ).

Согласно полученным данным через 1 месяц лечения статистически значимые различия между группами выявлены по шкалам Д ( $p_{0-1}=0,05$ ) и П ( $p_{0-1}=0,05$ ). При этом по шкале Д самое низкое КЖ наблюдалась в группе 1 и 3, а в группах 2 и 4 было высоким. По шкале П — КЖ было низким в группах 2 и 4 и высоким в группе 1 и 3. Через 2—3 месяца терапии все группы были сопоставимы по КЖ и статистически значимо не различались друг от друга. Через 5—6 месяцев лечения группы отличались только по шкале Д ( $p_{0-5,6}=0,05$ ), при этом высокое КЖ было зарегистрировано в группе 1, во всех

остальных КЖ было по данной шкале было одинаково низким.

При анализе изменений уровня КЖ согласно данным специального опросника WHQ монотерапия МТ в большей степени улучшила показатели шкал Д, СС, ТС и С, в то время как монотерапия ФЭ дополнительно положительно влияла на ВС, но не улучшала сон (С) женщин. Комбинированная терапия МТ и препаратами МГТ в большей степени оказывала влияние на шкалы ВС и ТС, а комбинированная терапия МТ и ФЭ улучшила показатели ВС, СС и ПВ.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования установлено, что наряду с клинической эффективностью предложенных подходов в лечении КС и СПДМ выявлена положительная динамика показателей КЖ женщин, что подчеркивает научную обоснованность и практическую значимость разработанного алгоритма стратификации женщин для дифференцированной терапии КС в сочетании с СПДМ в периоде менопаузального перехода и постменопаузе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Усольцева, Е.Н. Синдром перименопаузального дефицита мелатонина в системе персонифицированного менеджмента качества жизни женщин с патологическим климактерием / Е.Н. Усольцева, А.Г. Соловьев, А.Г. Мамонтова // Успехи геронтологии. — 2019. — Т. 32. — № 4. — С. 516—523.
2. Усольцева, Е.Н. Качество жизни и пути его улучшения у женщин с климактерическими расстройствами: автореферат дис. ... д-ра мед. наук / Е.Н. Усольцева. — Челябинск: Южно-Уральский государственный медицинский университет, 2018.
3. Мамонтова, А.Г. Алгоритм стратификации женщин для дифференцированной терапии климактерического синдрома в сочетании с синдромом перименопаузального дефицита мелатонина / А.Г. Мамонтова, Е.Н. Усольцева, А.Г. Соловьев // Успехи геронтологии. — 2020. — Т. 33. — № 6. — С. 1137—1141.
4. Сметник, В.П. Медицина климактерия / В.П. Сметник. — Ярославль: Литера. 2006. — 848 с.
5. Dalle C. The Guide. Global Aging Management. [S.l.: s.n]. — 2010. — № 1. —:496 p.
6. Kanadys, K. Predictors of the quality of life of women in peri-menopausal period / K. Kanadys, A. Wiktor-Stoma, M. Lewicka, M. Sulima, H. Wiktor // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. — 2016. — 23(4). — P. 641—648.
7. Katainen, Riina Climacteric-related symptoms in midlife and beyond — studies using the women's health questionnaire / Riina Katainen. // Turun Yliopiston Julkaisuja — Annales Universitatis Turkuensis Sarja — Ser. D Osa. — Т. 1394. — Medica — Odontologica | Turku. — 2018.
8. Брюхина, Е.В. Психометрические свойства русскоязычной версии опросника женского здоровья women's health questionnaire (WHQ) / Е.В. Брюхина, О.В. Иванова, Е.Н. Усольцева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. — 2012. — № 42 (301). — С. 134—142. — Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihometricheskie-svoystva-russkojazychnoy-versii-oprosnika-zhenskogo-zdorovya-women-s-health-questionnaire-whq>
9. Иванова, О.В. Валидация русскоязычной версии опросника "Women's health questionnaire (WHQ)" / О.В. Иванова, Е.Н. Усольцева, Е.В. Брюхина // Вестник международного центра исследования качества жизни. — 2011. — № 17—18. — С. 58—68.

© Мамонтова Александра Георгиевна (Alexandramamontova@rambler.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ЭССЕНЦИАЛЬНАЯ ГИПОТОНИЯ У СТУДЕНТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ВУЗЕ

### ESSENTIAL HYPOTONIA IN UNIVERSITY STUDENTS

**T. Mansur  
L. Tokareva  
V. Girich  
N. Mansur**

*Summary.* Primary arterial hypotension or essential hypotension is low blood pressure, which manifests itself as a result of a decrease in vascular tone and (or) weakening of the heart, up to a hypotonic crisis, which is caused by an increase in the tone of the parasympathetic part of the autonomic nervous system, may be a manifestation of neurocirculatory dystonia. Medicine does not pay enough attention to it, since essential hypotension, unlike arterial hypertension, does not lead to such serious complications as heart attack and stroke at a young age, but it can be the result of nervous overstrain, often develops as a result of infectious and other diseases. People prone to chronic arterial hypotension (AHT), as a rule, are not at such a high risk of cardiovascular complications as in hypertension, therefore, arterial hypotension is paid little attention at the outpatient level.

Primary, essential or “idiopathic” hypotension. Secondary arterial hypotension occurs against the background of diseases such as gastritis, stomach ulcers, anemia, arrhythmias, alcoholism, diseases of the endocrine system, etc. In accordance with the purpose and objectives of the survey, young people aged 18 to 23 years were selected. The study involved 60 patients from 2015 to 2018. of them women — 40 and men — 20 people. The results of the study indicate that young people with essential hypotension are shown preventive treatment during their studies at the university. Young people with arterial hypotension should be examined for initial vascular changes.

*Keywords:* arterial hypotension (arterial hypotension), essential hypotension, students, vegetative vascular dystonia syndrome.

**Мансур Татьяна Ивановна**

К.м.н., доцент, РУДН  
m-dasha07@mail.ru

**Токарева Людмила Георгиевна**

Ассистент, РУДН  
lyuda.tokareva.79@mail.ru

**Гирич Валентина Стефановна**

К.б.н., старший преподаватель, РУДН  
girich.valentinas@gmail.com

**Мансур Нумман**

К.м.н., врач невролог, ГКБ 64, г. Москва  
d-64–158@mail.ru

*Аннотация.* Первичная артериальная гипотензия или эссенциальная гипотония — низкое кровяное давление, которое проявляется в результате снижения сосудистого тонуса и (или) ослабления работы сердца, вплоть до гипотонического криза, которая обусловлена повышением тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, может быть проявлением нейроциркуляторной дистонии. Медицина не уделяет ей должного внимания, так как эссенциальная гипотония в отличие от артериальной гипертонии не приводит к таким серьезным осложнениям, как инфаркт и инсульт в молодом возрасте, но она может быть результатом нервного перенапряжения, часто развивается как следствие инфекционных и других заболеваний. Люди, склонные к хронической артериальной гипотензии (АГт), как правило, не подвержены такому высокому риску сердечно-сосудистых осложнений, как при гипертонии, поэтому артериальной гипотонии уделяется мало внимания на амбулаторном уровне.

Первичная, эссенциальная или «идиопатическая» гипотония. Вторичная артериальная гипотония возникает на фоне заболеваний, таких как гастрит, язва желудка, анемия, аритмии, алкоголизм, заболевания эндокринной системы и др. В соответствии с целью и задачами обследования отобраны молодые люди в возрасте от 18 до 23 лет. В исследовании участвовали 60 пациентов в период с 2015 по 2018 годы. из них женщин — 40 и мужчин — 20 человек. Полученные результаты исследования свидетельствуют о том, что лицам молодого возраста, с эссенциальной гипотонией показано профилактическое лечение в период обучения в вузе. Молодые лица с артериальной гипотонией должны быть обследованы на предмет наличия у них начальных сосудистых изменений.

*Ключевые слова:* артериальная гипотония (артериальная гипотензия), эссенциальная гипотония, студенты, синдром вегетативно сосудистой дистонии.

**Э**ссенциальная гипотония (артериальная гипотензия) встречается по данным литературы приблизительно у 15% больных терапевтических отделений. Обнаружив артериальную гипотонию у пациента, врач должен первоначально решить, является ли это вариантом нормы (физиологическая гипотония) или симптомом болезни и какой именно болезни (патологическая гипотония). Медицина на амбулаторном уровне не уделяет ей должного внимания, так как эссенциальная гипотония в отличие от артериальной гипертензии не приводит к таким серьезным осложнениям, как инфаркт и инсульт в молодом возрасте, но она может быть результатом нервного перенапряжения, часто развивается как следствие инфекционных и других заболеваний. Люди, склонные к артериальной гипотензии (АГт), как правило, не подвержены высокому риску сердечно-сосудистых осложнений, поэтому данной патологии уделяется мало внимания в амбулаторном звене.

Артериальная гипотония сопровождается низкими цифрами артериального давления (снижение артериального давления  $-90$  мм рт. ст. и ниже систолического давления или  $60$  мм рт.ст. среднего диастолического артериального давления), может беспокоить головокружение, зрительные нарушения (скотомы), головные боли и общее состояние усталости и слабости. У молодых лиц оно может быть следствием нервного перенапряжения, развивается как последствие инфекционных и других заболеваний, а также при недостаточном или беспорядочном питании, в дисбалансе часов отдыха и труда [2,4].

В авторитетных справочниках есть исключительно так называемый синдром вегетативной сосудистой дистонии (СВСД), а человек с СВСД по гипотоническому типу считается здоровым. Российский ученый невролог Е.В. Шмидт (1983) считал термин вегетативная сосудистая дистония (ВСД) предпочтительным в тех случаях, когда вегетативная дисфункция выходит за рамки сердечно-сосудистых расстройств, а нейроциркуляторная дистония (НЦД) укладывается в эти рамки. Существуют несколько теорий возникновения АГт: эндокринная, вегетативная, нейрогенная, гуморальная и метаболическая [1, 2].

Лица, склонные к артериальной гипотензии (АГт), как правило, не подвержены столь высокому риску сердечно-сосудистых осложнений, как лица с артериальной гипертензией, поэтому ей уделяется значительно меньше внимания. Не разработаны достаточно четко основные диагностические и профилактические стандарты, и лечебные стандарты. АГт иногда сочетается с другими признаками вегетативной дисфункции, с признаками ваготонии [5,7,8,12,13]. К вариантам физиологической артериальной гипотонии относят артериальную гипотензию как индивидуальную норму (имеющую наследственный конституциональный характер), адаптивную компенсаторную гипотензию (у жителей высокогорья, тропиков и субтропиков) и гипотензию повышенной тренированности (встречается среди спортсменов).

Первичная артериальная гипотония, как самостоятельное заболевание, включает в себя случаи идиопатической ортостатической гипотензии и нейроциркуляторной гипотензии с нестойким обратимым течением или стойкими проявлениями (гипотоническая болезнь). По международной классификации МКБ-10 первичная «идиопатическая» или эссенциальная гипотония — это самостоятельное заболевание. В качестве гипотетической причины первичной гипотензии указывается наследственная особенность стенок сосудов — снижение эластичности (дряблость) артерий. Это способствует снижению их напряжения и уменьшению периферического сопротивления для циркулирующей крови. Снижение атмосферного давления и жара способствуют нарастанию симптомов низкого давления. По одной из теорий, первичная гипотония является особой формой неврозоподобного заболевания сосудодвигательных центров головного мозга, так как в её развитии очень большая роль может принадлежать длительному психоэмоциональному перенапряжению и стрессу [3,5,6].

В ряду симптоматической (вторичной) артериальной гипотонии в литературе рассматриваются острые (коллапс, шок) и хронические формы, обусловленные органической патологией сердечной, нервной, эндокринной системы, гематологическими заболеваниями, интоксикациями. АГт возникает на фоне таких заболеваний, как остеохондроз шейного отдела позвоночника, язва желудка, анемия, аритмии, заболевания сердца, алкоголизм, заболевания эндокринной системы или органов дыхания, сердечной недостаточности, интоксикации, как побочное действие некоторых лекарственных препаратов (например, их передозировка при лечении гипертензии) [1,2,7,9]. После обильного приёма пищи у здоровых людей систолическое АД в послеобеденный период обычно снижается не более чем на  $5$  мм рт. ст. Механизм в постпрандиальной гипотонии (ППГ) — это результат депонирования крови в органах желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) после и во время приема пищи [7]. У спортсменов при постоянной физической нагрузке появляется так называемая «гипотония тренированности» [1, 2,3,6].

В настоящее время установлено, что риск развития сердечно — сосудистых осложнений значителен как при чрезмерно высоких, так и при низких значениях АД. По данным исследования Ohasama Study (2000) уровни среднесуточного САД  $>134$  и  $<119$  мм рт. ст.

В настоящее время установлено, что риск развития сердечно — сосудистых осложнений значителен как при чрезмерно высоких, так и при низких значениях АД. По данным исследования Ohasama Study (2000) уровни среднесуточного САД  $>134$  и  $<119$  мм рт. ст.



Рис. 1. Процентное распределение молодых лиц с эссенциальной гипотонией в возрасте 18–23 лет по группам (n=40)

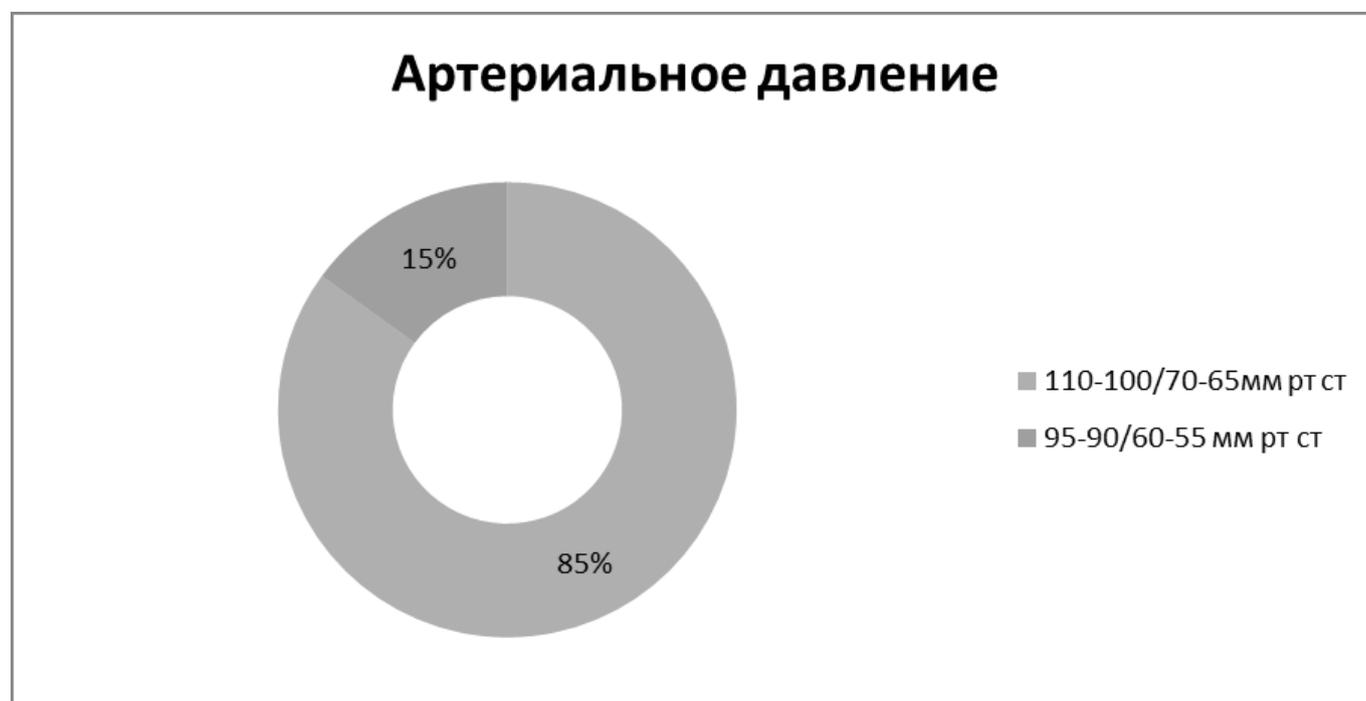


Рис. 2. Процентное распределение значений АД у студентов не зависимо от группы

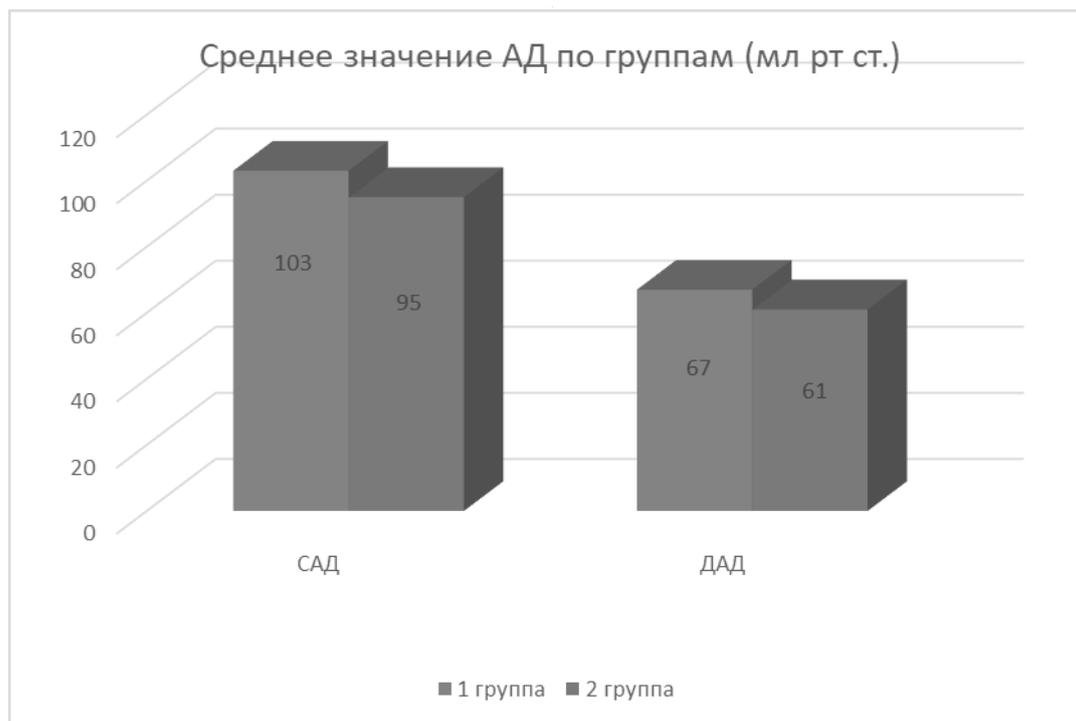


Рис. 3. Средние значения систолического артериального давления (САД) и диастолическое давление (ДАД) у студентов 1 и 2 групп

среднесуточного ДАД  $>79$  и  $<64$  мм рт. ст. связаны с увеличением риска внезапной смерти [9,10, 11]. Поэтому в настоящее время проблема артериальной гипотонии заслуживает внимания.

#### Цель и задачи исследования

Выявить и проследить в условиях амбулаторно-поликлинической практики артериальную гипотонию у лиц молодого возраста, в частности, студентов обучающихся в ВУЗе.

#### Материалы и методы

В соответствии с поставленной целью и задачами исследования были отобраны молодые люди в возрасте от 18 до 23 лет обратившихся в КДЦ РУДН г. Москвы при прохождении профилактического осмотра или по обращаемости, и на кафедре общей врачебной практики (ОВП) РУДН за период с 2015 по 2018 гг. С подтвержденным диагнозом артериальная гипотензия после обследования оказалось 60 пациентов из них женщин — 40, мужчин — 20. Всем пациентам были проведены следующие исследования: электрокардиография (ЭКГ), ультразвуковая доплерография (УЗДГ) магистральных артерий головы и шеи (МАГ), реоэнцефалография (РЭГ)-проводилась на базе кафедры ОВП РУДН.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Проводя обследования молодых лиц ( $n=60$ ) с эссенциальной гипотонией все обследуемые, разделились на две группы. Первую группу составили студенты, не предъявляющие жалоб, а во вторую группу вошли студенты с клиническими симптомами, которые проявлялись такими жалобами, как головная боль, утомляемость, рассеянность внимания, сонливость, эмоциональная лабильность. Жалобы беспокоили особенно при утомлении физическом или эмоциональном, а также при изменении атмосферного давления и при магнитных бурях. Студенты распределились следующим образом: 1 группа — составила 75%; 2 группа — составил 25%; (см. рис. 1).

Лицам с АГ ежедневно измерялось артериальное давление в течение месяца. В результате выявились следующие показатели артериального давления у пациентов: АД= от 95/60 мм рт. ст.-до 90/55 мм рт. ст.— у 15% обследуемых; артериальное давление колебалось в пределах нижней границы нормы от 110/70 мм рт. ст. и до 100/65 мм рт. ст. — у 85% обследуемых, (см. рис. 2).

По группам выявились следующие показатели артериального давления у студентов: в первой груп-

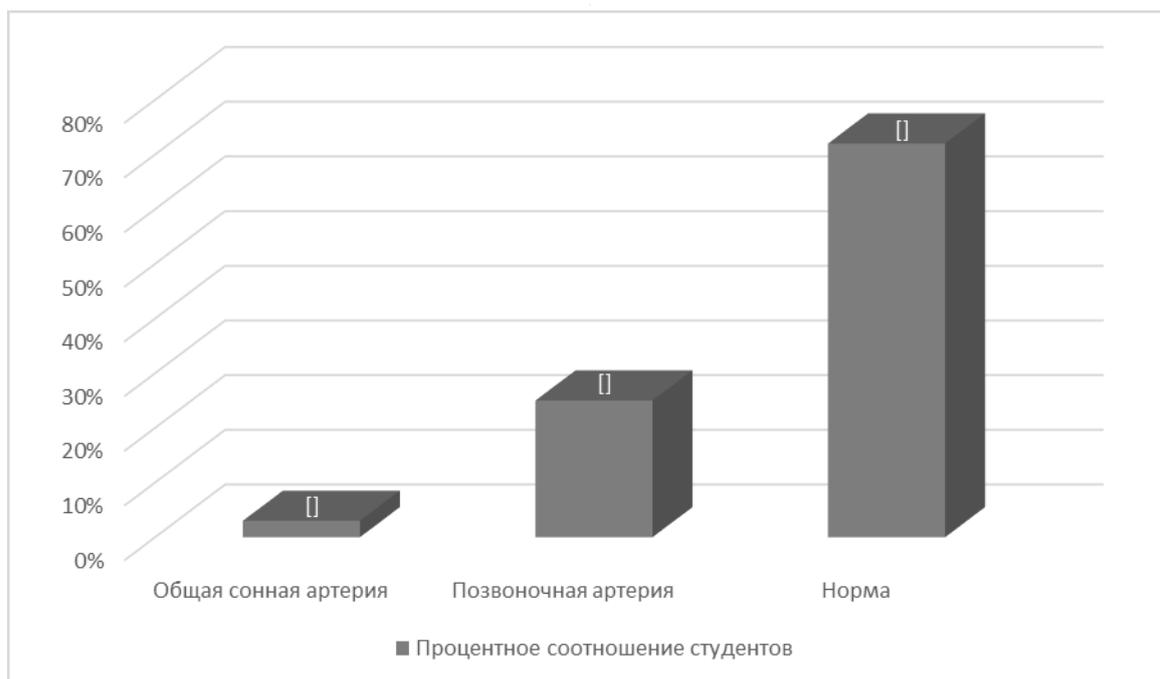


Рис. 4. Соотношение изменений ССК в бассейнах ОСА и ПА у студентов

пе АД колебалось в пределах от 110/70 мм рт.ст. до 95/60 мм рт.ст. — у всех обследуемых и составило средний показатель САД 103 мм рт.ст. и ДАД 67 мм рт.ст.; во второй группе артериальное давление колебалось от 100/65 мм рт.ст. до 90/55 мм рт.ст. у обследуемых, что составило среднее значение САД 95 мм рт.ст. и ДАД 61 мм рт.ст. Проанализировав цифры артериального давления у студентов по группам, получили средние значения АД систолического и диастолического давления. На рисунке № 3 представлены средние значения АД (САД и ДАД) в 2-х обследуемых группах.

В результате были получены данные, свидетельствующие о том, что у обследуемых во второй группе (n=15ст.) отмечались более пониженные цифры артериального давления, по сравнению с первой группой (n=45ст.), хотя у некоторых они и укладывались в нижнюю границу возрастной нормы. У всех обследуемых во 2 группе отмечались жалобы и некоторые вегетативные проявления, например влажноватые и холодные стопы ног и ладони рук, иногда беспокоила утомляемость и низкая работоспособность, временами отмечалось нарушение сна, раздражительность или сонливость, головная боль, трудность сосредоточиться.

Всем обследуемым в 2-х группах проводилась ультразвуковая доплерография магистральных артерий головы и шеи. Пациентам измерялись скоростные показатели кровотока по общим сонным артериям (ОСА)

и позвоночным артериям (ПА). Были выявлены незначительные изменения, такие как снижение систолической скорости кровотока (ССК) по магистральным артериям головы (МАГ) по сравнению с нормой, однако все они были гемодинамически не значимые, а некоторые укладывались в нижнюю границу нормы. По позвоночным артериям (ПА) снижение ССК выявилось в 25% случаев, по общим сонным артериям (ОСА) в 3% случаев, в двух бассейнах одновременно выявилось снижение у 1% лиц и в норме ССК отмечалось у 72% обследуемых лиц. Во всех 2 группах обследуемых студентов были выявлены изменения скоростных показателей кровотока по магистральным артериям головы, в частности снижение ССК по ПА, в бассейне ОСА изменения выражались в гемодинамически незначимом снижении систолической скорости кровотока, в пределах нижней возрастной границы нормы.

Всем обследуемым студентам из 2-х групп проводился неинвазивный метод исследования реоэнцефалография (РЭГ) церебральных сосудов. Пациентам определялся тонус сосудов. По данным РЭГ отмечались следующие изменения:

1. неустойчивость сосудистого тонуса, превалирует гипотонус со сниженным пульсовым наполнением — дистонический тип выявлен у 70% обследуемых;
2. измененный сосудистый тонус, эластичность сосудистой стенки изменена с затруднением кровообращения в бассейнах ПА — церебральная

ангиодистония по гипотоническому типу выявлялась у 3% студентов из двух групп;

3. тонус сосудов в пределах возрастной нормы выявлен у 27% из двух групп.

Данные обследования ЭКГ у студентов двух групп соответствовали возрастной норме.

После проведенного обследования были даны рекомендации пациентам по лечению с учетом жалоб и данных изменений по дополнительным методам обследования. В первой группе рекомендовали назначать витамины группы В, Е, С, кофеин содержащие препараты, лечебную физкультуру, массаж воротниковой зоны, водные процедуры (контрастный и циркулярный души), направленные на повышение сосудистого тонуса. Во второй группе рекомендовали дополнительно назначать все препараты ноотропной группы: ноотропил (пирацетам по 200 мг или 400 мг, прием 2 раза в день, курсовое лечение 2–4 недели), церебролизин (по 1,0 мл — 5,0 мл в/м, к/д, на курс № 10, для повышения эффективности лечения проводились повторные курсы). Растительные адаптогены: настойка китайского лимонника (прием по 15 капель 1–2 раза в день, через 3–4 часа после приема пищи или перед едой за полчаса, его разводят водой, принимают на протяжении 3–4 недель.), экстракт элеутерококка (прием по 20–25 капель или 1 чайная ложка, растворить в 50 мл воды, пить 2 раза в день.), препараты, улучшающие микроциркуляцию: никошпан 2т в день, на курс лечения 14 дней), мексидол по 125–250 мг, по 1 таб. 3 раза/сут; длительность лечения от 3 до 6 недель. Проводимое лечение было эффективным и у всех студентов отмечалось улучшение общего самочувствия, прошли головные боли, проходили или уменьшались вегетативные проявления, повышалась работоспособность и улучшалась память.

## Заключение и обсуждение полученных результатов

Проведенные исследования показали, что студенты страдающие эссенциальной гипотонией уже имеют начальные сосудистые изменения, что подтверждается такими методами обследования, как РЭГ и УЗДГ МАГ и соответственно отношение к лицам, страдающим артериальной гипотонией, должно быть таким же, как к лицам страдающим артериальной гипертензией (АГ), бронхиальной астмой, гастритом и другими заболеваниями, то есть рассматривать первичную артериальную гипотензию как болезнь (патологию) с соответствующим нозологическим понятием. Пациентам с эссенциальной гипотонией рекомендуется: постоянный контроль уровня АД, профилактическое лечение в санаториях профилакториях, регулярное наблюдение у врача общей практики, в амбулаторных условиях проводить дообследование: мониторинг артериального давления в течение четырех недель; РЭГ и УЗДГ сосудов головы и шеи. Молодые лица с эссенциальной гипотонией должны быть обследованы на предмет наличия у них начальных сосудистых изменений.

Врач общей практики должен начинать первичную профилактику студентам с АГт при наличии жалоб. Целесообразно назначение базисной терапии: ноотропные препараты (ноотропил, пирацетам), растительные адаптогены (настойка китайского лимонника, женьшеня, экстракт элеутерококка). а также показано при низких цифрах артериального давления сопровождающееся жалобами назначение препаратов кофеинового ряда, эрготамин, кофетамин. Показаны назначения немедикаментозных методов лечения: массаж воротниковой зоны, водные процедуры, направленные на повышение сосудистого тонуса (контрастный душ, циркулярный душ и др.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.И. Абдрахманова, Н.А. Цибулькин. Артериальная гипотензия в клинической практике/Вестник Современной Клинической Медицины. — 2013 г. — Том 6 приложение 1. — С. 20–24
2. Барсуков А.В., Васильева И.А. Клинические и патофизиологические аспекты постпрандиальной гипотензии//Клиническая патофизиология 2004 г. — № 2. — С. 70–74.
3. Б.В. Дривотинов., Е.Н. Апанель., А.С. Мастыкин Гипотонический криз: болезнь или следствие нейropsychосоматических особенностей человека? // Медицинский журнал. — 2007 г. — № 1. — С. 109–113
4. К.М. Дзилихова, М.Г. Дзгоева, З.Д. Калоева, С.К. Каряева, О.А. Кагирова, А.А. Церкова Состояние регионального пульсового кровенаполнения у детей и подростков с первичной артериальной гипотензией. // Журнал Педиатрия 2015 г. Том 91 № 2С.38–41
5. Мансур Т.И., Нумман М., Русанова Е.И., Алексеев Г.И. Артериальная гипотензия у лиц молодого возраста. // Технологии живых систем. 2013 г. Т. 10. № 5. С. 055–058.
6. Михайлов А.А. Хроническая артериальная гипотензия: возможности медикаментозной коррекции. — РМЖ.2004 г. -№ 7. — С. 468–470.
7. Тюрина Т.В. Постпрандиальная гипотензия // Врач. — 2002. -№ 12.-С. 24–26.
8. Хирманов, В.Н. Профиль артериального давления у пациентов с артериальной гипер- и гипотензией и влияние на него физиологических нагрузок /В.Н. Хирманов, Т.В. Тюрина //Кардиология.-2002.-Т.42, N7.-С.44–46.

9. Шабалин А.В., Гуляева, Е.Н., Торочкина, Е.Е. и др. Диагностическая значимость циркадной вариабельности артериального давления и ритма сердца в оценке клинико-функционального статуса больных с артериальной гипертензией. // Кардиология.-2005.-Т.45.-№8.-С. 45–46.
10. Интернет-журнал по функциональной диагностике. Лунина М.Д., Утехина Г.А., Шамова Н.И. Диагностика артериальной гипотензии, 2012, № 8, ГОУ ДПО СПб МАПО.
11. Швец, Д.А. Системный анализ гемодинамических и антропометрических параметров у больных при первичной артериальной гипотензии / Д.А. Швец, А.В. Познякова, В.И. Вишневский [и др.] // Человек и его здоровье. — 2005 г. — № 4. — С.73–79.
12. А.В. Барсуков, А.М. Каримова, Ю.Ш. Халимов, Д.В. Глуховской Проблема артериальной гипотензии у пациентов молодого возраста в клинической практике // Вестник Российской Военно-медицинской Академии 3 (55) — 2016. С. 30–35
13. И.Н. Исаева, Д.И. Маракушин Особенности адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы у лиц молодого возраста с артериальной гипотензией // Научные Ведомости. Серия Медицина. Фармация. 2016 г. № 5 (226). Выпуск 33. С. 31–38

© Мансур Татьяна Ивановна ( m-dasha07@mail.ru ), Токарева Людмила Георгиевна ( lyuda.tokareva.79@mail.ru ),

Гирич Валентина Стефановна ( girich.valentinas@gmail.com ), Мансур Хумман ( d-64-158@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТАКТИКА ПРИ ПЕРФОРАТИВНЫХ ЯЗВАХ ЖЕЛУДКА И ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ

### SURGICAL TACTICS FOR PERFORATIVE ULCERS STOMACH AND DUODENUM

**М. Omarov**  
**М. Magomedov**  
**М. Magomedov**

**Summary.** Target. Evaluation of the effectiveness of surgical treatment of perforated gastric and duodenal ulcers in a comparative aspect using various methods.

**Materials and methods.** Clinical studies of the results of treatment of 117 patients with perforated gastric and duodenal ulcers were carried out in a comparative aspect using laparoscopic and open methods of surgical treatment. Among the operated were 98 (81.7%) men and 22 (18.3%) women, aged from 21 to 65 years. Indications for laparoscopic suturing were established in 56 (46.7%) patients and for open surgery — in 61 (50.8%) patients. The study included a patient with a perforated ulcer within 2 cm. Outcome indicators were determined according to length of stay, postoperative complications and mortality.

**Results.** All 117 patients met the pre-established study inclusion criteria. The mean surgery time was slightly longer in the laparoscopy group compared to the open surgery group (74.01 and 56.17 minutes, respectively). The average need for postoperative analgesia, mobilization time and hospital stay were significantly shorter after laparoscopy than after open surgery (1.21 days, 9.32 hours and 3.12 days; versus 3.83 days, 16.20 hours and 4, 85 days, respectively). Postoperative complications were observed in 6 (10.7%) patients in the laparoscopy group and in 24 (39.3%) patients in the open surgery group.

**Conclusions.** Laparoscopic ulcer suturing is a safe approach and more effective than open surgery in terms of the need for postoperative analgesia, mobilization, length of hospital stay, and incidence of postoperative respiratory and wound complications.

**Keywords:** laparoscopy, perforation, perforated duodenal ulcer, suturing.

**Омаров Магомед Дибирович**

Аспирант, Дагестанский государственный  
медицинский университет  
taga05region1994@mail.ru

**Магомедов Мухума Магомедович**

Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный  
медицинский университет  
тихита@mail.ru

**Магомедов Магомед Абдулхаликович**

Д.м.н., доцент, Дагестанский государственный  
медицинский университет  
Drmda08@mail.ru

**Аннотация.** Цель. Оценка эффективности оперативного лечения перфоративных язв желудка и двенадцатиперстной кишки в сравнительном аспекте с применением различных методов.

**Материалы и методы.** Проведены клинические исследования результатов лечения 117 пациентов с перфоративной язвой желудка и двенадцатиперстной кишки в сравнительном аспекте с применением лапароскопических и открытых методов оперативного лечения. Среди оперированных было 98 (81,7%) мужчин и 22 (18,3%) женщин, возраст от 21 до 65 лет. Показания к лапароскопическому ушиванию были установлены у 56 (46,7%) и к открытому оперативному вмешательству — у 61 (50,8%) пациентов. В исследование включены пациента с перфоративной язвой размером в пределах 2 см. Показатели исхода определялись в соответствии с продолжительностью пребывания, послеоперационными осложнениями и летальностью.

**Результаты.** Все 117 пациентов соответствовали заранее установленным критериям включения исследования. Среднее время операции было несколько больше в группе лапароскопии по сравнению с группой открытой операции (74,01 и 56,17 минуты, соответственно). Средняя потребность в послеоперационной анальгезии, время мобилизации и пребывание в стационаре были значительно короче после лапароскопии, чем после открытой операции (1,21 дня, 9,32 часа и 3,12 дня; против 3,83 дня, 16,20 часа и 4,85 дня, соответственно). У 6 (10,7%) пациентов в группе лапароскопии и у 24 (39,3%) в группе открытой операции наблюдались послеоперационные осложнения.

**Выводы.** Лапароскопическое ушивание язвы является безопасным подходом и более эффективным, чем открытая операция, с точки зрения необходимости послеоперационной анальгезии, мобилизации, продолжительности пребывания в стационаре и частоты послеоперационных респираторных и раневых осложнений.

**Ключевые слова:** лапароскопия, перфорация, перфоративная язва двенадцатиперстной кишки, ушивание.

## Введение

**З**а последние десятилетия произошли значительные изменения в подходе к абдоминальным операциям с внедрением и усовершенствованием минимально инвазивных методик оперативных вмешательств. Лапароскопия в настоящее время стала золотым стандартом для большинства абдоминальных вмешательств [1,2]. Тем не менее, до сих пор продолжается дискуссия о целесообразности использования лапароскопического подхода в чрезвычайных ситуациях, таких как перитонит. Ранее опубликованные исследования предупреждают о пневмоперитонеум-индуцированной бактериемии и замедленном выздоровлении [3,4].

Перфорация гастродуоденальных язв (ПГДЯ) является тяжелым осложнением и связана с госпитальной летальностью 5–25% [1–4]. Методика лапароскопического ушивания при перфорации гастродуоденальных язв была введена два десятилетия назад. Самые ранние проспективные исследования продемонстрировали безопасность и целесообразность лапароскопической пластики [5,4]. Хотя ранние результаты были впечатляющими, исследования имели ряд ограничений: предвзятость отбора (сообщалось только о пациентах с неосложненными язвами, но с высокими показателями конверсии (14–23%), предвзятость производительности (опыт хирургов не был четко определен) и низкая статистическая мощность.

Исследования показали, что сообщения о лапароскопической технологии (ЛТ) включали пациентов с ранним предлежанием и небольшим размером перфорации, и остается неясным, может ли ЛТ применяться ко всем пациентам [6]. Также ЛТ может быть технически сложной задачей без определенного уровня обучения и навыков. Было показано, что лапаротомия вызывает значительную физиологическую стрессовую реакцию, которая может привести к значительным осложнениям [6], а экстренная лапаротомия связана с 5% смертностью, 20% осложнений и 3% долгосрочным риском непроходимости кишечника [7].

Мы считаем, что политика селективного применения ЛТ позволит снизить число осложнений и улучшить периоперационные исходы. Ранние опыты показали, что ЛТ может быть успешно выполнена при наличии у пациентов перфорации размером <10 мм, расположенной в пилородуоденальной области, с оценкой по шкале Воеу 0–1 балла и гемодинамически стабильной [8].

В настоящее время нет никаких доказательств того, что ЛТ является более совершенным подходом по срав-

нению с открытым методом. В недавнем метаанализе установлено, что лапароскопическая технология несколько выгодна с точки зрения уменьшения послеоперационной боли и более короткой продолжительности пребывания пациентов в стационаре [9]. Однако авторы посчитали, что исследования, включенные в этот анализ, несмотря на то, что они были недавними и качественными, не имеют однородного сравнения, особенно среди неслучайных исследований, обнаружено, что они смещены в сторону отбора более молодых пациентов мужского пола в группе ЛТ. Поэтому мы считаем, что существует необходимость в сравнении сопоставимых когорт для точной оценки хирургического подхода и исходов. Настоящее исследование представляет собой попытку сравнить краткосрочные исходы между лапароскопической технологией (ЛТ) и открытым методом (ОМ). Вторичная цель состоит в том, чтобы проанализировать послеоперационные осложнения и смертность между ЛТ и ОМ в зависимости от тяжести перитонита.

## Цель исследования

Оценка эффективности оперативного лечения перфоративных язв желудка и двенадцатиперстной кишки в сравнительном аспекте с применением различных методов

## Материалы и методы

В клинике хирургии ФПК и ППС с курсом эндоскопической хирургии за период 2016–2020 гг. прооперировано 117 пациентов с ПГДЯ. Мужчин было 99 (84,6%), женщин — 18 (15,4%). Возраст пациентов от 18 до 65 лет, в среднем  $41,1 \pm 11,4$  года. Длительность симптомов до поступления в стационар составляла от 2 часов до 3 суток при средней продолжительности  $2,7 \pm 1,4$  дня. 101 пациент (84,2%) были госпитализированы в течение 24 часов после появления симптомов, а остальные — до 3 дней после появления симптомов. 61 пациента (50,8%) имели в анамнезе язвенную болезнь (ЯБ) с симптомами от 1 до 6 лет (средняя продолжительность  $4,3 \pm 1,5$  года). При этом 41 пациент (34,2%) принимали нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) в анамнезе от 1 до 4 лет со средней продолжительностью  $1,8 \pm 0,8$  года. 35 пациентов (29,2%) впервые поступили и в клинику без предшествующего приема НПВП в анамнезе.

Общими симптомами являлись сильная боль в эпигастрии, рвота и вздутие живота. 8 пациентов (6,8%) поступили в стационар после приема наркосодержащих препаратов и употребления энергетических напитков. Помимо вышеупомянутых факторов, таких как курение, прием алкоголя, расстройство, связанное с стрес-

Таблица 1. Характеристика обследованных пациентов

Показатели	1 группа (ВЛО), n=56	2 группа (ОПВ), n=61	P-значение	
Возраст, медиана (диапазон) [годы]	40,3 (18–63)	51,9 (19–89)	0,000448	
Предоперационная задержка, медиана (диапазон) [ч]	4,1 (0,4–13)	23,7 (0,5–21)	0,00338	
Класс ASA, n (%):	I	4 (7,1)	1 (1,5)	0,00213
	II	24 (42,8)	10 (16,4)	
	III	25 (44,6)	28 (45,9)	
	IV	3 (5,4)	17 (27,9)	
	V	0	6 (9,8)	
Boey score, n (%):	0	26 (46,4)	12 (19,7)	< 0,001
	1	26 (46,4)	20 (32,8)	
	2	4 (7,2)	22 (36,1)	
	3	0	7 (11,5)	
Продолжительность операции, медиана (диапазон) [мин]	97 (45–149)	126 (54–170)	< 0,001	

сом и инфекцией *Helicobacter pylori*, способствовало у 36(30,8%) некоторые другие факторы, такие как длительное голодание, что способствовало его более высокой частоте. 30 (25,6%) пациентов имели оценку Boey 2 или 3, что указывало на повышенный риск неблагоприятного исхода. Профиль оценки Boey был значительно ниже у женщин по сравнению с мужчинами ( $p=0,036$ ). При поступлении клинические признаки перитонита имелись у 80 (68,4%) пациентов, без различий по полу.

Простая абдоминальная визуализация была заменена абдоминальной компьютерной томографией (КТ) в качестве метода выбора визуализации в течение периода исследования. 45 пациентов (38,5%) прошли обычную рентгенографию брюшной полости, пневмоперитонеум был диагностирован у 98 (83,8%) из этих пациентов. Диагноз и операция были отсрочены у 10 пациентов с исходно отрицательным рентгерологическим снимком брюшной полости.

Исследование было одобрено Комитетом по этике Дагестанского государственного медицинского университета. Были получены письменные информированные согласия пациентов на проведение исследования.

Статистический анализ проводился с использованием статистического пакета SPSS версии 15,0 для Windows (SPSS, Chicago IL, США). Для непрерывных переменных вычислялись среднее  $\pm$  стандартное отклонение (SD), медиана и диапазоны, а для обобщения категориальных переменных использовались таблицы пропорций и частот. Непрерывные переменные были классифицированы. Хи-квадрат ( $\chi^2$ ) использовался для проверки значимости связи между независимыми (предиктор) и зависимыми (результат) переменными в категориальных переменных. Для определения предикторных переменных, предсказывающих исход, был

использован многомерный логистический регрессионный анализ. При вычислении  $p$  — значение считали достоверно различными при уровне значимости ( $p<0,05$ ).

## Результаты исследования

Характеристика пациентов, подвергшихся оперативному вмешательству, представлены в табл. 1. Все пациенты для оперативного вмешательства были разделены на две группы. Первая группа 56 пациентов (47,9%), где выполнено видеолaparоскопическое оперативное вмешательство (ВЛО) и вторая группа — 61 пациент (52,1%), которым применяли открытое оперативное вмешательство (ОПВ). Консерсия была выявлена только у 3 (2,6%).

Открытое оперативное вмешательство выполнялось путем верхней средней лапаротомии. Место перфорации ушивали с помощью Викрил 3–0 или капрофилом 3–0, на круглой игле по методике Опделя-Поликарпова у 48 пациентов (41,0%), а у 13 (21,3%) — простым ушиванием. Размер перфорации составлял  $< 2,0$  см.

Лапароскопическое оперативное вмешательство проводили после ревизии брюшной полости и выявления места перфорации, последовательно ушивая швом PDS-3 или капрофилом 3–0 круглой иглой, с перевязкой сальниковой ножки к месту перфорации у 39 пациентов (69,6%), а у 17 пациентов (30,4%) — простым ушиванием. При всех оперативных вмешательствах лапароскопической технологии использовали экстракорпоральные методы завязывания узлов. У всех оперированных после операции проводили проверку герметичности швов. Операции завершали санацией брюшной полости 0,9% физиологическим раствором и дренированием брюшной полости.

Таблица 2. Результаты оперативного лечения пациентов в сравнительном аспекте

Характеристика оперативного вмешательства	1 группа (ВЛО), n=56	2 группа (ОПВ), n=61	Конвер-сия	P-значение
Послеоперационные осложнения, случаи	6 (10,7%)	27 (44,3%)	0	0,05
Без послеоперационных осложнений, случаев	50 (89,3%)	34 (55,7%)	3 (100%)	0,05
Осложнения по классификации Клавиена-Динго, n (%):	Класс I	0	2 (3,3)	0,004
	Класс II	2 (3,6)	5 (8,2)	
	Класс IIIa	3 (5,4)	0	
	Класс IIIb	0	2 (3,3)	
	Класс IV	0	1 (1,6)	
Класс V	1 (1,8)	17 (27,9)	0	
Несостоятельность шва (%)	2 (3,5)	3 (4,9)	0	0
Абсцесс брюшной полости, перитонит, n (%)	0	2 (3,3)	0	0
Раневая инфекция, n (%)	0	4 (6,6)	0	0
Легочные осложнения, n (%)	3 (5,4)	7 (11,5)	0	0
Непроходимость кишечника, n (%)	0	1 (1,6)	0	0
Другие осложнения, n (%)	0	3 (4,9)	0	0
Релапоротомия, n (%)	0	2(3,3)	0	0
Продолжительность пребывания в стационаре, медиана (диапазон) [дни]	5 (3–14)	9,8 (6–31)	9,3	< 0,001
Смертность, n (%)	1 (1,8)	3 (4,9)	0	0,05
Всего осложнений	6 (10,7)	24 (39,3)	0	< 0,001

У 85 (72,6%) пациентов перфорация была на переднем участке первой части двенадцатиперстной кишки, а у 18 (15,4%) пациентов — на желудке: 10 (8,5%) — на малой кривизне, 2 (1,7%) — на большой кривизне и 2 (1,7%) — на пилорической области. У 59 пациентов (50,4%) перфорации имели минимальные размеры (< 15 мм), а у 58 пациентов (49,6%) — > 19,9±0,8мм.

В дальнейшем все пациенты были переведены на консервативное лечение, которое включало ингибитор протонной помпы, метронидазол и амоксициллин. Наиболее распространенным послеоперационным осложнением являлся инфильтрат 7 пациентов (6,0%). Другие послеоперационные осложнения представлены в табл. 2. Длительность пребывания в стационаре колебалась от 3 до 12 дней со средним значением 5,2±1,2 дня. Четверо пациентов умерли, летальность составила 6,6%. У двух пациентов выявлено острое повреждение почек с электролитным нарушением, а еще у 2 пациентов диагностирована несостоятельность из места закрытия с развитием СВР. Результаты оперативного лечения пациентов представлены в табл. 2.

В 3-х случаях была проведена конверсия, необходимость которой была обусловлена сложностью спаечного процесса. Пациенты, которым выполнена лапароскопическая технология, были моложе, длительность симптомов была короче, с I, II и III классами по классификации ASA. Большинство пациентов с ASA III и IV класса находились в открытой группе оперативного вмешательства.

В группе видеолапароскопической технологии был один летальный исход от сердечно-сосудистой недостаточности с оценкой Voeu 3 балла. В группе ОПВ причинами смерти были сердечно-сосудистые осложнения в 2 случаях и легочные осложнения — в 1 случае. Несостоятельность шва развилась в 5 случаях (2 в группе ВЛО и 2 в группе ОПВ). Во всех случаях осложнения были выявлены с помощью дренажного контроля.

В группе ОПВ пациенту с недостаточностью шва проводилось консервативное лечение, а 2 пациентам потребовалась повторная операция. Множественный логистический регрессивный анализ с поправкой на соответствующие сопутствующие заболевания показал, что лапароскопическое оперативное вмешательство (ЛОВ) ассоциируется с меньшей продолжительностью пребывания в клинике (табл. 3).

Скорректированные нечетные коэффициенты были рассчитаны с использованием логистического регрессионного анализа. Результаты были скорректированы с учетом возраста, осложнений, класса ASA, балла MPI и времени операции.

### Обсуждение

Дискуссия о лапароскопической технологии по сравнению с открытым методом ПГДГ даже спустя десятилетие еще не закончена. Существуют исследования, в которых лапароскопия настоятельно рекоменду-

Таблица 3. Логистический регрессионный анализ хирургических исходов между лапароскопической и открытой группами с соответствующими переменными

Показатели	ВЛО (95% ДИ)	p	ОПВ (95% ДИ)	p
Классификация CD $\geq$ II	0,33 (0,07, 1,50)	0,150	0,25 (0,04, 1,55)	0,138
Ранняя кишечная непроходимость	4,08 (0,55, 30,32)	0,170	4,45 (0,18, 111,11)	0,363
Инфильтрат	0,53 (0,06, 4,66)	0,566	1,84 (0,10, 33,78)	0,680
Пребывание в реанимации	2,24 (0,77, 6,49)	0,138	3,20 (0,73, 14,09)	0,124
Пребывание в больнице $\geq$ 6 дней	0,37 (0,16, 0,86)	0,022	0,15 (0,04, 0,54)	0,004

Соотношение шансов, CD: Клавьен-Диндо.

ется для лечения ПГДЯ [10], в то время как другие ученые делают вывод, что лапароскопическая технология имеет мало или вообще не имеет преимуществ [11].

Существуют общие опасения относительно лапароскопической технологии, которая включает работу в сложной двумерной среде с потерей восприятия глубины и тактильных ощущений наряду с ограниченным диапазоном движений. Многочисленные опубликованные исследования доказали, что приобретенные навыки помогают хирургам преодолеть эти общие проблемы лапароскопии [12].

Среди специфических проблем, связанных с лапароскопической технологией при ПГДЯ, первой выделенной проблемой была вызванная пневмоперитонеумом бактериемия [13]. Лапароскопия при перитоните может быть связана с повышенным риском развития бактериемии вследствие теоретических знаний о транслокации бактерий в системный кровоток при повышенном давлении углекислого газа в брюшной полости [13]. Однако Robinson G. отрицает эту связь, документируя отсутствие таких случаев [17]. Наше исследование также дает уверенность в отсутствии подобных случаев: бактериемия не наблюдалась ни у одного из пациентов, получавших лапароскопическое лечение.

Второй проблемой, отмеченной в первоначальных исследованиях, была большая продолжительность лапароскопической операции по сравнению с открытой методикой [14]. Более длительная продолжительность процедуры у критических пациентов означает больше шансов развития осложнений. Однако рандомизированное контролируемое исследование Siu W. et al [18] показало, что лапароскопия на самом деле занимает меньше времени, чем открытая методика. По нашему опыту, регулярное использование лапароскопического подхода постепенно сокращало время операции и в дальнейшем приближало его к открытой методике.

Исследования Bertleff M. et. al [4], а также Lunevicius R et. al. [13] высветили также озабоченность тем, что ча-

стота несостоятельности шва в месте ушивания более распространена при лапароскопической технике сальниковой ножки, несмотря на строгие критерии повторных исследований после лапароскопии. По нашему опыту, такие случаи несостоятельности после лапароскопической технологии были только у 2 пациентов, а при открытой методике — в 3-х случаях.

С другой стороны, снижение боли и меньшая потребность в обезболивании являются наиболее согласованными факторами для лапароскопической технологии в сравнении с открытой в большинстве исследований [18]. Послеоперационную боль у пациентов с ПГДЯ, получавших лапароскопическое лечение, на основе визуальной аналоговой шкалы изучали Robensom G. et. al [17], наши исследования также показывает меньшее потребление анальгетиков и потребность в них у пациентов, получающих лапароскопическое лечение.

Tarasconi A et al. [20] сообщают о снижении послеоперационной боли, быстром выздоровлении и меньшем количестве осложнений у пациентов с ПГДЯ, получавших лапароскопическое лечение. Наше исследование также показало, что только у 10,7%, получавших лапароскопическое лечение, имелись осложнения по сравнению с лапаротомией, где сравнительная частота была значительно выше (39,3%),  $p < 0,001$ .

Еще одними из распространенных послеоперационных осложнений являются респираторные. В нашем исследовании два пациента (3,6%) из группы лапароскопии имели послеоперационные респираторные осложнения, что было значительно ниже по сравнению с 7 (11,5%) пациентами из группы лапаротомии,  $p < 0,05$ .

Исследование Sauerland S. et. al. [18] показало, что к значимым факторам у пациентов, перенесших лапароскопию, следует отнести раннюю мобилизацию и возвращение к нормальной деятельности. В ходе нашего исследования мы также добились более ранней мобилизации и возвращения к нормальной активности у пациентов, получавших лапароскопическое лечение, по сравнению с лапаротомией.

Выводы

Достижения в области малоинвазивной хирургии с лапароскопической технологией дают все более многообещающие результаты, такие как меньшее вре-

мя операции, меньшая потребность в послеоперационной анальгезии, более ранняя мобилизация, более короткая продолжительность пребывания в больнице и более низкая частота послеоперационных респираторных и раневых осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Керимов М.К., Коханенко Н.Ю., Луговой А.Л., Данилов С.А., Сериков В.А. Роль лапароскопии в лечении перфоративных гастродуоденальных язв. Медицина и здравоохранение. 2018, 3(4): 35–40.
2. Совцов С.А. Прогностические системы при прободных гастродуоденальных язвах. Вестник хирургии. 2016; 175(6): 114–117.
3. Bertleff M.J., Halm J.A., Bemelman W.A., et al. Randomized clinical trial of laparoscopic versus open repair of the perforated peptic ulcer: the LAMA Trial. World J Surg. 2009; 33: 1368–1373.
4. Bertleff M.J., Lange J.F. Laparoscopic correction of perforated peptic ulcer; first choice? A review of literature. Surg Endosc. 2010; 24:1231–1239.
5. Byakodi K.G. et al. Factors affecting morbidity and mortality in peptic ulcer perforation. Int Surg J. 2018; 5(4): 1335–1340. doi: 10.18203/23492902. isj20181105.
6. Seymour C.W., Liu V.X, Iwashyna T.J. Assessment of clinical criteria for sepsis», 2016;315(8): 762–774.
7. Buck D.L.M. Vester-Andersen, Moller M.H. Surgical delay is a critical determinant of survival in perforated peptic ulcer. British Journal of Surgery. 2013;100(8): 1045–1049,
8. Dodiya-Manuel A., Wichendu P.N., Enebeli V.C. Presentation and management of perforated peptic ulcer south Nigeria. Journal of the west African collage of surgeons. 2015; 5(3):36–48.
9. Wright G.P, A.T. Davis A.T, Koehler T, Scheeres D.E. Cost-efficiency and outcomes in the treatment of perforated peptic ulcer disease: laparoscopic versus open approach. Surgery. 2014;156(4):1003–1008.
10. Gona Soro A., Kountele R. Postoperative Morbidity and Mortality of Perforated Peptic Ulcer: Retrospective Cohort Study of Risk Factors among Black Africans in Cote d'Ivoire. Gastroenterol Res Pract. 2016: 2640730. doi: 10.1155/2016/2640730.
11. Boey J., Choi, T.T. Alagaratnam, Poon A. A prospective validation of predictive factors. Annals of Surgery. 1987; 205(1):22–32.
12. Kocakusak A. Does Ramadan fasting contribute to the increase of peptic ulcer perforations? Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2017;21:150–154.
13. Lunevicius R., Morkevicius M. Comparison of laparoscopic versus open repair for perforated duodenal ulcers. Surg Endosc. 2005;19:1565–1571.
14. Wilhelmsen M., Moller M.H., Rosenstock S. Surgical complications after open and laparoscopic surgery for perforated peptic ulcer in a nationwide cohort. British Journal of Surgery. 2015; 102(4): 382–387.
15. Moses J.F., Hughes Christopher D., Patel Pratik B. et al. Surgical Out-comes for Perforated Peptic Ulcer: A Prospective Case Series at an Academic Hospital in Monrovia, Liberia. African Journal of Emergency Medicine. 2015; 5(2):60–65. doi: 10.1016/j.ajem.2014.11.002.
16. Nirula R. Gastroduodenal perforation. Surgical Clinics of North America. 2014; 94(1):31–34.
17. Robertson G.S., Wemyss-Holden S.A., Maddern G.J. Laparoscopic repair of perforated peptic ulcers. The role of laparoscopy in generalised peritonitis. Ann R Coll Surg Engl. 2000; 82:6–10.
18. Sauerland S., Agresta F., Bergamaschi R. et al. Laparoscopy for abdominal emergencies: evidence-based guidelines of the European Association for Endoscopic Surgery. Surg Endosc. 2006; 20:14–29.
19. Siu WT, Leong HT, Law BK, et al.: Laparoscopic repair for perforated peptic ulcer: a randomized controlled trial. Ann Surg. 2002, 235:313–319.
20. Tarasconi F., Coccolini W.L., Biffi et al. Perforated and bleeding peptic ulcer: WSES guidelines. World Journal of Gastroenterology. 2020; 15(1): 3.

© Омаров Магомед Дибирович ( maga05region1994@mail.ru ),

Магомедов Мухума Магомедович ( мухума@mail.ru ), Магомедов Магомед Абдухаликович ( Drmda08@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# КЛИНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИСХОДЫ У ПАЦИЕНТОВ С НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ И ИНФАРКТОМ МИОКАРДА

## CLINICAL CHARACTERISTICS AND OUTCOMES OF SARS-COV-2 (COVID-19) PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION

**K. Prokhorov  
N. Koriagina  
G. Spasenkov  
V. Koriagin  
A. Avdeev**

*Summary.* Relevance. There is limited information available on the clinical characteristics and outcomes of SARS-CoV-2 (COVID-19) patients with myocardial infarction.

*Materials and methods.* In our one-center retrospective study, we reviewed 28 patients admitted to the vascular center from October 01, 2020 to November 30, 2020. A total of 28 19 (67.8%) of whom were men, with an average age of 65 [58, 71] years and a high burden of comorbidities.

*Results.* During hospitalization, 14 (50%) developed acute respiratory distress syndrome, and 8 (28%) required mechanical ventilation. 23 (82%) patients received primary percutaneous coronary intervention (PCI), and 4 (14.2%) patients received fibrinolytic therapy. 8 (28%) patients required cardiac resuscitation during hospitalization, and 6 people (21.4%) died. In 3 (75%), initially receiving fibrinolytic therapy, fibrinolysis was successful. Stent thrombosis occurred in 8 (34.7%) patients after PCI.

*Conclusion.* We analyzed a series of COVID-19 infections in patients with MI. Found a high incidence of stent thrombosis, which indicates a possible need to adapt the treatment of MI in patients with COVID-19.

*Keywords:* myocardial infarction, COVID19, stent thrombosis, percutaneous coronary intervention.

**Прохоров Кирилл Владимирович**

Соискатель, ФГБОУ ВО «Пермский государственный  
медицинский университет имени академика  
Е.А. Вагнера» Минздрава России; главный врач ГБУЗ ПК  
ККД  
kirpro059@gmail.com

**Корягина Наталья Александровна**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Пермский  
государственный медицинский университет имени  
академика Е.А. Вагнера» Минздрава России; главный  
терапевт Минздрава Пермского края  
nina11–85@mail.ru

**Спасенков Григорий Николаевич**

Соискатель, ФГБОУ ВО «Пермский государственный  
медицинский университет имени академика  
Е.А. Вагнера» Минздрава России, врач-кардиолог  
spy5502@mail.ru

**Корягин Владимир Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский  
университет имени академика Е.А. Вагнера»  
Минздрава России  
vladimirkoryagin12@gmail.com

**Авдеев Алексей Викторович**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский  
государственный медицинский университет имени  
академика Е.А. Вагнера» Минздрава России  
svenav@mail.ru

*Аннотация.* Актуальность. Имеется ограниченная информация о клинических характеристиках и исходах пациентов с заболеванием SARS-CoV-2 (COVID-19) с инфарктом миокарда.

*Материалы и методы.* В нашем одноцентровом ретроспективном исследовании мы рассмотрели 28 пациентов, госпитализированных в сосудистый центр с 01 октября 2020 года по 30 ноября 2020 года. Всего 28 19 (67,8%) из которых были мужчинами, со средним возрастом 65 [58, 71] лет и высоким бременем сопутствующих заболеваний.

*Результаты.* Во время госпитализации у 14 (50%) развился острый респираторный дистресс-синдром, а 8 (28%) потребовалась ИВЛ. 23 (82%) пациентов получали первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ), а 4 (14,2%) фибринолитическую терапию. 8 (28%) пациентов потребовалась реанимация сердца во время госпитализации, а 6 человек (21,4%) умерли. У 3 (75%), первоначально получавших фибринолитическую терапию, фибринолиз был успешным. Тромбоз стента произошел у 8 (34,7%) пациентов после ЧКВ.



## Актуальность

**П**о состоянию на 20 мая 2020 года общее количество подтвержденных случаев заражения коронавирусом 2 (SARS-CoV-2 или COVID-19) тяжелого острого респираторного синдрома во всем мире превысило 4,5 миллиона случаев, а связанные с ними зарегистрированные смертельные случаи приблизились к 325000 [1]. Системные вирусные инфекции были связаны с острым инфарктом миокарда и воспалением [2,3] и действительно может быть патофизиологическим триггером разрыва бляшки и тромбоза. Несмотря на растущее количество публикаций, касающихся общей популяции с положительным диагнозом COVID-19, мало что известно о конкретных клинических характеристиках и исходах пациентов с активной инфекцией COVID-19, у которых наблюдается инфаркт миокарда (ИМ). Фактически, данные до сих пор в основном ограничивались небольшой серией случаев из 18 пациентов в Нью-Йорке с зарегистрированной летальностью 72% [4] и еще один из 28 пациентов из северной Италии с зарегистрированной летальностью 39% [5].

## Материал и методы

Проведен ретроспективный одноцентровой обзор медицинских карт пациентов, последовательно госпитализированных в период с 01 октября 2020 г. по 30 ноября 2020 г. с COVID-19 и ИМ в региональный сосудистый центр (РЦС) Пермского края. Пациенты были инфицированы COVID-19, который был подтвержден положительным результатом тестирования полимеразной цепной реакции из носоглотки. COVID-отрицательные пациенты, лечившиеся по поводу ИМ в РЦС, были исключены из исследования. Сроки результатов ПЦР на COVID-19 в отношении времени чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) не были доступны. Собранные данные включали демографические данные пациентов, сопутствующие заболевания, существующие лекарства, лабораторные тесты, результаты электрокардиограммы, диагноз во время госпитализации, лечение в стационаре, лечение (фибринолитическая терапия, ЧКВ, использование вазопрессоров) и исходы (продолжительность госпитализации, успешность реваскуляризации). Сообщалось о приеме лекарств в домашних условиях на основании согласования при-

Заключение. Мы провели анализ серии случаев инфицирования COVID-19 пациентов с ИМ. Обнаружили высокую частоту тромбоза стента, что указывает на возможную необходимость адаптации лечения ИМ у пациентов с COVID-19.

*Ключевые слова:* инфаркт миокарда, COVID19, тромбоз стента, чрескожное коронарное вмешательство.

ема лекарств, проведенного врачом в приемном отделении. Диагноз ишемической болезни сердца включал перенесенный ранее инфаркт миокарда (ПИКС), операцию аортокоронарное шунтирование, предыдущие чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) и наличие стенокардии.

Выбор первоначальной стратегии реперфузии — фибринолитическая терапия или первичное ЧКВ — оставался на усмотрение лечащего врача в отделении в соответствии с клиническими рекомендациями, поскольку для таких пациентов не существует иных международных рекомендаций по ведению больных с COVID-19. Как правило, пациенты с COVID-19 и ИМ в РЦС получали инвазивную терапию. Успешный фибринолиз определялся как смещение сегмента ST более чем на 50% в течение 60–90 мин после фибринолитического введения при отсутствии боли в груди и признаков гемодинамической или электрической нестабильности. Эффективность реваскуляризации при инфаркте миокарда (TIMI) оценивался ангиографически лечащим врачом [6]. ИМ и тромбоз стента определялись согласно четвертому универсальному определению ИМ [7].

Инфекция COVID-19 была классифицирована в соответствии с определениями ВОЗ клинических синдромов, связанных с COVID-19 [8]. Определение стадии хронической болезни почек проводилось в соответствии с рекомендациями по клинической практике [9].

Непрерывные переменные представлены в виде медианы [25-й перцентиль, 75-й перцентиль]. Категориальные переменные представлены как частота и процент.

## Полученные результаты

В этот обзор было включено 28 пациентов, большинство из которых составляли мужчины, средний возраст которых составлял 65 [58, 71] лет.

Пациенты несли высокую коморбидную нагрузку; у большинства (15, 55%) было не менее 3 сопутствующих заболеваний. Наиболее частыми сопутствующими заболеваниями были: сахарный диабет (16, 57,1%),

Таблица 1. Распространенность сопутствующей патологии у пациентов с инфарктом миокарда с COVID-19

Сопутствующие заболевания	Абс., чел.	%
Сахарный диабет	16	57,1
Артериальная гипертензия	24	85,7
Хроническая болезнь почек	12	42,9
Хроническая обструктивная болезнь легких	8	28,6
Бронхиальная астма	3	10,7
Злокачественное новообразование	2	7,1
Фибрилляция предсердий	12	42,9

Таблица 2. Локализация инфаркта миокарда с COVID-19

Локализация	Абс., чел.	%
Передне-латеральный	12	44,4
Задне-латеральный	12	44,4
Задне-базальный	1	3,7
Передне-перегородочный	1	3,7
Передне-боковой	2	7,4
Задне-боковой	0	0

Таблица 3. Осложнения инфаркта миокарда с COVID-19

Показатель	Абс., чел.	%
Наличие отека легких	13	46,4
Наличие кардиогенного шока	6	21,4
Потребность в вазопрессорах	6	21,4
Потребность в внутривенных диуретиках	15	53,6

артериальная гипертензия (24, 85,7%), фибрилляция предсердий (12, 42,9%).

Во время госпитализации у 12 пациентов (42,8%) была легкая пневмония, у 14 (50%) развился острый респираторный дистресс-синдром, а 8 (28%) потребовалась инвазивная вентиляция легких (ИВЛ).

Среднее время реперфузии от боли составило 12,6 [8, 15] часов. При этом 23 (82%) пациентов получали первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ), при этом тромбоз стента произошел у 8 (34,7%) пациентов после ЧКВ.

Из 22 пациентов, получавших первичное ЧКВ, у 1 пациента (4,3%) не было признаков обструкции коронарной артерии, и у него был диагностирован миокардит. Среднее время от двери до провода составляло 128 [90, 210] минут.

Наиболее частой локализацией была передне-латеральная (44,4%) и задне-латеральная (44,%).

При ЧКВ всем пациентам был установлен стент с лекарственным покрытием. 7 пациентам (30,4%) потребовалась инвазивная искусственная вентиляция легких. Кроме того, у 6 (26%) пациентов потребовалась реанимация сердца, а 5 (21,7%) умерли.

Из 4 пациентов, первоначально получавших фибринолитическую терапию, 3 пациентов (85%) имели успешный фибринолиз. Среднее время реперфузии составило 27 [20, 34] минут. У всех пациентов использовалась альтеплаза.

Из всех 28 пациентов с ИМпST, положительных на инфекцию COVID-19, 8 (28%) потребовалась инвазивная искусственная вентиляция легких. Их средний возраст составлял 68 [60, 74] лет, и 6 (75%) были мужчинами.

Наиболее частыми сопутствующими заболеваниями были ишемическая болезнь сердца в анамнезе (6, 75%), артериальная гипертензия (8, 100%) и ХОБЛ (4, 50%).

Семь (87%) пациентов, которым потребовалась искусственная вентиляция легких, перенесли первичное ЧКВ, а 1 (12,5%) пациент получал фибринолитическую терапию в качестве начальной стратегии реперфузии.

При этом у 7 (75%) потребовалась реанимация сердца, 6 (75%) умерли. Средняя продолжительность пребывания составила 14 [9, 15] дней.

## Обсуждение

Оптимальная стратегия ведения пациентов с ИМ и сопутствующим COVID-19 может представлять большую проблему, чем для пациентов с ИМ вне пандемии.

По данным литературы, имеются рекомендации использования фибринолитической терапии вместо первичного чрескожного коронарного вмешательства у пациентов, которые обращаются в течение 12 часов с момента появления симптомов и не имеют противопоказаний для фибринолитиков [10].

Наше исследование заполняет критический пробел в знаниях, описывая исходные характеристики и сопутствующие заболевания, клиническое течение, стратегии ревазуляризации и исходы пациентов, госпитализированных с COVID-19 и ИМ.

Пациенты в исследовании были пожилого возраста и имели высокую сопутствующую патологию. Все пациенты имели по крайней мере 1 сопутствующую патологию, почти все имели 2 или более сопутствующих заболеваний, а многие имели 3 и более сопутствующих заболеваний.

Летальность в этом исследовании составила 21,4%. Но мы зафиксировали высокий уровень смертности среди пациентов с инвазивной вентиляцией легких в пределах ранее обсужденных показателей среди пациентов с COVID-19 в критическом состоянии в Китае и США [11].

Инфаркт миокарда — тяжелая сосудистая катастрофа, и на смертность при этом заболевании влияет множество характеристик пациента. Например, женский пол, пожилой возраст, передний ИМ и перенесенный инфаркт миокарда связаны с худшими исходами у этих пациентов [12]. Сообщается, что грипп и другие респираторные вирусные инфекции действуют как триггеры ИМ [2] и грипп может незначительно увеличить риск сосудистой катастрофы [3]. Следовательно, вполне вероятно, что инфекция COVID-19 и системная воспалительная реакция во многих случаях могли быть спусковым механизмом для коронарного события.

Стандарт лечения пациентов без COVID-19 с ИМ — это инвазивная ревазуляризация в течение 90 минут после обращения в больницу. Фибринолитическая терапия рекомендуется, если ожидается задержка до инвазивной ревазуляризации более чем на 90 минут [7].

Вызывает тревогу то, что пациенты в этом исследовании, которые лечились с помощью ЧКВ, имели частоту тромбоза стента 34,7%, что намного выше, чем ранее сообщавшаяся частота раннего тромбоза стента, равная 1% [13]. Кроме того, сообщалось, что пациенты в отделении интенсивной терапии по поводу COVID-19 имеют чрезвычайно высокую частоту тромботических осложнений (примерно 31%) [14] и что более интенсивная антикоагуляция может улучшить результаты у таких пациентов с повышенным уровнем D-димера. Эти специфические для COVID-19 наблюдения могут объяснить, почему пациенты в нашем исследовании имели более высокий, чем ожидалось, уровень тромбоза стента. Следовательно, важно продолжить мониторинг тромботических событий в этой популяции с помощью более крупных исследований, чтобы определить время и стратегии инвазивной ревазуляризации.

Это исследование имеет все ограничения ретроспективных исследований проспективно собранных данных.

В заключение, мы обнаружили высокий уровень тромботических осложнений и очень высокую смертность. Наши результаты предполагают возможную необходимость адаптации лечения ИМ для пациентов с сопутствующей инфекцией COVID-19.

## ЛИТЕРАТУРА

1. The Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University Coronavirus COVID-19 global cases. 2020 <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>. Accessed May 20, 2020).
2. Warren-Gash C, Hayward AC, Hemingway H, Denaxas S, Thomas SL, Timmis AD, Whitaker H, Smeeth L. Influenza infection and risk of acute myocardial infarction in England and Wales: a CALIBER self-controlled case series study. *J Infect Dis.* 2012; 206: 1652-1659.
3. Claeys MJ, Coenen S, Colpaert C, Bilcke J, Beutels P, Wouters K, Legrand V, Van Damme P, Vrints C. Environmental triggers of acute myocardial infarction: results of a nationwide multiple-factorial population study. *Acta Cardiol.* 2015; 70: 693-701.

4. Bangalore S., Sharma A., Slotwiner A., Yatskar L., Harari R., Shah B., Ibrahim H., Friedman G.H. ST-Segment elevation in patients with Covid-19 — a case series [published online ahead of print, 2020 Apr 17]. *N Engl J Med.* 2020; (NEJMc2009020).
5. Zeng J, Huang J, Pan L. How to balance acute myocardial infarction and COVID-19: the protocols from Sichuan Provincial People's Hospital [published online March 11, 2020]. *Intensive Care Med.* doi: 10.1007/s00134-020-05993-9.
6. Chesebro JH., Knatterud G, Roberts R, Borer J, Cohen LS, Dalen J, Dodge HT, Francis CK, Hillis D, Ludbrook P. Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) Trial, Phase I: A comparison between intravenous tissue plasminogen activator and intravenous streptokinase. Clinical findings through hospital discharge. *Circulation.* 1987; 76: 142-154.
7. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, White HD. Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC). American College of Cardiology (ACC) American Heart Association (AHA) World Heart Federation (WHF) Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *J Am Coll Cardiol.* 2018; 72: 2231-2264.
8. Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected. World Health Organization, Published March 13, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/clinical-management-of-novel-cov.pdf>.
9. National Kidney Foundation K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis.* 2002; 39: S1-S266.
10. Zeng J, Huang J, Pan L. How to balance acute myocardial infarction and COVID-19: the protocols from Sichuan Provincial People's Hospital [published online ahead of print, 2020 Mar 11]. *Intensive Care Med.* 2020; 46: 1111-1113.
11. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [published correction appears in *Lancet.* 2020 Jan 30]. *Lancet.* 2020; 395: 497-506.
12. Vasiljević Z, Stojanović B, Kocev N. [Hospital mortality trend analysis of patients with ST elevation myocardial infarction in the Belgrade area coronary care units]. *Srp Arh Celok Lek.* 2008; 136: 84-96.
13. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, Bailey SR 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012; 79: 453-495.
14. Klok FA, Kruip MJHA, van der Meer NJM, Arbous MS Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19 [published online ahead of print, 2020 Apr 10]. *Thromb Res.* 2020; (S0049-3848(20)30120-1)

---

© Прохоров Кирилл Владимирович ( kirpro059@gmail.com ), Корягина Наталья Александровна ( nina11-85@mail.ru ),  
Спасенков Григорий Николаевич ( spy5502@mail.ru ), Корягин Владимир Сергеевич ( vladimirkoryagin12@gmail.com ),  
Авдеев Алексей Викторович ( svenav@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗУБНЫХ ДУГ

### FEATURES OF DETERMINING THE SHAPE AND SIZE OF DENTAL ARCHES

**M. Puzdyreva**  
**M. Rozhkova**  
**S. Fishchev**  
**A. Lepilin**  
**A. Sevastyanov**  
**I. Orlova**  
**R. Subbotin**  
**V. Popov**

*Summary.* Relevance. Currently, in orthodontics, it is difficult to predict the size of dental arches with anomalies of their shape and size. There is very little information on the assessment of the compliance of the sizes of teeth and dental arches with the individual parameters of the head and face. No clear algorithms have been developed for the study of abnormal dental arches to determine the tactics of orthodontic treatment.

The purpose of the study. Improving the efficiency of diagnosis and treatment of occlusion anomalies in patients by optimizing methods for determining the shape and size of dental arches.

Material and methods. The first group included patients with normodontism of permanent teeth, the second group — with macrodontism, and the third group—with microdontism.

In each group, subgroups were identified depending on the gnathic type of dental arches (mesognathic, brachygnathic, and dolichognathic).

Original methods for assessing the dental status that are important for clinical dentistry, in particular for orthodontics, are proposed.

**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

**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

**Субботин Роман Сергеевич**  
 К.м.н., ассистент Санкт-Петербургский  
 государственный педиатрический медицинский  
 университет Министерства здравоохранения РФ  
 roma.seregin.92@mail.ru

**Попов Владимир Петрович**  
 К.п.н., ассистент, Санкт-Петербургский  
 государственный педиатрический медицинский  
 университет Министерства здравоохранения РФ  
 vpopov5@mail.ru

*Аннотация.* Актуальность. В ортодонтии существуют трудности в прогнозировании параметров зубных дуг при аномалиях их размеров и формы. В настоящее время мало сведений о соответствии формы и размеров зубов и зубных арок параметрам головы и лица пациентов. Нет четких последовательных исследований аномальных зубных дуг для рациональной тактики лечения в клинике ортодонтии.

Цель исследования. Оптимизация диагностики и лечения окклюзионных аномалий у пациентов путем создания правильной формы и размеров зубных арок.

The results of the study. The results of the study of patients with physiological occlusion of permanent teeth showed that in people with normodont types of dental arches, their main linear parameters were different in meso-, brachy- and dolichognathia, despite the uniformity of odontometric indicators. In accordance with the objectives of the study, to determine the effectiveness of diagnostics and optimization of research methods, for us, the most significant value was not the absolute values of linear parameters, but the difference between the actual and calculated values, which had both negative and positive values. Conclusions. We recommend that you determine the dental type of dental arches when comparing three main indicators: the diagonal of the face, the sum of the width of the crowns of fourteen teeth, and the average modulus of the molar crowns. We recommend comparing the gnathic type of the face with the gnathic type of the dental arches to determine the discrepancy between the specified parameters.

*Keywords:* malocclusion and malformation, shape and size of dental arches, orthodontics.

**П**рименяемые классификации формы и размеров зубных дуг подтверждены сведениями согласно основным линейным размерам, и в тоже время представлены при исследовании пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов (1, 2, 3, 4). Указанные методы измерения диагональных размеров зубных дуг базируются на положении межрезцово-вой точки, которая при аномалиях формы и размеров зубных дуг может менять свое положение (4). Нередко прогнозирование размеров зубных дуг при аномалиях их формы и размеров затруднено (5, 6, 7, 8). Весьма недостаточно данных по оценке соответствия размеров зубов и зубных дуг индивидуальным параметрам головы и лица. Отчётливые способы исследования аномальных зубных дуг для определения тактики ортодонтического лечения не проработаны.

#### Цель исследования

Увеличение результатов диагностики и лечения аномалий окклюзии у пациентов путем рационализации способов определения формы и размеров зубных дуг.

**Материал и методы.** Представлены пациенты первой группы с нормодонтизмом постоянных зубов, второй группы — с макродонтизмом, третьей — с микродонтизмом.

Из каждой группы выделили подгруппы с учётом гнатического типа зубных дуг (мезогнатические, брахи- и долихогнатические).

Рекомендованы актуальные способы анализа одонтологического статуса, имеющие большое значение как в ортодонтии, так и в клинической стоматологии.

**Результаты исследования.** Проведенное исследование пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов показало, что у лиц с нормодонтными типами зубных дуг, значимые линейные параметры отличались при мезо-, брахи- и долихогнатии, независимо от одноразмерности одонтометрических показателей. Согласно задачам анализа, определения эффективности диагностики и оптимизации методов исследования, для нас немаловажную ценность имели не абсолютные значения линейных параметров, а разность между фактическими и расчетными параметрами, которые содержали как отрицательные, так и положительные значения.

**Выводы.** Сравнивая основные три показателя типа зубных арок: диагональ лица, сумма ширины коронок четырнадцати зубов и средний модуль коронок моляров, рекомендуем определять дентальный тип зубных дуг. Для определения несоответствия указанных параметров гнатический тип лица рекомендуем сравнивать с гнатическим типом зубных дуг.

*Ключевые слова:* аномалии и деформации прикуса, форма и размеры зубных дуг, ортодонтия.

#### Материал и методы исследования

В исследовании принимали участие жители г. Санкт-Петербурга, 362 человека обоего пола, первого периода зрелого возраста (от 21–35 лет).

Пациенты с нормодонтизмом постоянных зубов были включены в первую группу, во вторую группу — с макродонтизмом, в третью — с микродонтизмом.

В зависимости от гнатического типа зубных дуг (мезогнатические, брахи- и долихогнатические) из каждой группы были выделены подгруппы.

На лице между точками, общепринятыми при проведении подобных исследований, проводили измерения. По диагональным размерам, а именно проводили измерения между точками «t» (козелок уха) и «sn» — подносовая (субназальная) точка, оценивали дентальный тип лица.

Измерения проводили с обеих сторон. Средний показатель диагонали лица определяли в случае различия

величин. Для нормодонтного типа лица была характерна величина диагонали лица от 122 до 130 мм. Согласно указанным размерам, типы лица были микродонтными при уменьшении величины, а макродонтные — соответственно при увеличении цифровых показателей.

Гнатический индекс, как процентное отношение диагонали лица к его ширине, определяли измерением лица в трансверсальном направлении между козелковыми точками.

Мезогнатическим типам лица соответствовала величина гнатического индекса от 83 до 93. Для брахиognатии характерно уменьшение индексных показателей. Следовательно, для долихогнатических типов лица были типичны увеличенные индексные показатели (более 93%).

Длину зубной дуги вычисляли как сумму ширины коронок зубов, составляющих зубной ряд. Не включали в исследование зубы мудрости.

Использовали в качестве оценки размеров зубов величину среднего модуля моляров (сумма модулей коронок первого и второго моляров разделенная на два). Для микродонтизма был характерен средний модуль моляров менее 10,6 мм, а для макродонтизма более — 11,0 мм. Модуль рассчитывался как сумма поперечных и продольных размеров коронок моляров, разделенная пополам.

Традиционно по методу Pont A. (1908) или по методу Linder H. и Harth G. (1930) измеряются трансверсальные размеры зубных дуг. Основными ориентирами для оценки размеров зубных дуг в нашем исследовании служили наиболее выпуклые точки вестибулярной поверхности зубов вблизи окклюзионного контура.

Нами разработан алгоритм исследования для определения соразмерности зубов основным параметрам зубных дуг и челюстей, который использовали как для оценки зубных дуг при физиологической окклюзии, так и для диагностики аномалий формы и размеров зубных дуг. При выборе методов лечения аномалий был предложен алгоритм.

На первом этапе определяли гнатический тип лица. Однотометрические показатели оценивали на втором этапе. Размеры зубных дуг оценивали на третьем этапе.

Предложенный алгоритм позволил установить соответствие размеров зубов параметрам зубных дуг и выявить аномалии размеров и формы зубных дуг в различных отделах и в целом, по дуге. Сравнить размеры зубных дуг верхней и нижней челюсти между собой.

## Результаты ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на одноразмерность однтотометрических показателей результаты исследования пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов показали, что у людей с нормодонтными типами зубных дуг, их основные линейные параметры были различны при мезо-, брахи-, долихогнатии.

У людей с мезогнатическим типом зубных дуг фактические величины трансверсальных размеров зубных дуг в области премоляров соответствовали рассчитанным по методу Pont. Ширина зубных дуг при брахиognатии в области премоляров была шире, чем рассчитанная по методу Pont на  $2,32 \pm 0,00$  мм. Трансверсальные размеры у людей с долихогнатическим типом зубных дуг в области премоляров были меньше, чем рассчитанные по методу Pont на  $4,95 \pm 0,00$  мм.

Рассчитанные по методу Linder и Harth трансверсальные размеры зубных дуг в области премоляров, также имели особенности.

У людей с мезогнатическим типом зубных дуг фактические величины трансверсальных размеров зубных дуг в области премоляров были шире, чем рассчитанные по методу Linder и Harth на  $2,29 \pm 0,00$  мм. При брахиognатии ширина зубных дуг в области премоляров были шире, чем рассчитанная по методу Linder и Harth на  $4,67 \pm 0,00$  мм. Трансверсальные размеры зубных дуг у людей с долихогнатическим типом зубных дуг в области премоляров были меньше, чем рассчитанные по методу Linder и Harth на  $2,33 \pm 0,00$  мм.

Подтверждено, что у людей с нормодонтными зубными дугами при долихогнатии определяется «высокий» торк передних зубов, а при брахиognатии — низкий. У людей долихогнатическими типами зубных дуг в связи с этим отмечается увеличение глубины дуги из-за протрузионного положения резцов. При брахиognатии отмечается их ретрузионное положение и, следовательно, уменьшение глубины переднего отдела зубной дуги. Таким образом, из общепринятых методов исследования трансверсальных размеров, при обследовании людей с нормодонтными мезогнатическими формами зубных дуг, более приемлем метод Pont.

Возможно использование метода Korkhaus у людей с мезогнатическими нормодонтными типами зубных систем для оценки сагиттальных размеров. Существенные погрешности при всех типах зубных дуг имел метод Linder и Harth, это отражается на выборе методов и определении эффективности ортодонтического лечения пациентов с нормодонтными зубными системами.

При мезогнатии ширина зубных дуг в области премоляров были шире, чем рассчитанные по методу Pont на  $2,81 \pm 0,00$  мм. У людей с долихогнатическим типом зубных дуг трансверсальных размеров зубных дуг в области премоляров были меньше, чем рассчитанные по методу Pont на  $5,42 \pm 0,00$  мм.

Также имели место особенности, рассчитанные по методу Linder и Harth трансверсальные размеры зубных дуг в области премоляров. Фактические величины трансверсальных размеров зубных дуг в области премоляров были шире, чем рассчитанные по методу Linder и Harth на  $1,06 \pm 0,00$  мм у людей с брахиогнатическим типом зубных дуг.

Не имела достоверных различий с показателями, рассчитанными по методу Linder и Harth ширина зубных дуг в области премоляров при мезогнатии. Трансверсальные размеры зубных дуг в области премоляров были меньше, чем рассчитанные по методу Linder и Harth на  $2,9 \pm 0,00$  мм, у людей с долихогнатическим типом зубных дуг.

Рассчитанная по методу Korkhaus глубина переднего отдела зубной дуги, соответствовала расчетным показателям при брахиогнатических макродонтных типах зубной системы.

В тоже время для мезо- и долихогнатии было характерно увеличение глубины зубной дуги и разница между расчетными и фактическими показателями глубины переднего отдела составляла  $1,1 \pm 0,00$  мм и  $1,75 \pm 0,00$  мм соответственно.

Является логическим и соответствует данным специалистов несоответствие фактических величин расчетным показателям глубины зубной дуги по Korkhaus.

Было доказано, что «высокий» торк передних зубов у людей с макродонтными зубными дугами определяется при мезо- и долихогнатии, в связи с чем выявлено увеличение глубины дуги из-за протрузионного положения резцов у людей с мезо- и долихогнатическими типами зубных дуг.

При обследовании пациентов с макродонтными мезогнатическими формами зубных дуг из стандартных методов исследования трансверсальных размеров, более применим метод Harth и Linder.

При обследовании пациентов с макродонтными брахиогнатическими типами зубных дуг использовали метод Pont. Метод Korkhaus для оценки сагиттальных размеров применим только у людей с брахиогнатическими макродонтными типами зубных систем.

При использовании метода Pont были выявлены существенные погрешности при мезо- и долихогнатических типах зубных дуг, что может сказываться на выборе методов и определении эффективности ортодонтического лечения людей с макродонтными типами зубных систем.

Трансверсальные размеры зубных дуг в области премоляров, которые определялись по методу Harth и Linder тоже имели следующие особенности. У людей с брахиогнатическим типом зубных дуг в области премоляров фактические величины трансверсальных размеров зубных дуг были шире, чем величины, рассчитанные по методу Harth и Linder на  $3,72 \pm 0,00$  мм. При мезогнатии ширина зубных дуг в области премоляров не имела существенных различий с показателями, рассчитанными по методу Harth и Linder. У людей с долихогнатическим типом зубных систем трансверсальные размеры зубных дуг в области премоляров имели меньшую величину, чем рассчитанные по методу Harth и Linder на  $1,18 \pm 0,00$  мм.

Величина переднего отдела зубной дуги, определенная по методу Korkhaus, не отличалась от показателей, характерным для долихогнатических микродонтных типов зубной системы. У пациентов с мезо- и брахиогнатией было выявлено уменьшение величины глубины зубной дуги. Разница между расчетными и фактическими показателями величины глубины переднего отдела составляла  $1,8 \pm 0,00$  мм и  $1,05 \pm 0,00$  мм соответственно. Несоответствие параметров фактических величин расчетным показателям глубины зубной дуги, определенным методом Korkhaus является соответствует данным специалистов (Орлова И.В., 2016). Было выявлено, что у пациентов с макродонтными зубными дугами при мезо- и брахиогнатии установлен «низкий» торк передних зубов. В результате отмечено укорочение зубной дуги из-за ретрузионного положения резцов у людей с мезо- и брахиогнатическими типами зубных систем.

Были сделаны выводы, что при обследовании пациентов с микродонтными мезогнатическими формами зубных дуг из общепринятых методов определения трансверсальных размеров, оптимален в применении метод Pont и Linder-Harth. Для определения сагиттальных размеров допустимо использование метода Korkhaus у пациентов с долихогнатическими макродонтными типами зубных дуг.

Выполненное исследование дало нам возможность предложить дополнительные методы исследования и оценить их эффективность у людей с различными дентальными и гнатическими типами лица и зубных дуг.

У обследованных людей при сравнительном анализе зубочелюстных и лицевых параметров было опре-

делено, что основным показателем дентального типа лица и зубных дуг были диагональные размеры лица (t-sn), в независимости от величины ширины лица. При цифровом показателе величины диагональных размеров в 122–130 мм определялся нормодонтный тип лица. При этом сумма ширины коронок 14 зубов в среднем составляла от 112 до 118 мм, а модуль коронок был от 10,6 до 11 мм. Уменьшение значений этих величин было характерно для микродонтизма, а увеличение — для макродонтизма. Показателем, определяющим гнатический тип лица было процентное отношение диагональных размеров к трансверсальным (t-t). Значение величины гнатического индекса лица составляло от 83% до 92% при мезогнатическом типе лица, независимо от принадлежности к дентальному типу.

Значение величины дентального индекса (отношение полусуммы 14 зубов к ширине зубной дуги между вторыми молярами) определялось в цифровом диапазоне от 0,92 до 0,97. Уменьшение значения величины свойственно брахигнатии, а увеличение этого значения — долихогнатии. У людей с физиологической окклюзией типы зубных дуг и лица были идентичны.

Отношение суммы семи зубов половины зубной дуги к фронтально-молярной диагонали составило при всех типах зубных дуг 1,06. Это позволило данный размер характеризовать как диагональный индекс зубной дуги и применить его для оптимизации методов диагностики аномалий зубных дуг. Глубина зубной дуги рассчитывалась как катет прямоугольного треугольника.

Сравнение расчетных показателей с фактическими величинами выявило их соответствие при всех типах зубных дуг, что дало нам возможность использовать результаты для повышения эффективности методов диагностики и выбора наиболее приемлемых методов ортодонтического лечения.

У пациентов с нормодонтизмом постоянных зубов наблюдались разные гнатические варианты формы зубных дуг (мезогнатические, долихогнатические и брахигнатические). Учитывая рекомендации специалистов при ортодонтическом лечении пациентов с нормодонтными мезогнатическими типами зубных дуг и лица использовалась стандартная пропись брекетов и средние размеры металлических дуг.

У пациентов с нормодонтным долихогнатическим типом зубных дуг и лица применялась пропись брекетов с «высоким» торком, а дуги были малого размера. Вместе с тем, при нормодонтном брахигнатическом типе использовалась пропись брекетов с «низким» торком, но дуги были большого размера. Результатом практически всех случаев лечения было достигнуто получение

физиологической окклюзии с улучшением эстетики лица.

При макродонтизме постоянных зубов и мезогнатическими типами лица и зубных дуг мы использовали брекеты с «высоким» торком и большие размеры металлических дуг.

При макродонтном долихогнатическом типе лица и зубных дуг мы применяли пропись брекетов с «высоким» торком, но дуги были среднего размера.

Между тем, при макродонтном брахигнатическом типе лица и зубных дуг пропись брекетов была со «стандартным» торком, а дуги — большого размера. Практически во всех клинических случаях было достигнуто получение физиологической окклюзии и параметров зубных дуг, соответствующих размерам, полученных у людей группы сравнения.

При ортодонтическом лечении людей с микродонтными мезогнатическими типами лица и зубных дуг применялись брекеты с «низким» торком и малые размеры металлических дуг.

При микродонтном долихогнатическом типе использовалась стандартная пропись брекетов, и дуги были малого размера.

При микродонтном брахигнатическом типе употреблялась пропись брекетов с «низким» торком, а дуги были среднего размера. Практически во всех клинических случаях результатом было получение физиологической окклюзии и параметров зубных дуг, соответствующих размерам, зафиксированных у пациентов группы сравнения.

Результаты применяемого нами ортодонтического лечения, которое проводилось у пациентов с учетом оптимизации методов диагностики и прогнозирования формы и размеров зубных дуг, показали, что основные линейные и угловые параметры челюстно-лицевой области улучшились и окклюзионные взаимоотношения соответствовали основным «ключам» физиологической окклюзии.

## Выводы

1. Алгоритм прогнозирования основных параметров зубных дуг при их аномалиях содержал в себе несколько последовательных этапов: цефалометрию, одонтометрию и измерение основных параметров зубных дуг с последующим сравнительным анализом. Нормодонтному типу лица соответствовали цифровые параметры ди-

агонали от 122 до 130 мм. Гнатический индекс лица от 83 до 93 был характерен для мезогнатического типа лица. Отношение длины верхней зубной дуги к нижней дуге составляло  $1,07 \pm 0,01$ . Фациально-молярный коэффициент составляет  $2,3 \pm 0,05$  и предназначался для оценки ширины зубной дуги между вторыми верхними молярами. Межчелюстной молярный коэффициент составлял 1,1 и был предназначен для определения ширины нижней зубной дуги. Представленный

алгоритм методов исследования применим для прогнозирования формы и размеров при различных дентальных и гнатических типах зубных дуг.

2. Дентальный тип зубных дуг советуем определять при сравнении трех основных показателей: диагональ лица, сумма ширины коронок четырнадцати зубов и средний модуль коронок моляров.
3. Гнатический тип лица предлагаем сравнивать с гнатическим типом зубных дуг для определения несоответствия указанных параметров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ведешина Э.Г., Доменюк Д.А., Дмитриенко С.В. Анатомические особенности инклинации и ангуляции постоянных зубов у людей с различными типами мезогнатических зубочелюстных дуг // Кубанский научный медицинский вестник. 2016. № 1 (156). С. 16–23.
2. Ведешина Э.Г., Доменюк Д.А., Дмитриенко С.В. Особенности долихогнатических зубных дуг у людей с различными вариантами размеров зубов // Кубанский научный медицинский вестник, 2016. — № 1. (156). — С. 39–46.
3. Доменюк Д.А., Коробкеев А.А., Лепилин А.В., Ведешина Э.Г., Дмитриенко С.В. Методы определения индивидуальных размеров зубных дуг по морфометрическим параметрам челюстно-лицевой области. Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2016. — 160 с.
4. 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.
5. Fischev S.B., Puzdyryova 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.
6. Lepilin A.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Dmitrienko S.V., Budaychiv 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
7. 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.
8. 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 ),  
 Севастьянов Аркадий Владимирович ( ardy.dkr@mail.ru ), Орлова Ирина Викторовна ( orisha@mail.ru ),  
 Субботин Роман Сергеевич ( roma.seregin.92@mail.ru ), Попов Владимир Петрович ( vpopov5@mail.ru ).  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ВПЕРВЫЕ ДИАГНОСТИРОВАННАЯ ФИБРИЛЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ И ОЖИРЕНИЕ У ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

### FIRST-TIME DIAGNOSED ATRIAL FIBRILLATION AND OBESITY IN ELDERLY PEOPLE IN THERAPEUTIC PRACTICE

**I. Ryabaya  
E. Serdechnaya  
S. Yurieva**

*Summary.* The reduction of death and cardiovascular events in patients with atrial fibrillation (AF) and obesity remains an urgent problem. A study involving 220 patients with AF and arterial hypertension (AH) was conducted on the basis of the SBOU VO "SSMU" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Arkhangelsk. Inclusion criteria: The first diagnosed form of AF, the presence of arterial hypertension in the anamnesis and at the time of inclusion.

The aim of the study was to identify the features of AF in overweight and obese patients. The body mass index (BMI) was calculated, the concentration of leptin in the blood was determined, ECHO-KG, repeated paroxysms of AF were recorded by performing an ECG.

The study showed that in patients with AF in the obese groups, the size of the left ventricle, the left atrium, the frequency of left ventricular hypertrophy is higher than in the group with normal body weight. An increase in body weight is associated with an increase in the frequency of repeated paroxysms of AF. The concentration of leptin was significantly higher in the group of patients with repeated paroxysms. Conclusions: Obesity contributes to the progression of myocardial remodeling and an increase in repeated paroxysms of AF. The concentration of leptin is higher in the blood in patients with repeated paroxysms of AF.

*Keywords:* atrial fibrillation, structural indicators of the cardiovascular system, obesity, paroxysm, leptin.

**Рябая Ирина Николаевна**

*К.м.н., Доцент, ФГБОУ ВО «Северный  
государственный медицинский университет»  
soldik24@yandex.ru*

**Сердечная Елена Валерьевна**

*ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский  
университет»  
Д.м.н., Профессор*

**Юрьева Светлана Владимировна**

*К.м.н., Доцент, ФГБОУ ВО «Северный  
государственный медицинский университет»*

*Аннотация.* Снижение смерти и сердечно-сосудистых событий у пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП) и ожирением остается актуальной проблемой. На базе ГБОУ ВО «СГМУ» Минздрава России, г. Архангельск проведено исследование с участием 220 пациентов с ФП и артериальной гипертензией (АГ). Критерии включения: Впервые диагностированная форма ФП, наличие артериальной гипертензии в анамнезе и на момент включения.

Цель исследования — выявить особенности ФП у пациентов с избыточной массой тела и ожирением. Выполнен расчет индекса массы тела (ИМТ), определена концентрация лептина в крови, ЭХО-КГ, регистрация повторных пароксизмов ФП осуществлялась посредством выполнения ЭКГ.

Исследование показало, что у пациентов с ФП в группах с ожирением размеры левого желудочка, левого предсердия, частота гипертрофии левого желудочка выше, чем в группе с нормальной массой тела. Увеличение массы тела ассоциируется с повышением частоты повторных пароксизмов ФП. Концентрация лептина достоверно выше в группе пациентов с повторными пароксизмами. Выводы: Ожирение способствует прогрессированию ремоделирования миокарда и увеличению повторных пароксизмов ФП. Концентрация лептина выше в крови у пациентов с повторными пароксизмами ФП.

*Ключевые слова:* фибрилляция предсердий, структурные показатели сердечно-сосудистой системы, ожирение, пароксизм, лептин.

**Ф**ибрилляция предсердий (ФП) — является одной из самых распространенных аритмий 21 века, ассоциируется с очень высоким риском развития тромбоэмболических осложнений (ТЭО) [8, с. 23; 20, с. 517].

Артериальная гипертензия (АГ) и ожирение значительно повышают риск возникновения и ухудшают течение ФП [3, с. 94; 14, с. 62].

В современном мире, ожирение является серьезной проблемой и широко распространено среди населения. Жировая ткань выступает в роли секреторного органа, способного продуцировать биологически активные вещества — адипокины, влияющие на процессы ремоделирования сердца [13, с. 532].

Проведены немногочисленные исследования, показавшие, что избыточная масса тела и ожирение ухудшают течение ФП [4, 18, с. 70], но также были опубликованы данные, описывающие лучшую выживаемость и меньшую частоту кардиоваскулярных событий у пациентов с ФП, имеющих в анамнезе ожирение [24, с. 34; 17, с. 11]. Учитывая противоречивую информацию, нами было инициировано исследование, целью которого явилось выявить особенности течения ФП у пациентов с избыточной массой тела и ожирением.

Исследование выполнено на кафедре поликлинической терапии и сестринского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельска.

## Материалы и методы

В период с января 2014 года по декабрь 2016 года было обследовано 220 пациентов г. Архангельска. Критерии включения: 1) первый эпизод ФП зафиксирован на электрокардиограмме не ранее 1 года до момента включения в исследование, 2) наличие АГ 1-й — 3-й степени в анамнезе и на момент включения.

Критериями исключения явились: 1) возраст пациента менее 18 лет, 2) постоянная форма ФП, 3) клапанные пороки сердца (ревматические пороки, а также гемодинамически значимые атеросклеротические клапанные пороки), гипертиреоз, синдром WPW.

Проведено первичное обследование пациентов, изучен анамнез ФП, выполнен расчет ИМТ, в начале исследования определен уровень лептина крови методом иммуноферментного анализа.

Всем пациентам проводилось электрокардиографическое исследование (ЭКГ).

Выполнен расчет индекса массы тела: ИМТ (кг/м<sup>2</sup>) = вес (кг)/рост (м<sup>2</sup>). На основании ИМТ были выделены четыре группы пациентов: 1-я группа — ИМТ до 25 кг/м<sup>2</sup> (нормальная масса тела) — 42 человек (19,09%), 2-я группа — ИМТ 25 ≤ ИМТ < 30 кг/м<sup>2</sup> (избыточная масса тела) — 90 человек (40,9%), 3-я группа — 30 ≤ ИМТ < 35 кг/м<sup>2</sup> (первая степень ожирения) — 59 человек (26,81%), 4-я группа — ИМТ ≥ 35 кг/м<sup>2</sup> (вторая-третья степень ожирения) — 29 человек (13,2%).

Эхокардиографическое исследование (ЭХО-КГ) выполнено при включении в исследование и через 1 год с изучением следующих параметров: конечно-диастолический размер левого предсердия (КДР ЛП), конечно-систолический размер левого желудочка (КСР ЛЖ), конечно-диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ), фракция выброса (ФВ). Определялся индекс массы миокарда левого желудочка (ИММ ЛЖ). Нормальный показатель ИММ ЛЖ ≤ 115 г/м<sup>2</sup>-у мужчин и ≤ 95 г/м<sup>2</sup>- у женщин [10, с. 755].

Выполнено обучение пациентов контролю пульса на лучевой артерии, а также предоставлялась информация о симптомах, характерных для ФП. Пароксизмы ФП регистрировались при проведении ЭКГ в случае возникновения симптомов, характерных для ФП. Бессимптомные формы выявлялись при ежедневном контроле регулярности пульса на лучевой артерии дважды в сутки (утро, вечер), затем осуществлялось проведение ЭКГ для подтверждения ФП.

Средний возраст пациентов составил 67,34±8,4 лет.

Из анамнеза известно, что до установления диагноза ФП группы пациентов не различались по стадии гипертонической болезни (ГБ). Распределение по стадиям ГБ: ГБ I имели 3 (1,3%) пациента, ГБ II — 23 (10,5%), ГБ III — 194 (88,2%). Изолированную систолическую артериальную гипертензию имели 21 человек (9,5%).

С целью исключения патологии щитовидной железы всем пациентам выполнено исследование содержания тиреоидных гормонов в крови (ТТГ, Т3, Т4), ультразвуковое исследование щитовидной железы.

Все пациенты в исследовании имели АГ в анамнезе и на момент включения в исследование. Для лечения АГ использовались следующие схемы:

1. иАПФ/сартан+бета-блокатор+амлодипин
2. иАПФ/сартан+бета-блокатор+диуретик
3. бета-блокатор+сартан/иАПФ
4. иАПФ/сартан+диуретик

5. иАПФ/сартан+амлодипин
6. иАПФ/сартан+амлодипин+диуретик
7. иАПФ/сартан

Антиаритмическая терапия, используемая у пациентов: 1) Амиодарон, 2) соталол 3) бета-блокатор, 4) комбинация бета-блокатор + амиодарон.

Приверженность терапии составила около 70%.

Длительность наблюдения за пациентами составила 1 год.

Клиническое исследование зарегистрировано в Единая государственная информационная система учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения» (ЕГИСУ НИОКР) № 01201465727.

Статистическая обработка данных выполнена при помощи пакетов прикладных программ IBM SPSS for Windows (версия 24.0), разработчик — IBM, США. Объем выборки определен с помощью программы EpiInfo. С целью описания переменных и сравнительного анализа использовались непараметрические методы описательной статистики, распределение количественных данных проверено на нормальность с помощью теста Шапиро-Уилка. Для описания ненормально распределенных данных использовались медиана и показаны 25% — 75% перцентиль, часть данных представлены в формате  $M \pm SD$ . Сравнения трех групп по количественным признакам проводились на основе непараметрического критерия Краскелла-Уоллеса. Сравнения двух групп по количественным признакам проводились на основе непараметрического критерия Манна-Уитни. Проведены тесты на соблюдение условий, необходимых для применения вышеуказанных методов. Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне вероятности  $\alpha$ -ошибки 5%. Влияния схем лечения артериальной гипертензии на снижение развития повторных пароксизмов ФП было оценено с применением метода множественной логистической регрессии.

При определении предикторов повторных пароксизмов ФП проведен множественный регрессионный анализ с одновременным включением всех потенциальных предикторов в модель. Относительный риск рецидива оценен с помощью отношения шансов.

### Результаты исследования

В исследование включены 220 пациентов: мужчины — 73 (33,2%), женщины — 147 (66,8%). Среднее время наблюдения — 13,2 месяца.

При включении в исследование все пациенты 220 (100%) имели впервые диагностированную ФП. 220 человек (100%) имели в анамнезе артериальную гипертензию, хроническая сердечная недостаточность была диагностирована у 198 (90%) пациентов, ИБС имели 115 (52,3%) пациентов, в том числе перенесенный инфаркт миокарда — 23 (10,5%), сахарный диабет диагностирован у 22 (10%) пациентов. По наличию сопутствующих заболеваний в группах с различным показателем ИМТ, группы были сопоставимы.

Проведено сравнение показателей КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, ФВ, КДР ЛП, выявлена ГЛЖ в группах пациентов с нормальной массой тела, с избыточной массой тела, с ожирением 1-й ст., с ожирением 2–3-й ст.

Результаты, полученные в начале исследования показывают, что группы различались по параметрам КДР ЛП.

Показатель КДР ЛП в исследуемых группах достоверно выше в группе с избыточной массой тела—40,0 (37,0–43,0) мм по сравнению с группой пациентов с нормальной массой тела—39,0 (36–41,0) мм, ( $p=0,036$ ), в группе с ожирением 1-й ст.—42,0 (38,0–44,0) мм по сравнению с группой пациентов с нормальной массы тела ( $p=0,001$ ) и в группе с ожирением 2–3-й ст.—42,0 (39,0–45,0) мм по сравнению с группой пациентов с нормальной массой тела ( $p=0,013$ ). При сравнении группы с ожирением 1-й ст. и группы с ожирением 2–3-й ст. статистически значимых различий не обнаружено.

Анализ структурных изменений через 1 год, показал, что группы стали различаться по большему количеству структурных показателей сердечно-сосудистой системы: КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, КДР ЛП (таблица 1). Показатель КДР ЛЖ в группе с ожирением 2–3-й ст. выше, чем в группе пациентов с нормальной массой тела ( $p=0,002$ ), а также КДР ЛЖ выше в группе пациентов с ожирением 2–3-й ст. по сравнению с избыточной массой тела ( $p=0,003$ ).

Показатель КСР ЛЖ в группе с ожирением 1-й ст. выше, чем в группе пациентов с нормальной массой тела ( $p=0,04$ ), а также КСР ЛЖ выше в группе пациентов с ожирением 2–3-й ст. по сравнению с нормальной массой тела ( $p=0,005$ ) и по сравнению с избыточной массой тела ( $p=0,020$ ).

Показатель КДР ЛП в группе с избыточной массой тела выше, чем в группе пациентов с нормальной массой тела ( $p=0,035$ ), а также КДР ЛП выше в группе пациентов с ожирением 1-й ст. по сравнению с нормальной массой тела ( $p=0,01$ ), КДР ЛП достоверно выше в группе с ожирением 2–3-й ст. по сравнению с группой с нормальной массой тела ( $p=0,01$ ).

Таблица 1. Структурные показатели сердечно-сосудистой системы в различных группах ИМТ через 1 год наблюдения.

Показатель	Группы ИМТ			
	нормальная масса тела	избыточная масса тела	ожирение 1-й ст.	ожирение 2–3-й ст.
КДР ЛЖ (мм)	48,5 (45,0–52,0)	49,0 (46,0–54,0)	51,0 (49–55,0)	53,0 (51,0–56)
КСР ЛЖ (мм)	31,0 (29,0–34,0)	32,0 (30,0–35,0)	33,0 (32,0–36,0)	35,0 (33,0–38,0)
ФВ (%)	63,0 (61,0–68,0)	63,0 (58,0–65,0)	62,0 (58,0–65,0)	61,0 (58,0–63)
КДР ЛП (мм)	38,0 (36,0–41,0)	41,0 (38,0–43,0)	42,0 (39,0–44,0)	43,0 (39,0–44,6)

Примечания: признаки представлены как Ме (Q1– Q3).

ИММ ЛЖ у женщин имел следующую тенденцию: ИММЛЖ (г/рост м<sup>2</sup>) у пациенток с нормальной массой тела — 86,61±1,8 г/м<sup>2</sup>, с избыточной массой тела 95,45±2,3 г/м<sup>2</sup>, ожирение 1 степени — 102,1±3,57 г/м<sup>2</sup>, у пациенток со 2–3 степенью ожирения — 112,03±4,08 г/м<sup>2</sup>.

У мужчин ИММ ЛЖ в зависимости от группы ИМТ распределился следующим образом: 109,8±2,41 г/м<sup>2</sup> — в группе пациентов с нормальной массой тела, 114,63±2,92 г/м<sup>2</sup> — в группе пациентов с избыточной массой тела, ожирение 1 степени — 119,86±3,47 г/м<sup>2</sup>, у пациентов со 2–3 степенью ожирения 124,47±5,09 г/м<sup>2</sup>.

ИММ ЛЖ у женщин имел следующую тенденцию через 1 год наблюдения: ИММЛЖ (г/рост м<sup>2</sup>) у пациенток с нормальной массой тела — 91,83±2,2 г/м<sup>2</sup>, с избыточной массой тела 100,68±2,9 г/м<sup>2</sup>, ожирение 1 степени — 105,6±3,63 г/м<sup>2</sup>, у пациенток со 2–3 степенью ожирения — 116,28±4,62 г/м<sup>2</sup>.

У мужчин ИММ ЛЖ в зависимости от группы ИМТ распределился следующим образом: 112,3±2,6 г/м<sup>2</sup> — в группе пациентов с нормальной массой тела, 118,51±3,73 г/м<sup>2</sup> — в группе пациентов с избыточной массой тела, ожирение 1 степени — 124,49±3,95 г/м<sup>2</sup>, у пациентов со 2–3 степенью ожирения 127,40±5,2 г/м<sup>2</sup>.

Проведено сравнение частоты повторных пароксизмов ФП в зависимости от наличия избыточной массы тела и ожирения. При оценке рецидивов выявлено: 52 человека (23,6%) из 220 не имели повторных пароксизмов. Более половины пациентов — 168 (76,4%) имели повторные пароксизмы ФП.

Повторные пароксизмы ФП чаще регистрировались у пациентов в группе с ожирением 1-й ст.— 81% по сравнению с группой с нормальной массой тела — 45% (p=0,002) и у пациентов в группе с ожирением 2–3-

й ст.— 90% по сравнению с группой с нормальной массой тела — 45% (p=0,001).

Повторные пароксизмы ФП достоверно чаще регистрировались у пациентов из группы с ожирением 1-й ст.— 81% в сравнении с группой с избыточной массой тела — 66%, (p=0,003) и достоверно чаще регистрировались у пациентов из группы с ожирением 2–3-й ст.— 90% в сравнении с группой с избыточной массой тела — 66%, (p=0,001).

Для анализа влияния схем лечения артериальной гипертензии на развитие повторных пароксизмов ФП проведен многофакторный анализ методом множественной логистической регрессии. Статистически значимых взаимосвязей установлено не было.

Выполнен анализ содержания лептина в группах пациентов с повторными пароксизмами ФП и без повторных пароксизмов ФП.

Нами были получены данные, что группы пациентов с повторными пароксизмами ФП в течение 1 года наблюдения и пациентов без повторных пароксизмов ФП различаются по содержанию лептина. Концентрация лептина достоверно выше в группе пациентов с повторными пароксизмами ФП — 20,1 (12,4–32,1) нг/мл, 8,9 (7,3–21,6) нг/мл — содержание лептина для группы пациентов без повторных пароксизмов ФП (p=0,001).

Мы выявили предикторы повторных пароксизмов ФП у мужчин и у женщин. Для достижения поставленной цели выполнен многофакторный анализ методом множественной логистической регрессии (методом пошагового отбора независимых переменных). В качестве возможных предикторов рассматривались: концентрация лептина, ИМТ, возраст, КСР ЛЖ, КДР ЛЖ, ФВ, КДР ЛП, ИММ ЛЖ, САД, ДАД, ЧСС, наличие сахарного диабета, инфаркта миокарда, ХСН, ИБС.

По результатам анализа предикторы повторных пароксизмов ФП у мужчин явились: ИМТ и КДР ЛЖ, у женщин — САД, ИМТ.

### Обсуждение результатов

Наше исследование показало, что чем выше ИМТ у пациентов с ФП, тем более выражены структурные изменения (КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, ФВ, КДР ЛП, ГЛЖ) через год наблюдения. Эти результаты согласуются с исследованиями, доказывающими, что у пациентов с ожирением происходит увеличение полости левого предсердия и левого желудочка [21, с. 90; 6, с. 35]. Ожирение является фактором риска ГЛЖ [6, с. 36], кроме того, большая группа пациентов в исследовании, особенно с ожирением, не достигли нормотонии, несмотря на проведение антигипертензивной терапии. Ремоделирование миокарда у пациентов с ожирением и избыточной массой тела происходит преимущественно вследствие двух механизмов: за счет синтеза жировой ткани клетками-предшественниками, локализующимися в миокарде, и путем перемещения из эпикардиальной жировой ткани. Жировая ткань затем частично подвергается фиброзу и способствует развитию воспалительных реакций в миокарде с участием макрофагов и провоспалительных цитокинов, приводя к ремоделированию миокарда [23, с. 1294; 15, с. 30].

Частота повторных пароксизмов ФП так же зависит от ИМТ и достоверно выше в группах с ожирением 1-ст. и с ожирением 2–3 ст., чем у пациентов в группах с нормальной и избыточной массой тела. Полученные данные согласуются с результатами немногочисленных исследований подтверждают факт большей распространенности повторных пароксизмов ФП у пациентов с более высоким ИМТ. Вероятнее всего это связано с тем, что ожирение способствует развитию системного воспаления и как следствие фиброзу миокарда, возникает структурное и электрическое ремоделирование миокарда предсердий, что в свою очередь приводит к формированию эктопических фокусов в устьях легочных вен и нарушению нормального электрического проведения по предсердиям [23, с. 1297; 15, с. 32].

У пациентов с повторными пароксизмами ФП значительно выше уровень лептина по сравнению с пациентами без повторных пароксизмов ( $p=0,001$ ). Данная закономерность может быть связана с профибротическими эффектами лептина, которые были продемонстрированы A. Fukui с коллегами на мышах, а также системным воспалительным влиянием жировой ткани на миокард [9, с. 411], что способствует ремоделированию миокарда и развитию повторных пароксизмов ФП. А.С. Ермаков с соавторами выявили повышенный уровень лептина у женщин с ФП по сравнению с пациентками без ФП, в исследовании участвовали 4937 пациенток, 892 из них имели ФП [7, с. 64].

Нами были выявлены предикторы повторных пароксизмов ФП. У мужчин являлись: ИМТ и КДР ЛЖ, а у женщин — САД, ИМТ. Существующая прямопропорциональная зависимость между величиной ИМТ и ФП доказана на примерах клинических исследований, ожирение влияет на процессы ремоделирования миокарда, что является провоцирующим фактором для развития ФП [18, с. 72; 22, с. 2320].

Повышение уровня АД способствует возникновению триггерной активности в предсердиях, развитию структурного и электрического ремоделирования предсердий. Структурное ремоделирование приводит к фиброзу, электрическое ремоделирование вызывает замедление внутрипредсердной проводимости, запускаются реакции системного и локального воспаления. В результате данных процессов формируется односторонний блок проведения возбуждения (re-entry) [2, с. 63; 10, с. 362].

Дедов Д.В. с соавторами в исследовании пациентов с рецидивирующей ФП также установили увеличение КДР ЛЖ у пациентов с рецидивами ФП по сравнению с группой контроля без ФП [1, с. 14]. Ремоделирование миокарда способствует формированию эктопических очагов и нарушению нормального электрического проведения, тем самым способствуя возникновению аритмии [23, с. 1299; 15, с. 35].

### Выводы

Исследование показало, что у пациентов с фибрилляцией предсердий и наличием ожирения размеры левого желудочка и левого предсердия больше и частота развития ГЛЖ выше, чем у пациентов с нормальной массой тела.

Избыточная масса тела и ожирение способствуют прогрессированию фибрилляции предсердий. Частота повторных пароксизмов значительно увеличивается при повышении индекса массы тела от нормальной массы тела к избыточной массе тела, от избыточной массы тела к ожирению 1-й ст. и 2–3-й ст.

Концентрация лептина достоверно выше у пациентов с повторными пароксизмами фибрилляции предсердий.

Предикторами повторных пароксизмов фибрилляции предсердий у мужчин явились — ИМТ и КДР ЛЖ, у женщин — САД, ИМТ.

Перспективы дальнейшего изучения темы заключаются в более детальной оценке ремоделирования миокарда, в том числе после коррекции избыточной массы тела и ожирения. Также является перспективным направлением изучение влияния других адипокинов на развитие ФП и поиск новых предикторов повторных пароксизмов ФП.

Соблюдение  
этических стандартов

Дата заседания этического комитета при ГБОУ  
ВО «Северный государственный медицинский уни-

верситет» Минздрава России 18.02.2014, протокол  
№ 01/02–14.

Добровольное согласие на участие в исследовании  
подписано всеми участниками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дедов Д.В., Иванов А.П., Эльгардт И.А. Влияние электромеханического ремоделирования сердца на развитие фибрилляции предсердий у больных с ИБС и артериальной гипертензией. *Российский кардиологический журнал*. 2011.
2. Цыпленкова Н.С., Панова Е.И., Жданкина Н.В., Морозова Е.П., Каратаева О.В. Фибрилляция предсердий у больных с ожирением и артериальной гипертензией. *Архивъ внутренней медицины*. 2015.
3. Чумакова Г.А., Веселовская Н.Г., Козаренко А.А., Воробьева Ю.В. Особенности морфологии, структуры и функции сердца при ожирении. *Российский кардиологический журнал*. 2012.
4. Abed H, Wittert G, Leong D, Shirazi M, Bahrami B, Middeldorp M, et al. Effect of Weight Reduction and Cardiometabolic Risk Factor Management on Symptom Burden and Severity in Patients With Atrial Fibrillation. *JAMA*.2013; 310(19): 2050. doi: 10.1001/jama.2013.280521
5. Andrade J, Khairy P, Dobrev D, Nattel S. The clinical profile and pathophysiology of atrial fibrillation: relationships among clinical features, epidemiology, and mechanisms. *Circ. Res.*2014;114(9):1453–68. doi: 10.1161/circresaha.114.303211
6. Avelar E, Cloward T, Walker J, Farney R, Strong M, Pendleton R, et al. Left Ventricular Hypertrophy in Severe Obesity. *Hypertension*.2007; 49(1):34–39. doi:10.1161/01.hyp.0000251711.92482.14
7. Ermakov S, Azarbal F, Stefanick, LaMonte M, Li W, Tharp K, et al. The associations of leptin, adiponectin and resistin with incident atrial fibrillation in women. *Heart*.2016;102(17):1354–62. doi: 10.1136/heartjnl-2015–308927
8. Ferrari R, Bertini M, Blomstrom-Lundqvist C, Dobrev D, Kirchhof P, Pappone C, et al. An update on atrial fibrillation in 2014: From pathophysiology to treatment. *International Journal of Cardiology*. 2016;203:22–29. doi: 10.1016/j.ijcard.2015.10.089
9. Fukui A, Takahashi N, Nakada, Masaki T, Kume O, Shinohara T, et al. Role of Leptin Signaling in the Pathogenesis of Angiotensin II–Mediated Atrial Fibrosis and Fibrillation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*.2013;6(2):402–409. doi: 10.1161/circap.111.000104
10. Goudis CA, Korantzopoulos P, Ntalas IV, Kallergis E, Ketikoglou D. Obesity and atrial fibrillation: A comprehensive review of the pathophysiological mechanisms and links. *J. Cardiol*. 2015;66(5):361–369. doi: 10.1016/j.jjcc.2015.04.002
11. Goudis CA, Korantzopoulos P, Ntalas IV, Kallergis, EM, Ketikoglou DG. Obesity and atrial fibrillation: A comprehensive review of the pathophysiological mechanisms and links. *J. Cardiol*. 2015;66 (5):361–369. doi: 10.1016/j.jjcc.2015.04.002
12. Grundvold I, Bodegard J, Nilsson PM, Svennblad B, Johansson G, Östgren C, et al. Body weight and risk of atrial fibrillation in 7169 patients with newly diagnosed type 2 diabetes; an observational study. *Cardiovascular Diabetology*. 2015;14:5. doi: 10.1186/s12933–014–0170–3
13. Han S, Quon M, Kim J, Koh K. Adiponectin and Cardiovascular Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007; 49(5):531–538. doi:10.1016/j.jacc.2006.08.061
14. Hohnloser S, Pajitnev D, Pogue J, Healey J, Pfeffer M, Yusuf S, et al. Incidence of Stroke in Paroxysmal Versus Sustained Atrial Fibrillation in Patients Taking Oral Anticoagulation or Combined Antiplatelet Therapy. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007;50(22):2156–61. doi: 10.1016/j.jacc.2007.07.076
15. Lin Y, Chen Y, Chen S. Potential atrial arrhythmogenicity of adipocytes: Implications for the genesis of atrial fibrillation. *Medical Hypotheses*. 2010;74(6):1026–29. doi: 10.1016/j.mehy.2010.01.004
16. Marwick T, Gillebert T, Aurigemma G, Chirinos J, Derumeaux G, Galderisi M, et al. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension: A Report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *Journal of the American Society of Echocardiography*.2015;28(7):727–754. doi: 10.1016/j.echo.2015.05.002
17. Ogawa H, Hamatani Y, Doi K, Tezuka Y, An Y, Ishii M, et al. Sex-Related Differences in the Clinical Events of Patients With Atrial Fibrillation. *The Fushimi AF Registry. Circulation Journal*.2017;81(10):1403–10. doi:10.1253/circj.cj-17–0071
18. Pathak R, Middeldorp M, Meredith M, Mehta A, Mahajan R, Wong C, et al. Long-Term Effect of Goal-Directed Weight Management in an Atrial Fibrillation Cohort. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015; 65(20): 2159–69. doi: 10.1016/j.jacc.2015.03.002
19. Pathak RK, Mahajan R, Lau DH, Sanders P. The implications of obesity for cardiac arrhythmia mechanisms and management. *Can. J. Cardiol*. 2015; 31: 203–210. doi: 10.1016/j.cjca.2014.10.027
20. Stewart S. Population prevalence, incidence, and predictors of atrial fibrillation in the Renfrew/Paisley study. *Heart*. 2001;86(5):516–521. doi: 10.1136/heart.86.5.516
21. Stritzke J, Markus M, Duderstadt, S, Lieb W, Luchner A, Döring, et al. The Aging Process of the Heart: Obesity Is the Main Risk Factor for Left Atrial Enlargement During Aging. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009; 54(21):1982–89. doi: 10.1016/j.jacc.2009.07.034
22. Tedrow UB, Conen D, Ridker PM, Cook NR, Koplan BA, Manson JE, et al. The long- and short-term impact of elevated body mass index on the risk of new atrial fibrillation the WHS (women's health study). *J. Am. Coll. Cardiol*. 2010; 55(21): 2319–2327. doi: 10.1016/j.jacc.2010.02.029

23. Wong C, Ganesan A, Selvanayagam J. Epicardial fat and atrial fibrillation: current evidence, potential mechanisms, clinical implications, and future directions. *European Heart Journal*. 2016;38:1294–1302. doi:10.1093/eurheartj/ehw045
24. Wyse DG, Waldo AL, DiMarco JP, Domanski MJ, Rosenberg Y, Schron EB, et al. A Comparison of Rate Control and Rhythm Control in Patients with Atrial Fibrillation. *New England Journal of Medicine*. 2002;347(23):1825–33. doi:10.1056/nejmoa021328
- 

© Рябая Ирина Николаевна ( soldik24@yandex.ru ),  
Сердечная Елена Валерьевна, Юрьева Светлана Владимировна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## АНАЛИЗ АНТИБИОТИКОТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОГО ПАРОДОНТИТА

### ANALYSIS OF ANTIBIOTIC THERAPY IN TREATMENT OF GENERALIZED PERIODONTITIS

**M. Stepanenkova  
K. Slavkina  
N. Buchneva**

*Summary.* The article is devoted to the treatment of generalized periodontitis. The issues of the relevance of the chosen topic, the prevalence of periodontal diseases are also considered. The article describes the characteristics of the main antibacterial drugs most often used in the treatment of generalized periodontitis.

*Keywords:* generalized periodontitis, antibiotic therapy, fluoroquinolones, lincosamides, aminopenicillins, metronidazole.

**Степаненкова Мария Николаевна**

Оренбургский государственный медицинский университет  
mary\_600@mail.ru

**Славкина Кристина Владимировна**

Оренбургский государственный медицинский университет  
kslavkina98@gmail.com

**Бучнева Наталья Викторовна**

К.м.н., доцент, Оренбургский государственный медицинский университет  
buzap01@yandex.ru

*Аннотация.* Статья посвящена лечению генерализованного пародонтита. Рассмотрены также вопросы актуальности выбранной темы, распространенности заболеваний пародонта. В статье приведена характеристика основных антибактериальных препаратов, наиболее часто используемых при лечении генерализованного пародонтита.

*Ключевые слова:* генерализованный пародонтит, антибиотикотерапия, фторхинолоны, линкозамиды, аминопенициллины, метронидазол.

### Введение

С прогрессом цивилизации и изменением социально-экономических условий распространенность заболеваний пародонта резко повысилась. В настоящее время воспалительные заболевания тканей пародонта являются одной из актуальных проблем стоматологии после кариеса зубов. Одной из наиболее сложных и не разрешенных проблем стоматологии является генерализованный пародонтит, который представляет собой деструктивно-воспалительный процесс, поражающий весь комплекс тканей пародонта.

### Литературный обзор

Важнейшую роль в возникновении воспалительного процесса в пародонте играет инфекционный фактор. Всемирная организация здравоохранения в 1994–1995 годах рекомендовала среди резидентной микрофлоры полости рта выделять так называемые «пародонтопатогенные» виды, отличающиеся высокими токсическими свойствами по отношению к тканям пародонта. На сегодняшний день установлено, что заболевания пародонта вызывают специфические микроорга-

низмы, такие как *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans*, *P. intermedia*, *T. forsythia*, *Tr. denticola*.

Микробная этиология воспалительных заболеваний пародонта объясняет необходимость использования антибиотикотерапии при проведении пародонтологического лечения, но имеются трудности при подборе эффективной антибактериальной терапии. Это связано с тем, что повсеместное, но не всегда рациональное назначение антибиотиков привело к распространению множественно устойчивых штаммов бактерий.

В этой связи актуальным является совершенствование антимикробной терапии ВЗП, позволяющей оказывать непосредственное воздействие на конкретные патогенные штаммы микроорганизмов и выработка тактики антибактериальной терапии при хроническом генерализованном пародонтите.

### Цель исследования

Определить распространенность генерализованного пародонтита и оценить разновидность антибиотикотерапии, применяемой при его лечении.

■ Гингивит  
 ■ Легкая степень ГП  
 ■ Средняя и тяжелая степень ГП

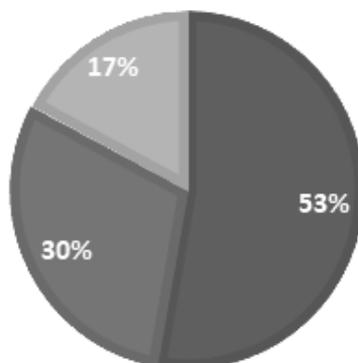


Диаграмма 1. Поражения пародонта

■ Фторхинолоны  
 ■ Линкозамиды  
 ■ Аминопенициллины

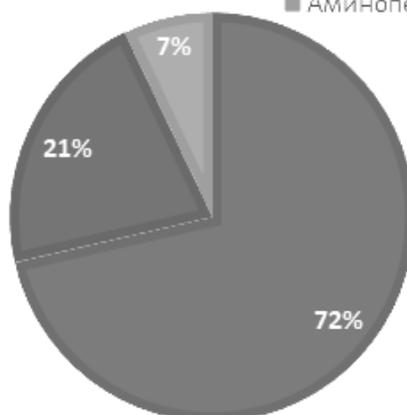


Диаграмма 2. Антибиотикотерапия

**Задачи:**

1. определить частоту встречаемости различных форм генерализованного пародонтита;
2. проанализировать антибиотикотерапию при данном заболевании.

**Материалы и методы**

Анализ амбулаторных карт и научной литературы по обозначенной теме.

Исследования проводились на базе клиники ООО «Доктор». За период май 2020 — май 2021 г.

на прием с поражением тканей пародонта обратилось 163 пациента.

Начальные воспалительные явления в десне были отмечены у 53% (86 пациентов), у 30% (49 пациентов) — начальные деструктивные изменения, а у 17% (28 пациентов) — поражения средней и тяжелой степени.

Перед назначением антибиотикотерапии врачом-пародонтологом проводился бактериологический посев для определения вида и количества микрофлоры, ее чувствительности к антибиотикам (показание к антибиотикотерапии — количество микроорганизмов  $1 \cdot 10^5$  и выше).

У обследованных пациентов наблюдался значительный сдвиг микрофлоры в сторону с преобладанием Гр(-) флоры.

По данным анализа амбулаторных карт, в практике наиболее часто применяются фторхинолоны, линкозамиды и аминопенициллины.

**У 70% (20 пациентов) применялся препарат 2 поколения фторхинолонов — левофлоксацин.** Обладает широким спектром действия и отличается высокой бактериологической активностью против «обычных» стрептококков и штаммов, резистентных к пенициллину и макролидам. Направлен на подавление в меньшей степени Гр(+) флоры и в большей степени Гр(-), эффективен в отношении аэробных Гр(-) бактерий.

Препарат назначался перорально по 1 табл. (250 мг) 2 раза в сутки. Курс лечения составил 7 дней.

Наиболее часто встречаемые побочные эффекты при его приеме: со стороны желудочно-кишечного тракта (тошнота, рвота, диарея) и ЦНС (головную боль, головокружение, возбуждение и нарушения сна). Вероятность побочных реакций возрастает по мере повышения дозы препарата и удлинения времени лечения. Довольно серьезными осложнениями являются тендинит и разрыв сухожилий.

**В 20% (6 пациентов) зафиксировано применение линкомицина.** Линкомицин обладает узким спектром противомикробной активности. К препарату наиболее чувствительны стафилококки и стрептококки, а также анаэробные Гр(+) бактерии — возбудители инфекций полости рта (*Bacteroides* spp., включая *B. Fragilis*; *Prevotellamelaninogenica*; *Fusobacterium* spp.).

Линкозамиды обладают выраженным свойством остеотропности. Препарат способен накапливаться в костной ткани, особенно в очагах деструкции, благодаря чему высокоэффективны при лечении инфекционных поражений костей. В связи с этим указанные препараты очень широко используются в стоматологии.

Препарат назначался внутрь в дозе 0,25–0,5 г 3–4 раза в сутки за 1–2 часа до еды или через 2 часа после еды. Длительность лечения — 7–14 дней.

В стоматологии линкомицин применялся в качестве биополимерной пленки на основе поливиниловых соединений. Курс лечения составил 3 раза в день в течение 7–14 дней.

Лишь у 10% (2 пациента) применялся препарат группы аминопенициллинов — амоксициллин.

Препарат направлен на подавление Гр(+) кокков (стафилококков, стрептококков); эффективен при Гр(-) флоре, а также в отношении субгингивальной микрофлоры. При применении амоксициллина создаются достаточно высокие концентрации в костной ткани.

Амоксициллин назначался перорально по 1 табл. (500 мг) 3 раза в день в течение 5 дней.

Показаниями к применению являются:

- ◆ антибиотикотерапия заболеваний пародонта;
- ◆ периимплантация заболеваний пародонта;
- ◆ остро и хронически протекающие периодонтиты;
- ◆ дентоальвеолярные абсцессы и другие гнойно-воспалительные процессы в ЧЛО.

*Наиболее часто встречались следующие побочные эффекты:* аллергические реакции (10–15% пациентов).

При лечении заболеваний полости рта рекомендовано применение **метронидазола**. Препарат обладает широким спектром действия, чем обосновано его применение при заболеваниях полости рта, так как в ротовой полости преобладает анаэробная флора, особенно при генерализованном пародонтите.

Метронидазол может использоваться перорально, но лучший его эффект отмечен при местном применении в качестве пародонтальных повязок.

В стоматологии отдают предпочтение препарату «Метрогил-Дента», который представляет собой сочетание метронидазола и хлоргексидина. Его наносят на десну, вводят в пародонтальные карманы на 30–60 мин.

Кроме острых и хронических гингивитов, пародонтитов, метронидазол показан при афтозном стоматите, хейлите, воспалении СОПР при ношении протезов, альвеолитах, периодонтах, периодонтальном абсцессе.

## Результаты и обсуждения

1. По данным анализа амбулаторных карт гингивит отмечен в 53% случаях (86 пациентов), у 30% (49 пациента) — легкая степень ГП, а у 17% (28 пациентов) — поражения средней и тяжелой степени ГП.
2. При бактериологическом обследовании у пациентов с ГП наблюдается значительный сдвиг микрофлоры в сторону палочковидной флоры и спирохет с преобладанием Гр- флоры.

3. В практике для лечения средней и тяжелой степени ГП наиболее часто применяются фторхинолоны (70% — 20 пациентов), линкозамиды (20% — 6 пациентов) и аминопенициллины (10% — 2 пациента).

### Заключение

Таким образом, генерализованный пародонтит имеет хроническое течение, он необратим и может быть лишь стабилизирован. Рациональная антибиотикоте-

рапия должна быть индивидуальной, так как она основывается на виде микрофлоры, ее чувствительности к антибиотикам и на количестве микроорганизмов.

### Благодарности

Выражаем особую благодарность нашему научному руководителю Бучневой Наталье Викторовне, кандидату медицинских наук, доценту кафедры фармакологии за бесценный опыт, переданный нам в процессе научных исследований, и чуткое наставничество.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Матчин А.А., Кузьмин О.Б., Саньков А.Н., Бучнева Н.В. Рациональная антибиотикотерпия в практике врача-стоматолога / Учебное пособие. — Оренбург, 2018 г. — 86 с.
2. Стягайло С.В. Антибактериальная терапия в стоматологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dentberry.com/articles/2-articles/53-2011-11-17-13-57-24>
3. Харкевич Д.А. Фармакология: Учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. — 664 с.

© Степаненкова Мария Николаевна ( mary\_600@mail.ru ),

Славкина Кристина Владимировна ( kslavkina98@gmail.com ), Бучнева Наталья Викторовна ( buzap01@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ма Gusev

г. Оренбург

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРЕДСЕРДНОЙ КАРДИОПАТИИ У ПАЦИЕНТОВ С СИСТЕМНОЙ ЭМБОЛИЕЙ БЕЗ УСТАНОВЛЕННОГО ИСТОЧНИКА

## INVESTIGATION OF THE MANIFESTATIONS OF ATRIAL CARDIOPATHY IN PATIENTS WITH SYSTEMIC EMBOLISM OF UNDETERMINED SOURCE

**L. Syromyatnikova**  
**A. Kulesh**  
**S. Mekhryakov**  
**A. Pavlova**

*Summary.* A comprehensive study of the manifestations of pathological remodeling of the left atrium (LA) — atrial cardiopathy (AC) — was carried out in patients with sinus rhythm and systemic, highly probable cardiac embolism. It has been demonstrated that in patients with cryptogenic embolic stroke of undetermined source (n = 141), the echocardiographic indicator — left atrial ejection fraction (LAEF) is closely interrelated with the ECG characteristics of the «r» wave, which makes it possible to consider it as a significant diagnostic marker of AC in comparison with low information value concentration of NT-proBNP.

*Keywords:* atrial cardiopathy, left atrium, echocardiography, cryptogenic stroke.

**Сыромятникова Людмила Илариевна**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Пермский  
государственный медицинский университет имени  
академика Е.А. Вагнера» Минздрава России  
ilarievna@gmail.com

**Кулеш Алексей Александрович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Пермский  
государственный медицинский университет имени  
академика Е.А. Вагнера» Минздрава России  
aleksey.kulesh@gmail.com

**Мехряков Сергей Александрович**

Врач ультразвуковой диагностики, Региональный  
сосудистый центр ГАУЗ ПК «Городская клиническая  
больница № 4» (Пермь)  
heartolog@gmail.com

**Павлова Анастасия Васильевна**

Клинический ординатор, ФГБОУ ВО «Пермский  
государственный медицинский университет имени  
академика Е.А. Вагнера» Минздрава России  
anastasiya\_pavlova\_96@inbox.ru

*Аннотация.* Проведено комплексное исследование проявлений патологического ремоделирования левого предсердия (ЛП) — предсердной кардиопатии (ПК) — у пациентов с синусовым ритмом и системной, высоко вероятностной кардиальной эмболией. Продемонстрировано, что у пациентов с криптогенным инсультом с неустановленным источником эмболии (n=141) эхокардиографический показатель — фракция опорожнения ЛП (LAEF) тесно взаимосвязан с ЭКГ характеристиками зубца «r», что позволяет его рассматривать как значимый диагностический маркер ПК в сравнении с малой информативностью концентрации NT-proBNP.

*Ключевые слова:* предсердная кардиопатия, левое предсердие, эхокардиография, криптогенный инсульт.

## Введение

**В** 2021 году представлены результаты двух исследований LOOP [1] и STROKESTOP [2]. Их целью было исследование значения ранней диагностики фибрилляции предсердий (ФП) при помощи имплантируемого петлевого регистратора (Medtronic Reveal LINQ(TM) LOOP study) или ежедневной 2-х кратной регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) в течение 2-х недель (STROKESTOP study) с последующим назначением антикоагулянтной терапии, оценкой ее влияния на жизненный прогноз. Оба исследования продемон-

стрировали более высокую частоту регистрации ФП в группах вмешательства. Однако только в исследовании STROKESTOP назначение оральных антикоагулянтов (ОАК) определило небольшую, но статистически значимую клиническую выгоду в виде суммарного снижения количества случаев ишемического/геморрагического инсульта, системной эмболии, кровотечений, требующих госпитализации, а также общей смертности (HR0.96; 95% CI 0.92–1.00;  $P=0.045$ ). В исследовании LOOP выявление 6-минутного эпизода ФП, независимо подтвержденного двумя кардиологами, не привело к улучшению прогноза данной группы больных. В ка-

Таблица 1. Общая характеристика группы исследования пациентов с КИ (n=141)

Показатель	Значение
Возраст, лет	64 (55–70)
Жен., абс. (%)	67 (47,5)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	27,0 (24–31)
Артериальная гипертензия, абс. (%)	137 (97,2)
ИБС (стенокардия, ПИКС), абс. (%)	27 (19,1)
Сахарный диабет, абс. (%)	32 (22,7)
Статус курения, абс. (%)	40 (28,4)
ОНМК в анамнезе, абс. (%)	44 (31,2)
NIHSS при поступлении, баллы	6 (3,5–8,5)
NIHSS при выписке, баллы	3 (0–6)
Шкала Рэнкина при выписке, баллы	2 (1–3)

Примечание: NIHSS — шкала инсульта национального института здоровья США, ИМТ — индекс массы тела, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ИБС — ишемическая болезнь сердца.

честве одной из причин различий результатов рассматривается гипотеза, что в исследовании STROKESTOP при регистрации ЭКГ выявлялись клинически более значимые и продолжительные по времени эпизоды ФП, ассоциированные с более высоким риском развития инсульта. С нашей точки зрения решение вопроса персонализированного назначения ОАК у пациентов с факторами риска инсульта и субклинической ФП и/или предсердных эпизодах высокой частоты [3] может быть осуществлено через понятие предсердной кардиопатии (ПК), определение критериев риска ее эмбологенности. Под ПК (кардиомиопатией, атриопатией) понимается патологическое состояние, когда под воздействием различных факторов (старение, фиброз, ишемия, воспаление, и т.д.) формируется электромеханическая дисфункция миокарда предсердий, нарастает прокоагулянтный потенциал, что ассоциируется с развитием системных эмболий, а также и ФП, что дополнительно усугубляет риск ишемических событий [4]. Наиболее подходящей моделью для оценки значимости ПК для развития системной эмболии является пациент с криптогенным инсультом (КИ) с неустановленным источником эмболии (ESUS). Признаки ПК наблюдаются в среднем у 65% пациентов с КИ [5], из них в 35–45% случаев ПК является источником эмболии при отсутствии данных за ФП.

#### Цель работы

Целью настоящей работы являлось определение особенностей ПК на модели пациентов с КИ при исключении иных причин формирования инсульта.

#### Материалы и методы

Обследован 141 пациент с ишемическим инсультом, в экстренном порядке поступивший в неврологическое

отделение Регионального сосудистого центра ГАУЗ ПК «ГКБ № 4» г. Перми. Проводилось выборочное включение пациентов, критериями включения в исследование явились: возраст от 18 до 75 лет, наличие верифицированного по данным нейровизуализации ишемического инсульта, подходящим под критерии ESUS. Так большие источники кардиоэмболии, которые могли бы послужить причиной инсульта (митральный стеноз, механические протезы, инфаркт миокарда в ближайшие 4 недели, аневризма левого желудочка и наличие тромбов в левых камерах сердца, фракция выброса менее 30%) в рассматриваемой группе отсутствовали. В исследование не включались пациенты старше 75 лет; с догоспитальным результатом модифицированной шкалы Рэнкина (mRS) > 3 баллов; с иными неврологическими, психиатрическими (в том числе с деменцией) и соматическими заболеваниями, определяющими тяжесть общего состояния; с осложненным течением инсульта; при наличии открытого овального окна. При поступлении регистрировалась ЭКГ в 12-отведениях, с последующей расширенной расшифровкой. При проведении трансторакальной эхокардиографии стандартный протокол дополнен показателями, позволяющими оценить анатомию и функцию ЛП. Всем пациентам определялся индексированный объем ЛП, а также проводилась оценка функциональных характеристик ЛП при помощи двух параметров — фракции опорожнения левого предсердия (LAEF) и функционального индекса левого предсердия (LAFI), рассчитываемых по формулам [6]. У части пациентов (n=43) на 4–7-й день заболевания определена концентрация про-натрийуретического N-концевого пептида В-типа (NT-proBNP) с использованием стандартных тест-систем для иммуноферментного анализа крови (критерии нормы до 125 пг/мл).

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0

Таблица 2. Показатели ЭКГ при поступлении у пациентов с КИ.

Показатель	Значение
ЧСС в минуту	68 (58–76)
RR max-RR min (с)	0,04 (0,02–0,04)
Амплитуда P max (мм)	1,1 (1,0–1,5)
Стандартное отведение (P max) (мм)	2 (2–2)
P стандартное отведение (с)	0,08 (0,08–0,1)
Продолжительность p V <sub>I</sub> (с)	0,08 (0,08–0,08)
Амплитуда. p V <sub>I</sub> (мм)	1,0 (1,0–1,1)
Продолжительность терминальной части p (V <sub>I</sub> ) (с)	0,04 (0,04–0,04)
Амплитуда терминальной части p (V <sub>I</sub> ), мм	0,6 (0,5–1,0)
Терминальный индекс, мм*с	0,024 (0,02–0,04)
Продолжительность pQ (мс)	165 (150–183)
Наличие патологического Q, абс. (%)	26 (18,4)
Продолжительность QRS (мс)	92 (86–104)
Амплитуда Tmax (мм)	4 (2–5)
QT (мс)	404 (386–430)
QTc (мс)	0,37 (0,34–0,38)
RV <sub>5</sub> +SV <sub>1</sub> (мВ)	2,62 (1,75–3,13)
R <sub>aVL</sub> +SV <sub>3</sub> (мВ)	17 (12–20)
(R <sub>aVL</sub> +SV <sub>3</sub> )*QRS (мс)	957 (564–1318)
Нарушение реполяризации, абс. (%)	38 (26,9)
АВ блокада, абс (%)	8 (5,7)
НБПНПГ, абс. (%)	7 (5,0)
БПНПГ, абс. (%)	5 (3,5)
БЛЗВПГ/БЛНВПГ, абс. (%)	2 (1,4)
БЛПВПГ, абс. (%)	9 (6,4)
ПБЛНПГ, абс. (%)	2 (1,4)

(StatSoft Inc., США). Сравнительный анализ двух независимых групп по количественному признаку выполнялся с помощью критерия Манна–Уитни, по качественному признаку — с использованием критерия  $\chi^2$ . При проведении корреляционного анализа применялся критерий Спирмена. Средние величины в таблицах представлены как медиана и межквартильный интервал (Ме [25-й; 75-й перцентили]).

### Результаты исследования

Клинико-функциональная характеристика включенных в исследование (n=141) представлена в таблице 1. Возраст пациентов составил 64 года, доля лиц женского пола была чуть менее 50%. Отмечено наличие неблагоприятного метаболического статуса пациентов в виде избыточной массы тела/ожирения (33,3/27,7%), сахарного диабета (23%). Артериальная гипертензия имела облигатный характер и присутствовала в 97% случаев. Важно отметить, что, несмотря на развитие повторного инсульта, у каждого третьего пациента, функциональный статус на момент выписки из стационара, опре-

деленный по шкале Рэнкин, соответствовал медиане равной 2 баллам, у 75% больных количество баллов не превышало 3 баллов.

Анализ ЭКГ, включал рутинную оценку амплитуды и продолжительности зубцов, нарушений ритма сердца и проводимости, критериев гипертрофии левого желудочка (ЛЖ), а также продолжительность и амплитуду зубца p, его терминальной части в отведении V<sub>I</sub> (таблица 2). Данные характеристики зубца “p”, а также терминальный индекс, рассчитываемый как произведение амплитуды и продолжительности терминальной части зубца pV<sub>I</sub>, в настоящее время рассматриваются как один из ЭКГ-критериев ПК [7]. Патологический зубец Q, как проявление перенесенного инфаркта миокарда выявлен в 18% случаев. Критерии гипертрофии миокарда левого желудочка Соколова-Лайона (RV<sub>5</sub>+SV<sub>1</sub> (мВ) >3,5 мВ) соответствовали критериям нормы в 93,6% случаев, согласно Корнельского произведения ((R<sub>aVL</sub>+SV<sub>3</sub>)\*QRS >2400 мм\*мс) — в 98,0%, по Корнельскому вольтажному индексу, специфичному по полу — в 97,2% случаев. Нарушение реполяризации характеризовало изменение полярности зубца T у 27% пациентов.

Таблица 3. Характеристика эхокардиографических показателей и концентрации NT-proBNP у пациентов с КИ.

Показатель	Значение
Диаметр ЛП, см	3,7 (3,4–4,0)
LAVI, мл/м <sup>2</sup>	28,2 (25,4–34,6)
LAEF, %	54,5 (51,8–56,5)
LAFI, ед.	0,37 (0,31–0,44)
NT-proBNP, пг/мл	151 (24–308)

Примечание: ЛП — левое предсердие, LAVI — индекс объема левого предсердия, LAEF — фракция опорожнения левого предсердия, LAFI — функциональный индекс левого предсердия, NT-proBNP — про-натрийуретический N-концевой пептид В-типа.

Таблица 4. Характеристика пациентов группы КИ с учетом пороговых значений эхокардиографических показателей ПК

Показатель	Значение
Диаметр ЛП >4,15 см, абс. (%)	25 (17,7)
LAVI >36,3 мл/м <sup>2</sup> , абс. (%)	16 (11,3)
LAEF >51,8%, абс. (%)	106 (75,2)
LAFI ≤0,28 ед., абс. (%)	27 (19,1)

ЛП — левое предсердие, LAVI — индекс объема левого предсердия, LAEF — фракция опорожнения левого предсердия, LAFI — функциональный индекс левого предсердия.

Пациенты с КИ характеризовались морфологическими показателями ЛП, представленными в таблице 3, медианы всех эхокардиографических показателей, оценивающих ЛП, находились в пределах критериев нормы, также как и фракция выброса ЛЖ (60%).

Концентрация NT-proBNP у 56% пациентов превышала критерии нормы (>125 пг/мл), варьируя в общей группе от 4 до 1695 пг/мл. Ранее нами установлено [8], что для диагностики ПК наибольшей специфичностью при низкой чувствительности обладает концентрация NT-proBNP, тогда как наиболее сбалансированным по чувствительности и специфичности эхокардиографическим показателем является LAEF. Порогом для LAEF установлено значение 51,8%, для NT-proBNP 316 пг/мл. Эхокардиографические признаки ПК наблюдались в каждом четвертом или пятом случае (таблица 4). Концентрация NT-proBNP превышала пороговое значение для диагностики ПК в 23,3% случаев (n=10).

Корреляционный анализ электрокардиографических показателей с эхокардиографическими маркерами ПК, значениями концентрации NT-proBNP (таблица 5) ожидаемо продемонстрировал наличие гемодинамических параллелей в виде прямой зависимости между ЧСС, диаметром и индексом объема ЛП, при снижении функционального индекса ЛП (LAFI) на фоне роста частоты сердечных сокращений. Увеличение таких параметров ЭКГ как амплитуда и продолжительность зубца «р» в стандартных отведениях и V<sub>1</sub> отражают патологическое ремоделиро-

вание ЛП в виде увеличения его диаметра при снижении фракции опорожнения. При этом именно показатель LAEF демонстрирует обратную взаимосвязь с характеристиками зубца «р» в грудном отведении V<sub>1</sub>, что вновь подтверждает его ценность в диагностике ПК. Чем ниже функциональная способность ЛП к опорожнению, тем выше амплитуда зубца «р», значение его терминального индекса. Интересно отметить, что уровень NT-proBNP продемонстрировал взаимосвязь с ЭКГ-критериями поражения ЛЖ, при отсутствии взаимосвязи с ЭКГ характеристиками ЛП. Выявлена прямая зависимость уровня NT-proBNP с продолжительностью желудочкового комплекса, признаками гипертрофии ЛЖ, нарушениями реполяризации. Данный результат указывает на малую информативность уровня NT-proBNP применительно к диагностике ПК.

#### Обсуждение

ПК, как проявление патологического ремоделирования ЛП, может самостоятельно провоцировать эмболическое событие вследствие возникновения спектра предсердных аритмий, атриомегалии, фиброза, воспаления и нарушения свертывания [9]. В данной работе представлена характеристика и взаимосвязь ЭКГ и эхокардиографических маркеров ПК, концентрации NT-proBNP у пациентов с КИ. С учетом наличия статистически значимой отрицательной взаимосвязи между ЭКГ критериями гипертрофии, перегрузки предсердий и фракции опорожнения ЛП (LAEF), данный показатель может рас-

Таблица 5. Результаты корреляционного анализа эхокардиографических маркеров ПК и концентрации NT-proBNP с показателями ЭКГ при поступлении.

Показатель	Значение				
	Диаметр ЛП, см	LAVI, мл/м <sup>2</sup>	LAEF, %	LAFI, ед.	NT-proBNP, нг/мл
ЧСС	NS	0,22, p=0,026	NS	-0,21, p=0,028	NS
Станд. отведение (P max)	0,21, p=0,030	NS	-0,27, p=0,006	NS	NS
P (с) станд. отведение	0,19, p=0,048	NS	NS	NS	NS
Амплитуда rV <sub>1</sub> (мм)	0,22, p=0,024	NS	-0,21, p=0,028	NS	NS
Амплитуда терминальной части rV <sub>1</sub>	NS	NS	-0,29, p=0,003	NS	NS
Терминальный индекс	NS	NS	-0,33 p=0,005	-0,29, p=0,02	NS
Продолжительность pQ (с)	0,24, p=0,012	0,24, p=0,015	-0,24, p=0,014	-0,34, p<0,001	NS
Наличие патологического Q, абс. (%)	NS	NS	NS	-0,20, p=0,041	NS
Продолжительность QRS (мс)	NS	NS	NS	NS	0,33, p=0,044
RV <sub>3</sub> +SV <sub>1</sub> (мВ)	NS	NS	NS	NS	0,37, p=0,021
R <sub>aVL</sub> +SV <sub>3</sub>	NS	0,32, p<0,001	NS	-0,38, p<0,001	NS
(R <sub>aVL</sub> +SV <sub>3</sub> )*QRS (мс)	0,24, p<0,001	0,29, p=0,003	NS	-0,32, p<0,001	NS
Нарушение реполяризации, абс. (%)	NS	NS	NS	NS	0,41, p=0,026

смаиваться как наиболее значимый эхокардиографический параметр ранней диагностики ПК. В то время как концентрация NT-proBNP, вероятно, не может служить основой ранней диагностики дисфункции предсердий и требует замены на более чувствительные сывороточные маркеры ПК. Перспективными в этом отношении показателями являются среднерегионарный фрагмент предсердного натрийуретического пептида (MR-proANP), тканевый ингибитор матриксных металлопротеиназ 1 типа (TIMP-1) [10] и растворимый стимулирующий фактор роста, экспрессируемого геном 2 (sST2) [11].

### Заклучение

Установление четких диагностических критериев ПК у больных с состоявшейся системной эмболией по-

звоит сформировать целевую категорию пациентов для своевременного назначения антикоагулянтной терапии при отсутствии клинически подтвержденной ФП для улучшения их жизненного прогноза. С другой стороны, феномен ПК должен быть востребован и для совершенствования подходов первичной профилактики системных эмболий у лиц с высоким риском инсульта. Комплексная лабораторно-инструментальная оценка функции ЛП, выявление признаков его патологического ремоделирования позволит сформировать группу риска для продленного мониторинга ЭКГ, а при выявлении субклинической ФП и предсердных эпизодов высокой частоты — показания для назначения ОАК. Представляется вероятным, что данный подход позволит достоверно улучшить прогноз в группе вмешательства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Svendsen JH, Diederichsen SZ, Højberg S et al. Implantable loop recorder detection of atrial fibrillation to prevent stroke (the LOOP study): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2021; Epub ahead of print.
2. Svennberg E, Friberg L, Frykman V et al. Clinical outcomes in systematic screening for atrial fibrillation (STROKESTOP): a multicentre, parallel group, unmasked, randomised controlled trial. *Lancet*. 2021; Epub ahead of print.
3. ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal* 2020. 00.1–125.
4. Guichard JB, Nattel S. Atrial cardiomyopathy: a useful notion in cardiac disease management or a passing fad? // *J. Am. Coll. Cardiol*. 2017. Vol. 70, N6. P. 756–765.

5. Yaghi S, Bernstein RA, Passman R et al. Furie Cryptogenic Stroke: Research and Practice. *Circ Res.* 2017 Feb 3;120(3):527–40.
6. Sargento L, Vicente Simoes A, Longo S et al. Left atrial function index predicts long term survival in stable outpatients with systolic heart failure. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017 Feb;18(2):119–27.
7. Jalini S, Rajalingam R, Nisenbaum R et al. Atrial cardiopathy in patients with embolic strokes of unknown source and other stroke etiologies//*Neurology.* 2019. Vol. 92, N4. P. e288–e294.
8. Мехряков С.А., Кулеш А.А., Сыромятникова Л.И. и соавт. Биомаркеры предсердной кардиопатии у пациентов с разными патогенетическими подтипами ишемического инсульта. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2020;12(6):33–41
9. Elkind MSV. Atrial cardiopathy and stroke prevention. Review. *Curr Cardiol Rep.* 2018 Sep 12;20(11):103.
10. Полянская Е.А., Веклич А.С., Козиолова Н.А. Новые диагностические критерии предсердной кардиомиопатии у больных сахарным диабетом 2 типа и фибрилляцией предсердий. *Российский кардиологический журнал.* 2021;26(3):4359.
11. Полянская Е.А., Козиолова Н.А. Поиск дополнительных диагностических критериев предсердной кардиомиопатии у больных с изолированной формой фибрилляции предсердий. *Российский кардиологический журнал.* 2021;26(1):4258.

© Сыромятникова Людмила Илариевна ( [ilarijevna@gmail.com](mailto:ilarijevna@gmail.com) ), Кулеш Алексей Александрович ( [aleksey.kulesh@gmail.com](mailto:aleksey.kulesh@gmail.com) ), Мехряков Сергей Александрович ( [heartolog@gmail.com](mailto:heartolog@gmail.com) ), Павлова Анастасия Васильевна ( [anastasiya\\_pavlova\\_96@inbox.ru](mailto:anastasiya_pavlova_96@inbox.ru) ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера

## ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЛЮНЫ ПРИ ПРОТЕЗИРОВАНИИ НЕСЪЁМНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

### STUDY OF CHANGES IN THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SALIVA DURING PROSTHETICS WITH FIXED STRUCTURES

**S. Schnaider  
N. Nurieva  
A. Sinitsky  
A. Schnaider**

*Summary.* The article analyzes the influence of orthopedic structures on the biochemical composition of saliva. Oral fluid is unique in its biological composition. Taking into account this and the factors affecting the biochemical change of the oral fluid, some authors conducted a study with various orthopedic structures taking into account the partial absence of teeth.

*Keywords:* orthopedic dental structures, fixed prostheses, zirconium dioxide, saliva, trace elements.

**Шнайдер Семен Давыдович**

Заведующий отделением, Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД»  
shnaider.semen@gmail.com

**Нуриева Наталья Сергеевна**

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения России

**Синицкий Антон Иванович**

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения России

**Шнайдер Андрей Давыдович**

Врач стоматолог-ортодонт, клиника стоматологии ООО «Ортобьюти»

*Аннотация.* В статье анализируется влияние ортопедических конструкций на биохимический состав слюны. Ротовая жидкость уникальна по своему биологическому составу. Учитывая это и факторы, влияющие на биохимическое изменение ротовой жидкости, некоторые авторы провели исследование с различными ортопедическими конструкциями учитывая частичное отсутствие зубов.

*Ключевые слова:* ортопедические стоматологические конструкции, несъёмные протезы, диоксид циркония, слюна, микроэлементы.

Самый распространенный вид ортопедических стоматологических конструкций — несъёмные протезы. Metallokeramicheskie konstrukcii možno nazvat' klassikoj sovremennoj stomatologii. Danniĭ vid protезированиĭ pokazan pri razlichnoĭ protяжённости конструкции, до 4 единиц в переднем отделе и до 2, максимум 3 единиц при различных ситуациях в жевательном отделе, и имеет ряд преимуществ: доступность metallokeramicheskih koronok, vysokaya gigenichnost', dostatochnaya estetikhnost', prostoy uhod, prochnost' i nađezhnost', ustoychivost' k istiraniju. Ne tak davno metallokeramicheskoe protезированиĭ ne imelo альтернатив. Но и сегодня, с появлением гипоаллергенных материалов с превосходными свойствами, данный вариант продолжает оставаться востребованным.

Одним из самых прогрессивных и современных материалов в ортопедической стоматологии является диоксид циркония (ZrO<sub>2</sub>). Повышение требований

к эстетике протезирования, недостатки в metallokeramicheskih zubnyh protезах (в частности развитие аллергических реакций) привели к разработке и практическому использованию врачами-стоматологами-ортопедами материалов из диоксида циркония. Материал способствует постепенному отказу от использования metalлического каркаса при протезировании зубов, поскольку прекрасно подходит для изготовления как одиночных коронок, так и для мостовидных протезов.

К материалам, применяемым в ортопедической стоматологии, предъявляются жесткие требования: биологическая совместимость с тканями полости рта, высокая степень инертности, механическая прочность и высокая эстетика, отсутствие аллергенных и blastomogennyh свойств. Кроме этого, применяемые материалы должны быть толерантны к тканям, инертны в химическом и гальваническом отношении [12]. Но в различных клинических ситуациях даже квалифицировано изготовленная ортопедическая конструкция

может вызывать аллергическую реакцию и другие осложнения. Материалы, применяемые для изготовления несъемных ортопедических стоматологических конструкций так или иначе взаимодействуют со слизистой, желудочно-кишечным трактом, смешанной слюной. Слюна и ротовая жидкость с одной стороны поддерживают и осуществляют гомеостаз на протяжении всей жизни не только в ротовой полости, но и во всем пищеварительном тракте, с другой стороны, благодаря своему составу и физико-химическим свойствам, является, в комплексе с биомеханикой и внешними воздействиями, одним из ключевых факторов, воздействующим на ортопедические конструкции. По этой причине любое ортопедическое лечение неизбежно влияет на состав и свойства слюны.

Так, например, при использовании стоматологических съемных протезов на основе акриловых материалов происходит выделение свободного мономера [7]. Использование в стоматологических конструкциях материалов на основе кобальта никеля и хрома способствует свободнорадикальному окислению липидов [7]. В существенной степени использование ортопедических конструкций сказывается и на микробиологическом статусе слюны. Исследования С.Д. Арутюнова, В.Н. Царева показывают, что приспособительная способность к увеличению колонии микроорганизмов связана с адгезивной возможностью микроорганизмов к материалам. В литературе приводятся данные о том, что у лиц, использующих ортопедические конструкции меняются показатели противомикробной защиты, а именно снижается уровень противовоспалительных цитокинов (интерлейкин-10, секреторный ингибитор протеиназы лейкоцитов), лизоцима и повышается уровень воспалительных цитокинов (интерлейкин-8, интерлейкин-1 $\beta$ ), что в конечном итоге также приводит к увеличению содержания микроорганизмов в ротовой жидкости лиц [9].

Исходя из уникальности биологического состава ротовой жидкости, учитывая факторы, влияющие на изменение в ее составе, было проведено изучение микробного состава слюны при различных вариантах протезирования [9,10]. Прежде всего интересовал качественный и количественный состав микрофлоры слюны у людей, использующих съемные и несъемные ортопедические конструкции. Для проведения исследования были сформированы 4 группы: 2 группы составляли пациенты имеющие съемные и несъемные ортопедические конструкции, и еще 2 группы составляли люди с интактными зубами (контрольная группа). По результатам исследования был выявлен достаточно большой спектр микроорганизмов. В данном случае это касалось всех групп в независимости от наличия или отсутствия съемных и несъемных ортопедических

конструкций. Качественный состав микрофлоры ротовой жидкости не изменился. Наблюдалось некоторое повышение концентрации микроорганизмов, пример *Staphylococcus spp.*, *Candida spp.*, у пациентов, использующих ортопедические конструкции. Использование съемных ортопедических стоматологических конструкций приводит к увеличению количества в слюне семейства энтеробактерий, стрептококков, лактобацилл. Это отмечают такие авторы как Гожая Л.Д., Жолудев С.Е., Каливраджинян Э.С. и ряд других. По результатам исследования была доказана зависимость высокого уровня концентрации микроорганизмов в ротовой жидкости от наличия стоматологических ортопедических конструкций. Это, прежде всего, связано с тем, что наличие ортопедических конструкций в ротовой полости создает дополнительные условия для развития микроорганизмов [9].

Кроме того, Шишковой Ю.С. и Бабиковой М.С. было проведено исследование пациентов в возрастном диапазоне от 21 до 79 лет, использующих те или иные виды стоматологические ортопедические конструкции. Все реципиенты были поделены на две группы (до 50 лет и старше 50 лет). По результатам проведенного исследования было показано, что у людей старше 50 лет обсемененность ротовой полости возрастает, что может быть связано с использованием ортопедических конструкций на основе акриловой пластмассы. Было еще раз доказано, что при использовании стоматологических конструкции из акриловых пластмасс наблюдается максимальная адгезия микроорганизмов. Тогда как при использовании конструкций из металлокерамики этот показатель значительно ниже [11].

Некоторые авторы указывают и на микроэлементы, поступающие в слюну из пластмассовых и металлических протезов. Эти микроэлементы способны изменять pH слюны, что, в свою очередь, приводит к их более активному всасыванию, и обострению заболеваний ЖКТ (печени, язвенной болезни и гастритов) [7]. Исследования Р.К. Пшембаева, А.Д. Бидельманова показывают, что протезы из металлокерамики практически не оказывали влияния на уровень диеновых конъюгатов и малонового диальдегида в отличие от металлических конструкций, то есть металлокерамика оказалась сравнительно индифферентным зубопротезным материалом в отношении процессов перекисного окисления липидов в полости рта. Также показано, что воздействие металлокерамических ортопедических конструкций не влияют на pH слюны.

Слюна является легко доступным материалом, удобным диагностическим объектом. В слюне протекают патохимические процессы, которые очень информативны для сравнительного исследования биохимического со-

става в условиях ортопедического лечения. Кроме того, использование анализа слюны, являясь неинвазивным методом диагностики, для некоторых категорий населения снимает моменты эмоционального дискомфорта. Анализ зарубежных и отечественных литературных источников, посвященных проблеме использования слюны как диагностической жидкости, показывает, что интерес к данной теме весьма обширен в мировом медицинском научном сообществе [6].

Специалистов-стоматологов в диагностической информации исследования слюны интересуют, прежде всего, параметры, позволяющие оценить здоровье полости рта. Самым востребованным биохимическим показателем смешанной слюны является кислотно-основной баланс (рН). Кроме основного, существует и ряд косвенных. ОМБ отражают адаптивный характер окислительного стресса при протезировании металлосодержащими конструкциями и свидетельствуют о существенных качественных и количественных изменениях белкового состава слюны. Перекисное окисление липидов позволяет оценить количественно, насколько активно протекают реакции в организме и насколько с ними справляются собственные защитные системы организма. ПОЛ играет важную роль для процесса апоптоза, регулирования структуры мембран и их функций (работа ионных каналов, передача сигналов между клетками и т.д.). Так называемый маркер окислительного стресса организма. При длительном воздействии продуктов свободно радикального окисления и ПОЛ ослабляется общая восприимчивость организма. В это же время происходит обострение хронических заболеваний, онкологической патологии, аллергических заболеваний т.д. Это происходит из-за того, что стоматологические сплавы на основе кобальта, никеля и хрома усиливают свободнорадикальное окисления биомолекул в ротовой жидкости. Исследование позволяет оценить количественно, насколько активно протекают реакции ПОЛ в организме и насколько с ними справляются собственные защитные системы организма. Они также дают возможность специалисту-стоматологу оценить тот или иной показатель состояния полости рта.

Исходя из проанализированных исследований, слюна, как биологический материал, используется во многих комбинационных исследованиях проводимыми нашими коллегами. Стоматологические разработки не стоят на месте. Появляются новые материалы для стоматологического протезирования. Поэтому в стоматологическом сообществе растет интерес к исследованиям влияния стоматологических материалов для протезирования на состав смешанной слюны. С другой стороны, не вызывает сомнений тот факт, что использование различных вариантов несъемных ортопедических конструкций оказывает существенное влияние на состав и физико-химические свойства слюны, что, в свою очередь, во многом определяет успешность ортопедического лечения и вероятность развития осложнений. Но исследований, включающих комплексный анализ взаимосвязей между ключевыми физико — химическими свойствами, составом слюны, типом, количеством, сроками использования ортопедических конструкций и исходом ортопедического лечения, а также вероятностью развития осложнений не проводилось.

В нашем исследовании мы предполагаем оценить уровни продуктов ОМБ, ПОЛ, ионный состав, провести рН-метрию слюны на различных этапах протезирования. Первый этап — регистрация обозначенных параметров до изготовления конструкций, при первичном осмотре. Следующий этап — спустя две недели после изготовления временных конструкций. Третий этап — через неделю после установки постоянных конструкций. Четвертый, заключительный этап — спустя 4 месяца после изготовления постоянных конструкций.

Комплексный динамический мониторинг рН, ионного состава, ОМБ и ПОЛ в слюне у пациентов в послеадапционном периоде с металлокерамическими и конструкциями из диоксида циркония, позволит создать теоретическую базу для оптимизации и разработки новых подходов к прогнозу, профилактике осложнений и терапии при протезировании несъемными конструкциями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцева, Т.В. Влияние минерального состава ротовой жидкости на стоматологическое и соматическое здоровье / Т.В. Кудрявцева, Н.Р. Чеминава // Пародонтология. — 2016. — № 4 (81). — С. 17–23.
2. Леонтьев, В.К. Методы исследования ротовой жидкости и состояния твердых тканей зубов (обзор литературы) Часть 1. / В.К. Леонтьев, Г.Г. Иванова // Институт стоматологии. — 2013. — № 4. — С. 86–88.
3. Леонтьев, В.К. Методы исследования ротовой жидкости и состояния твердых тканей зубов (обзор литературы) Часть 2. / В.К. Леонтьев, Г.Г. Иванова // Институт стоматологии. — 2014. — № 1. — С. 96–97.
4. Леонтьев, В.К. Методы исследования ротовой жидкости и состояния твердых тканей зубов (обзор литературы) Часть 3. / В.К. Леонтьев, Г.Г. Иванова // Институт стоматологии. — 2014. — № 2. — С. 88–90.

5. Литвиненко, И.О. Анализ местных иммунологических показателей полости рта при протезировании. — Текст: электронный / И.О. Литвиненко // Международный студенческий научный вестник (электронный научный журнал) [сайт]. — 2016. — № 2. — URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=15246> (дата обращения 15.12.2020).
6. Прокопьева, С.Р. Возможности ранней диагностики заболеваний путем анализа метаболитов слюны / С.Р. Прокопьева, Е.Н. Шамитова, Н.В. Николаева // Международный студенческий научный вестник (электронный научный журнал) [сайт]. — 2019. — № 2. — URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19583> (дата обращения 15.04.2021).
7. Пшембаева, Р.К. Показатели свободнорадикального окисления слюны, в частности, перекисного окисления липидов у лиц, пользующихся протезами из разных материалов / Р.К. Пшембаева, А.Д. Бидельманова // Наука и здравоохранение. — 2013. — № 3. — С. 60–62.
8. Смирнова, Т.А. Водная фракция слюны в поддержании гомеостаза полости рта / Т.А. Смирнова, Л.А. Кручинина, В.П. Дегтярёв // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2018. — № 2. — С. 98–103.
9. Шишкова, Ю.С. Особенности микробного спектра ротовой жидкости лиц, использующих стоматологические ортопедические конструкции / Ю.С. Шишкова, М.С. Бабикова, И.Ю. Орнер [и др.] // Медицинская наука и образование Урала. — 2017. — № 1. — С. 32–36.
10. Шишкова, Ю.С. Сравнительный анализ микрофлоры слюны у лиц, использующих съёмные и несъёмные стоматологические ортопедические конструкции в зависимости от сроков использования протезов / Ю.С. Шишкова, М.С. Бабикова // Южно-Уральский медицинский журнал. — 2014. — № 4. — С. 39–42.
11. Шишкова, Ю.С. Сравнительный анализ микрофлоры слюны у лиц, использующих съёмные и несъёмные стоматологические ортопедические конструкции, с учетом возраста обследуемых и материала, применяемого в качестве основы для протеза и импланта / Ю.С. Шишкова, М.С. Бабикова // Вестник ЮУрГУ. — 2015. — Т. 15, № 1. — С. 59–62. — Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура».
12. Эргашев, Ю.У. Гигиеническая оценка влияния зубных протезов на состояние полости рта: специальность 14.00.07-Гигиена; 14.00.21. — Стоматология: автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Эргашев Юсуп Улашович. — Иркутск, 2002. — 26 с.

© Шнайдер Семен Давыдович (shnaider.semen@gmail.com), Нуриева Наталья Сергеевна,  
Синицкий Антон Иванович, Шнайдер Андрей Давыдович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## ОСТРЫЙ КАЛЬКУЛЁЗНЫЙ ХОЛЕЦИСТИТ ЭТИОПАТОГЕНЕЗ, КЛАССИФИКАЦИЯ, КЛИНИКА (ЛЕКЦИЯ)

### ACUTE CALCULOUS CHOLECYSTITIS ETIOPATHOGENESIS, CLASSIFICATION, CLINIC (LECTURE)

**A. Yashnov**  
**O. Konovalova**  
**J. Hanina**  
**M. Burtseva**  
**E. Passonen**

*Summary.* Acute calculous cholecystitis, as one of the most dangerous complications of cholelithiasis, remains an urgent and not fully understood problem of emergency abdominal surgery. It should be noted that acute calculous cholecystitis, according to Russian scientists, is diagnosed in every second patient with calculous cholecystitis. This article reflects the latest information about the etiopathogenesis of cholelithiasis. Two main theories of the occurrence of cholelithiasis are revealed. The main mechanisms of the pathogenesis of acute calculous cholecystitis are described. The full clinical picture of this pathology, with the main syndromes of the disease, is presented. At the same time, the main methods of laboratory and instrumental diagnostics are disclosed. All diagnostic methods are described with a reflection of the advantages of performing for the diagnosis of this pathology. The article reflects modern methods of treatment of acute calculous cholecystitis with a description of the advantages and disadvantages. Thus, the article reflects a sufficient review of the literature on such a serious and significant disease in emergency abdominal surgery as acute calculous cholecystitis. The article serves as a full-fledged source of information collected using the research of both domestic and foreign scientists.

*Keywords:* gallstone disease, cholelithiasis, acute calculous cholecystitis, etiology and pathogenesis of cholelithiasis, the diagnosis of acute cholecystitis treatment of acute cholecystitis.

**Яшнов Алексей Александрович**

К.м.н. ассистент, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия»  
alexuyashnov@mail.ru

**Коновалова Ольга Геннадьевна**

К.м.н. доцент, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия»

**Ханина Юлия Сергеевна**

К.м.н. доцент, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия»

**Бурцева Мария Александровна**

ГУЗ «Городская клиническая больница № 1» г. Чита

**Пассонен Екатерина Юрьевна**

Врач-хирург, ГУЗ «Городская клиническая больница № 1» г. Чита

*Аннотация.* Острый калькулёзный холецистит, как одно из наиболее грозных осложнений желчнокаменной болезни, остаётся актуальной и до конца не изученной проблемой неотложной абдоминальной хирургии. Необходимо отметить, что острый калькулёзный холецистит, по данным отечественных ученых диагностируется у каждого второго больного с калькулёзным холециститом. В данной статье отражены последние сведения об этиопатогенезе желчнокаменной болезни. Раскрыты две основные теории возникновения холелитиаза. Отражены основные механизмы патогенеза острого калькулёзного холецистита. Представлена полная клиническая картина данной патологии, с основными синдромами заболевания. Вместе с тем, раскрыты основные методы лабораторной и инструментальной диагностики. Все диагностические методы расписаны с отражением преимуществ выполнения для диагностики данной патологии. В статье отражены современные методы лечения острого калькулёзного холецистита с описанием преимуществ и недостатков. Таким образом, статья отражает в достаточном объеме обзор литературы по такому серьёзному и значимому заболеванию в неотложной абдоминальной хирургии, как острый калькулёзный холецистит. Статья служит полноценным источником информации, собранным с использованием исследований как отечественных, так и зарубежных ученых.

*Ключевые слова:* желчнокаменная болезнь, холелитиаз, острый калькулёзный холецистит, этиопатогенез холелитиаза, диагностика острого холецистита, лечение острого холецистита.

### Актуальность

**О**стрый калькулёзный холецистит, как одно из наиболее грозных осложнений желчнокаменной болезни, остаётся актуальной и до конца не изученной проблемой неотложной абдоминальной хирургии. По данным зарубежных авторов распро-

страненность желчнокаменной болезни во всем мире разнообразна. Так в США холелитиазом болеют в среднем 4–7% населения [1,2,3,4]. В Европейских странах частота желчнокаменной болезни составляет 9–20%, в зависимости от расовой принадлежности. Группа итальянских ученых в своём много централизованном исследовании установила, что холелитиаз чаще наблю-

дается у представительниц слабого пола и составляет 18,8%, в то время как у мужчин — 9,5%. Интересен тот факт, что по данным скандинавских ученых, камненосительство встречается у 53% женщин и 32% мужчин, проживающих в Скандинавии. При этом в Норвегии установлено, что носителями желчных конкрементов явились 21,2% лиц слабого пола и 17,7% — сильного. Жители африканских и азиатских стран менее подвержены развитию холелитиаза. Так по данным японских учёных встречаемость данной патологии в Японии составляет 3,5–5%. В Российской Федерации распространенность желчнокаменной болезни также колеблется в зависимости от этнической принадлежности в широких пределах. Согласно данным полученным при ультразвуковом обследовании, компьютерной томографии и аутопсии желчные конкременты встречаются от 5 до 25 случаев [5,6,7,8,9].

Необходимо отметить, что острый калькулёзный холецистит, по данным отечественных ученых диагностируется у каждого второго больного с калькулёзным холециститом [10,11]. Вместе с этим, среди пациентов с неотложной хирургической патологией острый калькулёзный холецистит встречается в 13–18% случаев. Высокая летальность при остром калькулёзном холецистите диктует необходимость искать более рациональные методы своевременной диагностики данного осложнения и разрабатывать наиболее оптимальную тактику ведения таких пациентов. Так летальность при остром калькулёзном холецистите при хирургическом лечении достигает 4–6% у лиц трудоспособного возраста. Наряду с этим, у лиц преклонного возраста и с тяжелой сопутствующей патологией данный показатель достигает 11–27% [10,11]. Помимо летальных исходов, в группе прооперированных пациентов наблюдается высокая частота развития послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений: подпеченочные абсцессы, желчные свищи, желчный перитонит и другие. Встречаемость данных осложнений варьируется от 6–9% случаев и приводит к летальному исходу или стойкой потере нетрудоспособности и инвалидизации [12,13].

Первое упоминание о вскрытии подпечёночного абсцесса голландским хирургом Сталпером Ван дер Виллом, который возник вследствие острого калькулёзного деструктивного холецистита, появились в 1687 г. Спустя практически 200 лет Марион Симс выполняет первую успешную холецистостомию. Почетное звание хирурга, который первым в 1882 г. выполнил холецистэктомию принадлежит Карлу Лангенбуху. При этом лишь в 1987 г. французский хирург Филипп Муре производит первую лапароскопическую холецистэктомию. На протяжении последних лет и в настоящее время оперативные вмешательства при остром калькулёзном холецистите выполняются в экстренном или отсроченном периодах

заболевания. Наряду с этим, ряд вмешательств выполняется в так называемом «холодном периоде», спустя 6–8 месяцев от появления первых клинических признаков заболевания. Ежегодно во всем мире выполняется в среднем 2,5 млн. холецистэктомий в год. Несмотря на то, что в последние десятилетия хирургами со всего мира достигнуты большие успехи в разработке схем лечения острого калькулёзного холецистита, до настоящего времени сохраняется неудовлетворенность результатами лечения [12,13,14,15].

**Этиопатогенез.** Этиопатогенез острого калькулёзного холецистита неразрывно связан с причинами возникновения желчнокаменной болезни. В конце XVIII века зарождаются две основные теории возникновения желчнокаменной болезни. Основоположниками первой теории становятся такие выдающиеся ученые, как Вильгельм Тидичум, Клод Бернар, Ш. Бушар, Д. Бойсен; А. Шауффард; Т. Ровзинг. Они предположили, что литогенез неразрывно связан с патологическими процессами, протекающими в печени, которые способствуют экстракции низменной по составу желчи. Последняя в свою очередь сгущается, происходит выпадение твердых частиц в желчь, что и служит основой камнеобразования. Другие знаменитые ученые того времени (М. Хелмбаш, С.П. Боткин, Б. Наунун) высказывают предположение, что процесс камнеобразования связан с воспалительными процессами в стенке желчного пузыря и гипомоторикой желчного пузыря. Вместе с тем, необходимо отметить, что этиология желчнокаменной болезни до настоящего времени остаётся недостаточно изученной. Наряду с этим причины данного заболевания необходимо рассматривать скорее, как мультифакторные, нежели моноэтиологические [16,17,18,19].

Определенную роль в развитии желчнокаменной болезни и как следствие острого холецистита отводят:

- ◆ инфекционному процессу в пищеварительном тракте;
- ◆ дуоденобилиарному рефлексу;
- ◆ ожирению;
- ◆ наследственности;
- ◆ литогенной диете;
- ◆ полиморфизму определенных генов и др.

В настоящее время выделяют следующие группы конкрементов: холестериновые, пигментные, известковые и смешанные. Холестериновые желчные камни в своём составе содержат наибольшее количество холестерина, зачастую небольшого размера и округлой формы. Следующая группа конкрементов — известковые, в своём составе содержат большое количество солей кальция, что и придаёт им плотную структуру. Пигментные конкременты в свою очередь подразделяются на чёрные и коричневые. Чёрные конкременты преобладают у лиц

преклонного возраста и в своём составе содержат фосфаты и билирубинаты кальция. Наряду с этим коричневые конкременты в своей структуре состоят из билирубината, пальмитата, стеарата и холестерина. Последняя группа конкрементов смешанные в своём составе представлены разнообразными соотношениями солей билирубина, кальция и холестерина [20,21].

Установлено, что в этиопатогенезе холелитиаза значимы следующие факторы: повышение литогенности желчи, гипомоторика желчного пузыря, повышение давления в билиарном дереве, инфекционный процесс. Вместе с тем, необходимо отметить, что из-за избыточного насыщения желчи холестерином возникают процессы нуклеации. При этом муцин, выделяемый слизистой желчного пузыря фиксирует на себе, выпавшие в осадок кристаллы холестерина, а также взвесь жидких кристаллов. Гипомоторика желчного пузыря способствует процессу преобразованию везикул, насыщенных холестерином в твердые кристаллы. Вместе с тем, на кристаллы холестерина оседают соли кальция, которые могут выполнять и роль ядер кристаллизации холестерина. Помимо этого, гипомоторика желчного пузыря служит предрасполагающим фактором для литогенеза, в виду того, что кристаллы холестерина не способны поступать с током желчи в кишечник до процесса трансформации их в камни. Уменьшение сокращения желчного пузыря возникает вследствие ряда факторов: изменения в процессах иннервации, которые осуществляют контроль за опорожнением желчного пузыря; нарушение гормональной регуляции; воздействие холестерина на гладкую мускулатуру стенки желчного пузыря. Вместе с тем, вклинивание конкремента в шейку желчного пузыря и пузырного протока служит причиной возникновения гипертензии в билиарном тракте. Последнее является основным и благоприятным условием для развития инфекционного процесса. Наряду с этим, желчные соли и желчные камни вызывают повреждение слизистой оболочки, которое вызывает изменения в проницаемости клеточных мембран. Это приводит к нарушениям коллоидного состояния желчи, вызывая асептическое воспаление в стенке желчного пузыря. При билиарной гипертензии происходит перерастяжение желчного пузыря, что способствует механическому сдавлению сосудов. Вместе с тем, возникновение нарушений микроциркуляции приводит к застою крови в капиллярах, венах и артериолах. Длительное существование гипертензии в билиарном тракте служит основой уменьшения гемоперфузии и развитием ишемии стенки желчного пузыря [22].

### Классификация

Согласно МКБ –10 выделяют следующие виды холециститов [23]:

- ◆ К 81.0 Острый холецистит
- ◆ К 81.1 Хронический холецистит
- ◆ К 81.8 Другие формы холецистита
- ◆ К 81.9 Холецистит неуточненный

Патологоанатомическая классификация острого холецистита [23]:

- ◆ катаральный,
- ◆ дифтеритический (фибринозный),
- ◆ флегмонозный,
- ◆ гангренозный.

Согласно протоколу клинических рекомендаций РОХ по организации лечебно-диагностической помощи при остром калькулёзном холецистите и классификации Савельева В.С., 1986 г., выделяют следующие виды острого холецистита [23]:

1. Острый неосложненный холецистит:
  - А. Катаральный — увеличение желчного пузыря с утолщением, инфильтрацией его стенки и отеком слизистой оболочки. В просвете слизистый экссудат, с наличием лейкоцитов и эпителиальных клеток.
  - Б. Флегмонозный — желчный пузырь значительно увеличен и напряжён, покрыт фибринозной пленкой, стенки пропитаны гноем.
  - В. Гангренозный — некроз стенки желчного пузыря.
2. Острый осложненный холецистит:
  - А. Острый холецистит, осложненный перитонитом
  - Б. Острый холецистит, осложненный холангитом
  - В. Острый холецистит, осложненный панкреатитом

### Клиника

Ведущим синдромом в клинической картине острого калькулёзного холецистита является болевой. Последний характеризуется спастическими острыми выраженными болями в правом подреберье, которые могут иррадиировать в спину, эпигастральную область, надключичную область и правую лопатку. Данное состояние получило наименование печеночной или желчной колики. Возникновение желчной колики связано со спазмом сфинктерного аппарата билиарного тракта и как следствие развитием билиарной гипертензией. Последняя приводит к довольно быстрому увеличению размеров печени и растяжению глассоновой капсулы, содержащей значительное количество ноцирецепторов. Вместе с тем, очаг болей расположен в точке Кера, расположенной на пересечении наружного края правой прямой мышцы живота и края реберной дуги. Ряд провоцирующих агентов (алкоголь, употребление жирной и/или острой пищи, стрессовые состояния) приводят к возникновению желчной колики [24,25,26].

Наряду с болевым синдромом возникает и диспепсический, который проявляется тошнотой; многократной рвотой, постепенно приобретающей характер рвоты с желчью; изжогой.

Синдром интоксикации характеризуется возникновением субфебрильной температуры, головными болями, чувством недомогания, тахикардией, сухостью кожных покровов, отсутствием аппетита, болями в мышцах. Наряду с этим, необходимо отметить, что повышение температуры прямо пропорционально связано с клиническим вариантом острого холецистита. Так при ка-

таральном холецистите температура колеблется в пределах 37–38 °С, а при деструктивных формах достигает цифр >38 °С. При наличии гнойного содержимого в просвете пузыря (эмпиема) или развитии перивезикального абсцесса наблюдается подъем температуры до гектических цифр с эпизодами падения и вновь подъема, что сопровождается выраженной потливостью.

Знание этиопатогенеза и клиники острого калькулезного холецистита, позволит своевременно заподозрить данное заболевание и выработать необходимый диагностический и лечебный алгоритмы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Endo I. et al. Optimal treatment strategy for acute cholecystitis based on predictive factors: Japan-Taiwan multicenter cohort study. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2017; 24(8):492–493. <https://doi.org/10.1002/jhbp.456>
2. Csikesz N, Ricciardi R, Tseng JF, Shah SA. Current status of surgical management of acute cholecystitis in the United States. *World J Surg.* 2008 Oct;32(10):2230–2236. <https://doi.org/10.1007/s00268-008-9679-5>
3. Ревивили А.Ш., Федоров А.В., Сажин В.П., Оловянный В.Е. Состояние экстренной хирургической помощи в Российской Федерации. *Хирургия. Журнал им. Пирогова.* 2019;3(1):88–97. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201903188>
4. Yokoe M., Takada T., Strasberg S., Solomkin J.S. et al. TG13 diagnostic criteria and severity grading of acute cholecystitis. *Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2013;20:35–46. <https://doi.org/10.1007/s00534-012-0568-9>
5. Kimura Y, Takada T, Strasberg SM, et al. TG13 current terminology, etiology, and epidemiology of acute cholangitis and cholecystitis. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2013;20(1):8–23. <https://doi.org/10.1007/s00534-012-0564-0>
6. Натрошвили И.Г., Прудков М.И. Насколько активной должна быть хирургическая тактика у больных острым холециститом (по результатам проспективного многоцентрового исследования). *Вестн.Росс. ун-та дружбы народов. Серия: Медицина.* 2019;23(2):156–167. <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2019-23-2-156-167>
7. Strasberg SM. Acute calculous cholecystitis. *N Engl J Med.* 2008;358:2804–11. <https://doi.org/10.1056/nejmcp0800929>
8. Stinton LM, Myers RP, Shaffer EA. Epidemiology of gallstones. *Gastroenterol Clin N Am.* 2010;39(2):157–69. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2010.02.003>
9. Ansaloni L, Pisano M, Coccolini F, et al. 2016 WSES guidelines on acute calculous cholecystitis. *World J Emerg Surg* 2016;11(1):1–23. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-58>
10. Loozen C.S., Kortram K., Kornmann V.N.N. et al. Randomized clinical trial of extended versus single-dose perioperative antibiotic prophylaxis for acute calculous cholecystitis. *Br J Surg* 2017;104:151–157. <https://doi.org/10.1002/bjs.10406>
11. Sutton A.J., Vohra R.S., Hollyman M. et al. Cost-effectiveness of emergency versus delayed laparoscopic cholecystectomy for acute gallbladder pathology. *British Journal of Surgery* 2017; 104 (1):98–107. <https://doi.org/10.3410/f.726865309.793550821>
12. Strasberg SM. Acute calculous cholecystitis. *N Engl J Med.* 2008;358:2804–11. <https://doi.org/10.1056/nejmcp0800929>
13. Stinton LM, Myers RP, Shaffer EA. Epidemiology of gallstones. *Gastroenterol Clin N Am.* 2010;39(2):157–69. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2010.02.003>
14. Ansaloni L, Pisano M, Coccolini F, et al. 2016 WSES guidelines on acute calculous cholecystitis. *World J Emerg Surg* 2016;11(1):1–23. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-58>
15. Вильяр Дж., Саммерс С.М., Менчин М.Д. и др. Отсутствие камней в желчном пузыре при ультразвуковом исследовании исключает острый холецистит. *J Emerg Med.* 2015; 49 (4): 475–80. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.04.037>
16. Майстренко Н.А. Стукалов В.В. Холедохолитиаз: СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2000; 288 с.
17. Дадвани С.А., Ветшев П.С., Шулуто А.М., Прудков М.И. Желчнокаменная болезнь: М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009;176 с.
18. Руководство по хирургии желчных путей: 2 е изд. Под редакцией Гальперина Э.И., Ветшева П.С. М: Видар М.; 2009; 568 с.
19. Steven M, Strasberg S.M. Acute calculous cholecystitis. *N Engl J Med* 2008;358:2804–2811. <https://doi.org/10.1056/nejmcp0800929>
20. Strasberg S.M. Clinical practice. Acute calculous cholecystitis. *N Engl J Med* 2008;358:2804–2811. <https://doi.org/10.1056/nejmcp0800929>
21. Steel P. A D., Brenner B.E. Acute Cholecystitis and Biliary Colic. *Medscape*, 2017.
22. Okamoto K., Suzuki K., Takada T. et al. Tokyo Guidelines 2018: owchart for the management of acute flaccid cholecystitis. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* (2018) 25:55–72. <https://doi.org/10.1002/jhbp.526>
23. Мерсаидова К.И., Прудков М.И., Нишневич Е.В., Багин В.А., Тарасов Е.Е., Исакова Е.В. Лапароскопические вмешательства при холецистолитиазе (техника Rendezvous). *Хирургия. Журн. им Н.И. Пирогова*, 2019; 7:36–41. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201907136>
24. Yokoe M., Takada T., Strasberg S., Solomkin J.S. et al. TG13 diagnostic criteria and severity grading of acute cholecystitis. *Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2013;20:35–46. <https://doi.org/10.1002/jhbp.457>

25. Королев Б.А., Пиковский Д.Л. Экстренная хирургия желчных путей. М.: Медицина, 1990; 240 с.
26. Eskelinen M., Ikonen J., Lipponen P. Diagnostic approaches in acute cholecystitis; a prospective study of 1333 patients with acute abdominal pain. Theor Surg 1993;8:15–20. <https://doi.org/10.3109/00365529409092499>

© Яшнов Алексей Александрович ( alexyashnov@mail.ru ), Коновалова Ольга Геннадьевна,  
Ханина Юлия Сергеевна, Бурцева Мария Александровна, Пассонен Екатерина Юрьевна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Читинская государственная медицинская академия

## НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

**Abbasova T.** — Junior Researcher, Central Botanical Garden of ANAS, Baku  
sabirqizi1989@gmail.com

**Alodjants A.** — National Center for Cognitive Development; ITMO University, St. Petersburg

**Avdeev A.** — Phd, Associate professor, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner  
svenav@mail.ru

**Bakhshaliyeva K.** — Doctor of Biological Sciences, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku  
konul.baxsh@mail.ru

**Berezhkov A.** — Lecturer, ITMO University  
dead0343@gmail.com

**Buchneva N.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Orenburg State Medical University  
buzap01@yandex.ru

**Burtseva M.** — Clinical Hospital No. 1 Chita

**Bykov S.** — Junior Researcher, A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of the Komi National Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar  
bsa@alteco.tech

**Filimonova O.** — Aspirant, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Meliorations and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (Volgograd)  
olga\_filimonova\_88@rambler.ru

**Fishchev S.** — MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
super.kant@yandex.ru

**Gafarova B.** — Postgraduate student, Baku State University, Baku  
bayimgafarova@gmail.com

**Gashev S.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University

**Gerashenkova T.** — Doctor of Economic Sciences, professor, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Technical University»  
gerash-tatyana@yandex.ru

**Girich V.** — Ph.D., Senior Lecturer, RUDN  
girich.valentinas@gmail.com

**Golodkova A.** — Senior Lecturer, Irkutsk National Research Technical University  
alex17-27@mail.ru

**Golodkov Yu.** — PhD, Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University  
yrg27@mail.ru

**Gorina N.** — Graduate student, Novosibirsk State Agrarian University  
ndgorina@mail.ru

**Hanina J.** — Chita State Medical Academy

**Hashimova P.** — Candidate for a degree at the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku  
peri.omar87@gmail.com

**Hassanin H.** — National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk; Hunan University of Arts and Sciences, Hunan Province, China  
Blombygg1@gmail.com

**Isaeva K.** — Doctor of Philosophy in Biology, Senior Lecturer at Sumgait State University, Azerbaijan, Sumgait  
kamalaisayeva@gmail.com

**Iuryev R.** — ITMO University, St. Petersburg  
juryev7@gmail.com

**Jalilov A.** — Candidate of Medical Sciences, Karshi Branch Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology  
Jalilov\_adham@mail.ru

**Karamova N.** — Candidate of biological sciences, Assistant Professor, Kazan (Volga region) Federal University  
nskaramova@mail.ru

**Kolyshv A.** — Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer, Ural State Transport University, Yekaterinburg  
A.S.Kolyshv@bk.ru

**Konovalova O.** — Chita State Medical Academy

**Koriagina N.** — MD, professor, Perm State Medical University named after I.I. Academician E.A. Wagner, chief physician of the ministry of health of the Perm Territory  
nina11-85@mail.ru

**Koriagin V.** — Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner  
vladimirkoryagin12@gmail.com

**Korlyakov K.** — Candidate of biology, assistant professor, FSBEI "Chelyabinsk State University"  
korfish@mail.ru

**Korobova L.** — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

**Kulesh A.** — Doctor of medical science, professor, E. A. Wagner Perm State Medical University  
aleksey.kulesh@gmail.com

**Lepilin A.** — MD, Professor, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation  
lepilins@mail.ru

**Lomova T.** — PhD in Agricultural Sciences, Leading researcher, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnology RAS, Novosibirsk – Krasnoobsk

**Lukonina A.** — Candidate of biological sciences, Committee for Natural Resources, Forestry and Ecology of the Volgograd Region  
alukonina@rambler.ru

**Lushnikov D.** — ITMO University  
MrLushnikov@yandex.ru

**Magomedov Magomed** — Dagestan State Medical University  
Drmda08@mail.ru

**Magomedov Mukhuma** — Dagestan State Medical University  
muxuma@mail.ru

**Mamedova A.** — Doct. biol. sci., professor, Baku State University, Baku  
m.afet@mail.ru

**Mamedova R.** — Postgraduate student, Baku State University, Baku  
roza2919@mail.ru

**Mamontova A.** — Obstetrician-gynecologist, The applicant, Regional Clinical Hospital No 3 (Chelyabinsk)  
Alexandramamontova@rambler.ru

**Mansur N.** — PhD, neurologist, GKB 64, Moscow  
d-64-158@mail.ru

**Mansur T.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, RUDN  
m-dasha07@mail.ru

**Markova L.** — FSBEI "Chelyabinsk State University"

**Mekhryakov S.** — Doctor of ultrasound diagnostic, Regional Vascular Center, City Clinical Hospital №4 (Perm)  
heartolog@gmail.com

**Nasyrov N.** — PhD student, ITMO University  
pasdel@mail.ru

**Nazarov A.** — Candidate of Military Sciences, ERA Military Innovative Technopolis, Anapa  
naazar@mail.ru

**Nematova U.** — Dissertation (PhD), Institute of Microbiology of ANAS, Baku  
azmbi@mail.ru

**Novikov P.** — PhD (candidate of Engineering Science), associate Professor, Moscow Aviation Institute (national research University)  
novikov.mai@mail.ru

**Nurieva N.** — MD, Associate Professor, South Ural State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Chelyabinsk)

**Omarov M.** — Dagestan State Medical University  
maga05region1994@mail.ru

**Orlova I.** — PhD, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
orisha@mail.ru

**Passonen E.** — Clinical Hospital No. 1 Chita

**Pavlova A.** — A. Wagner Perm State Medical University  
anastasiya\_pavlova\_96@inbox.ru

**Popov V.** — Ph. D., Assistant Professor, St. Petersburg State  
Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the  
Russian Federation  
vpopov5@mail.ru

**Prokhorov K.** — Applicant, Perm State Medical University  
named after academician E.A. Wagner  
kirpro059@gmail.com

**Puzdyreva M.** — PhD, assistant Professor, St. Petersburg  
State Pediatric Medical University of the Ministry of Health  
of the Russian Federation  
seven-spb@yandex.ru

**Riksen V.** — PhD student, Novosibirsk State Agrarian  
University; Siberian Federal Research Center of  
Agrobiotechnology RAS, Novosibirsk - Krasnoobsk  
Riclog@mail.ru

**Romashkova O.** — Doctor of Engineering, Professor,  
Russian Presidential Academy of National Economy and  
Public Administration (RANEPA), Moscow  
ox-rom@yandex.ru

**Rozhkova M.** — Assistant Professor, St. Petersburg State  
Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the  
Russian Federation  
rozmaria2010@yandex.ru

**Rudenko M.** — PhD, Professor, East Siberian Institute of  
the Ministry of Internal Affairs of Russia  
rudenko@inbox.ru

**Ryabaya I.** — Candidate of Medical Sciences, Associate  
Professor, FSBEI HE "Northern State Medical University"  
soldik24@yandex.ru

**Sagalaeva A.** — Post-graduate student, Moscow City  
University (MCU), Moscow  
omegaanya@gmail.com

**Sagalaev Yu.** — Post-graduate student, Moscow City  
University (MCU), Moscow  
yrok472@mail.ru

**Sazonova E.** — Ph.D., Academy of the Federal Security  
Service of the Russian Federation", Orel  
Gea.07@mail.ru

**Schnaider A.** — Applicant, dentist orthodontist, dentistry  
clinic LLC "Orthobiuty"

**Schnaider S.** — Applicant, Road Clinical Hospital at  
Chelyabinsk station of JSC "Russian Railways"  
shnaider.semen@gmail.com

**Serdechnaya E.** — Doctor of Medical Sciences, Professor,  
FSBEI HE "Northern State Medical University"

**Sevastyanov A.** — MD, Professor, St. Petersburg State  
Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the  
Russian Federation  
ardy.dkr@mail.ru

**Sinitsky A.** — MD, Associate Professor, South Ural State  
Medical University of the Ministry of Health of Russia  
(Chelyabinsk)

**Sinyukova Yu.** — Graduate student, Federal State-Funded  
Educational Institution of Higher Education «Bryansk State  
Technical University»  
ulya16-96@mail.ru

**Slavkina K.** — Orenburg State Medical University  
kslavkina98@gmail.com

**Spasenkov G.** — Applicant, Perm State Medical University  
named after academician E.A. Wagner, cardiologist  
spy5502@mail.ru

**Stasecski Z.** — PhD, Lead Researcher, Tatar Research  
Institute of Agriculture– Subdivision of the Federal  
Research Center «Kazan Scientific Center of Russian  
Academy of Sciences»  
zenons@bk.ru

**Stepanenkova M.** — Orenburg State Medical University  
mary\_600@mail.ru

**Subbotin R.** — PhD, assistant Professor, St. Petersburg  
State Pediatric Medical University of the Ministry of Health  
of the Russian Federation  
roma.seregin.92@mail.ru

**Suragina S.** — Candidate of biological sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Social and Pedagogical University”  
s-suragina@mail.ru

**Syromyatnikova L.** — Doctor of medical science, professor, E. A. Wagner Perm State Medical University  
ilarievna@gmail.com

**Tartynskikh P.** — ITMO University  
tartynskikh.ps@yandex.ru

**Tokareva L.** — Assistant, RUDN  
lyuda.tokareva.79@mail.ru

**Tuama A.** — Post-graduated student, Kazan (Volga region) Federal University  
ammartuama02@gmail.com

**Vishnyakova V.** — Candidate of agricultural sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Social and Pedagogical University”  
vishnyakova@vspu.ru

**Vnukovsky N.** — Doctor of Economics, Professor, Ural State Transport University, Yekaterinburg  
Vnukovsk@ya.ru

**Yashnov A.** — Chita State Medical Academy  
alexeyashnov@mail.ru

**Yudin A.** — Candidate of Economic Sciences, Researcher, A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies—a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of the Komi National Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar  
audin@rambler.ru

**Yunusov E.** — Candidate for a degree at the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku  
elsadyunuslu@gmail.com

**Yurieva S.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE “Northern State Medical University”

**Zainullin V.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, leading Researcher, A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies – a separate division of the Fitskomi Scientific Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar  
zainullin.v.g@yandex.ru

## Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия 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) ).