

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 11-2 2019 (НОЯБРЬ)

Учредитель журнала  
Общество с ограниченной ответственностью  
**«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Журнал издается с 2011 года.

### Редакция:

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

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

### Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью  
**«Научные технологии»**

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

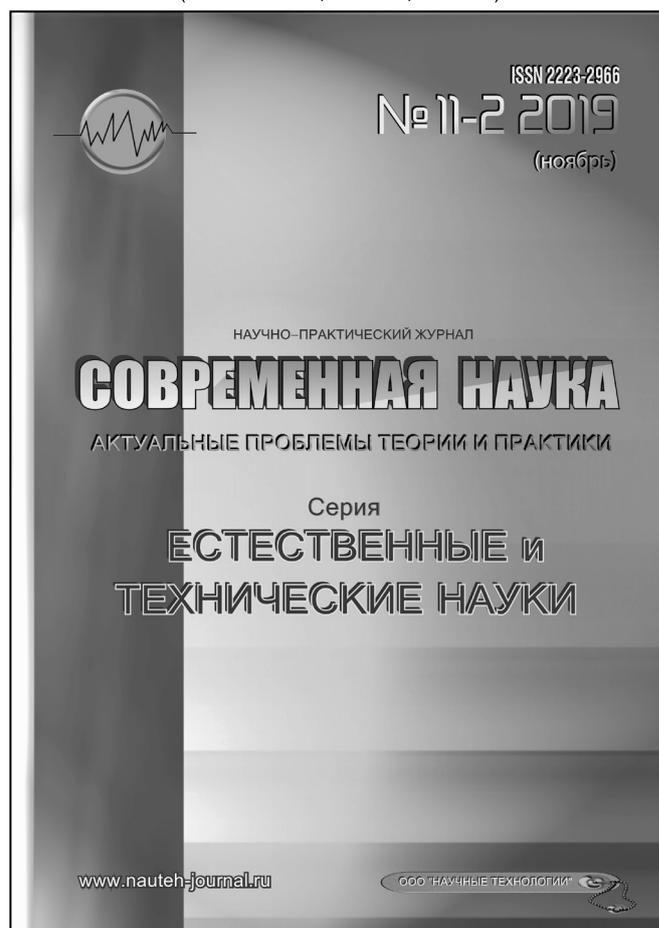
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



### В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии  
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296  
Подписано в печать 27.11.2019 г. Формат 84x108 1/16  
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



# Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## Общая биология

**Думченко Н. Б., Нечаева Е. А., Радаева И. Ф., Руденко Л. Г.** — Использование различных гидролизатов при получении гриппозной вакцины  
*Dumchenko N., Radaeva I., Nechaeva E., Rudenko L.* — The use of various hydrolysates in the production of influenza vaccines ..... 6

**Жакова С. Н., Новоселова Л. В., Лихачев С. В.** — Экология цветения *Syringa vulgaris* L. в условиях интродукции  
*Zhakova S., Novoselova L., Lihachev S.* — Ecology and dynamics of blossoming of *Syringa vulgaris* L. in the conditions of an introduction ..... 10

**Кулясова О. А., Рыбачук О. В.** — Динамика экологического и биоморфологического состава травяно-кустарничкового яруса при смене березняков культурами сосны обыкновенной  
*Kulyasova O., Rybachuk O.* — Dynamics of environmental and biomorphological composition of a grass-shrubs layer when change of birches by culture of scots pine ..... 16

**Фомина Т. А., Оюн Н. Ю., Курбаков К. А., Минаев М. Ю.** — Идентификация атлантической трески (*Gadus morhua*) методом ПЦР в реальном времени  
*Fomina T., Oyun N., Kurbakov K., Minaev M.* — Atlantic cod (*Gadus morhua*) differentiation using real-time PCR ..... 22

## Информатика, вычислительная техника и управление

**Абашин В. Г., Makeev С. А.** — Идентификация устройства с помощью отпечатка файловой системы  
*Abashin V., Makeev S.* — Identification of the device using the fingerprint of a file system. .... 26

**Антоненков Е. Г., Крюков Ю. А.** — Интеллектуальный анализ персональных предпочтений студентов в ходе подготовки кадров в высшей школе  
*Antonenkov E., Kryukov Y.* — Intellectual analysis of personal preferences of students in the course of training in higher education ..... 30

**Антонова В. А.** — Возможности гиперспектрального дистанционного зондирования  
*Antonova V.* — Hyperspectral remote sensing opportunities ..... 35

**Барулина М. А., Фомин Д. В., Голиков А. В., Струков Д. О., Герман А. С.** — Температурные поля элементов наноспутников  
*Barulina M., Fomin D., Golikov A., Strukov D., German A.* — Temperature fields of nanosatellites elements ..... 39

**Дёмко А. И., Семенов О. Ю.** — Методы построения OFDM-систем и обработки радиосигнала в программе MatLab simulink  
*Dyomko A., Semenov O.* — Methods of building OFDM systems and radio signal processing in MatLab simulink ..... 47

**Зарубский В. Г.** — Сравнительный анализ эмуляционных процессов на логических уровнях архитектуры управляющих компьютеров автоматизированных систем управления  
*Zarubskiy V.* — Comparative analysis of emulation processes at logic levels of architecture of control computers of automated control systems ..... 55

**Леонтьев В. В., Сорокин А. В., Ненашев В. А., Ваттимена Г. М.** — Применение акустоэлектронных датчиков на ПАВ в системах промышленного интернета вещей для мониторинга состояния техногенных объектов  
*Leontiev V., Sorokin A., Nenashev V., Wattimena G.* — The application of the acousto-electronic SAW sensors in the industrial Internet of things facilities monitoring ..... 61

- Михайлова Е. А., Трухина Л. И.** — Прогнозирование потребности в субъектах малого предпринимательства на примере мясного производства в Нерчинском районе Забайкальского края  
*Mikhaylova E., Trukhina L.* — Forecasting the need for small businesses on the example of meat production in the Nerchinsk region of the TRANS-Baikal territory ..... 67
- Нестеров Ю. Г., Калистратов А. П., Афанасьев Г. И.** — Подход к применению машинного обучения в прогнозировании загрузки виртуальных вычислительных систем  
*Nesterov Yu., Kalistratov A., Afanasyev G.* — Approach of machine learning application in predicting the load of virtual computing systems ..... 73
- Симанков В. С., Дриленко М. В.** — Оценка эффективности баз данных NoSQL для задач интеллектуального ситуационного центра  
*Simankov V., Drilenko M.* — Assessment of the effectiveness of NoSQL database for integrated situational center problems ..... 77
- Сухов С. Н., Смирнов С. А., Крыгин С. В., Кувычков С. И.** — Разработка модели криминальной активности с использованием информационно-аналитического комплекса «Орион»  
*Sukhov S., Smirnov S., Krygin S., Kuvychkov S.* — Development of a model of criminal activity using the information-analytical complex «Orion»..... 82
- Клиническая медицина
- Аванесов А. М., Гвоздикова Е. Н., Тарасова Т. В., Хайдар Д. А., Виноградова А. А., Захаркин И. А.** — Оценка стоматологического статуса у пациентов с плоскоклеточным раком орофарингеальной области  
*Avanesov A., Gvozdikova E., Tarasova T., Hajdar D., Vinogradova A., Zakharkin I.* — Examination of dental status in patients with squamous cell carcinoma of the oropharyngeal region ..... 89
- Агаджанова К. В.** — Современные аппаратные методы лечения ожоговых пациентов  
*Agadzhanova K.* — Modern hardware methods for treating burn patients ..... 94
- Арсаханова Г. А.** — Клинические особенности поражения нервной системы при болезни Лайма  
*Arsakhanova G.* — Clinical features of the defeat of the nervous system in Lyme disease. .... 96
- Арсаханова Г. А.** — Клинико-неврологические особенности и содержание нейроаминокислот у больных с соматогенными типичными прозопагиями  
*Arsakhanova G.* — Clinico-neurological peculiarities and the content of neurolingistic patients with somatogenic typical prosopalgia ..... 100
- Бабахова Е. Х., Багмет А. Д., Зайцева Н. С., Егоров В. Н., Таятина Т. В.** — Роль эндотелиальных факторов на регуляцию сосудистого тонуса у пациентов с резистентной артериальной гипертензией  
*Babakova E., Bagmet A., Zaitseva N., Egorov V., Taytina T.* — The role of endothelial factors in the regulation of vascular tone in patients with resistant hypertension ..... 104
- Верховский А. Е., Аболмасов Н. Н.** — Клинико-правовые особенности курации пациентов с симптомокомплексом «непереносимости» стоматологических материалов  
*Verkhovsky A., Abolmasov N.* — Clinical and legal aspects of the follow-up of patients with a complex of symptoms of dental materials intolerance ..... 108
- Виноградова О. П., Артемова О. И.** — Апоптоз при ВПЧ- ассоциированных патологиях шейки матки: изменение маркеров  
*Vinogradova O., Artemova O.* — Apoptosis in HPV-associated cervical pathologies: change of markers .... 113
- Грушевская Е. А.** — Факторы риска развития инфекции области хирургического вмешательства  
*Grushevskaya E.* — Risk factors for surgical site infection ... 118

<i>Дайлидите В. В., Субботина Н. Н., Менткевич Г. Л., Долгополов И. С., Левашов А. С.</i> — Особенности режимов высокодозной химиотерапии с включением 5-азациитидина и аутологичной трансплантацией гемопоэтических стволовых клеток в лечении детей старше трех лет с медуллобластомой высокого риска	<i>Кудаев Д. М., Абдурахманов А. И., Кудаева П. Д.</i> — Состояние полости рта у больных хроническим генерализованным периодонтитом, перенесших инфаркт миокарда
<i>Dailidite W., Subbotina N., Mentkevich G., Dolgoplov I., Levashov A.</i> — Features of high-dose chemotherapy regimens with the inclusion of 5-azacitidine and autologous hematopoietic stem cell transplantation in the treatment of children older than three years with high-risk medulloblastoma ..... 122	<i>Kudaev D., Abdurakhmanov A., Kudaeva P.</i> — The condition of the oral cavity in patients with chronic generalized periodontitis after myocardial infarction ..... 143
<i>Зинкина А. А., Трусов Ю. А.</i> — Особенности диагностики острого коронарного синдрома у больных пожилого и старческого возраста	<i>Хабадзе З. С., Хумгаева Х. Р., Дудаев Х. В., Магомедов О. И., Тодуа И. М., Тодуа Д. М., Инджгия Л. Р., Гуджабидзе Н. А.</i> — Анализ влияния витамина D на разных сроках беременности
<i>Zinkina A., Trusov Yu.</i> — Diagnostic features of acute coronary syndrome in elderly patients ..... 127	<i>Khabadze Z., Khumgaeva K., Dudaev Kh., Magomedov O., Todua I., Todua D., Indjgia L., Gudjabidze N.</i> — Analysis of the role of vitamin D in different stages of pregnancy ..... 147
<i>Ивченкова А. Ф., Муталова Э. Г.</i> — Опыт применения стронция ранелата у мужчин с бронхиальной астмой в сочетании с остеопорозом	<i>Яшнов А. А., Коновалова О. Г., Ханина Ю. С., Яшнова Н. Б., Вдовина М. Г., Бурцева М. А.</i> — Особенности гуморального звена иммунитета у больных с различными вариантами клинического течения калькулезного холецистита
<i>Ivchenkova A., Mutalova E.</i> — Experience with the use of strontium ranelate in men with bronchial asthma in combination with osteoporosis ..... 131	<i>Yashnov A., Konovalova O., Hanina Y., Yashnova N., Vdovina M., Burtseva M.</i> — Humoral immunity in patients with different variants of clinical course of calculous cholecystitis ..... 154
<i>Кошимбаева Л. А.</i> — Прогнозирование течения и эффективности вторичной профилактики гипертонической болезни у жителей тулы путем развития концепции гипертензивного сердца, с учетом полиморфизма гена рецепторов ангиотензина-II первого типа	
<i>Koshimbaeva L.</i> — Prediction of the course and effectiveness of secondary prevention of hypertension in Tula residents by developing the concept of hypertensive heart, taking into account the polymorphism of the angiotensin-II receptor gene of the first type ..... 137	
	Информация
	Наши авторы. Our Authors..... 158
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале ..... 161

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ГРИППОЗНОЙ ВАКЦИНЫ<sup>1</sup>

## THE USE OF VARIOUS HYDROLYSATES IN THE PRODUCTION OF INFLUENZA VACCINES

**N. Dumchenko**  
**I. Radaeva**  
**E. Nechaeva**  
**L. Rudenko**

*Summary.* The composition of the nutrient media contains the serum of the fetus of animals. Serum, as a product of animal origin, remains an unexplored complex of various components, creates non-standard conditions for the growth and reproduction of cells and viruses. In addition, there are problems associated with the potential for serum contamination by bacteria, fungi, mycoplasmas, viruses, and causative agents of transmissible spongiform encephalopathy. When using serum, it is highly likely that pyrogens and residual serum elements will enter the final vaccine product. Therefore, the selection of hydrolysates for a specific cell culture is today one of the urgent problems of cell biotechnology.

*Keywords:* viruses, cells, growth media, hydrolysates, vaccines.

**Думченко Наталья Борисовна**

Н.с., ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Кольцово, Новосибирская область, Россия  
dumchenco@vector.nsc.ru

**Нечаева Елена Августовна**

К.м.н., ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Кольцово, Новосибирская область, Россия  
nechaeva@vector.nsc.ru

**Радаева Ирина Федоровна**

Заведующая лабораторией, ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Кольцово, Новосибирская область, Россия

radaeva@vector.nsc.ru

**Руденко Лариса Георгиевна**

Д.м.н., профессор, ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия  
virus@iemspb.ru

*Аннотация.* В составе питательных сред присутствует сыворотка плода животных. Сыворотка, как продукт животного происхождения, остается неизученным комплексом различных компонентов, создает нестандартные условия для роста и размножения клеток и вирусов. Кроме того, существуют проблемы, связанные с потенциальной возможностью контаминации сыворотки бактериями, грибами, микоплазмами, вирусами, возбудителями трансмиссивной губчатой энцефалопатии. При использовании сыворотки велика вероятность попадания пирогенов и остаточных элементов сыворотки в конечный продукт-вакцину. Поэтому подбор гидролизатов для конкретной культуры клеток является на сегодняшний день одной из актуальных проблем клеточной биотехнологии.

*Ключевые слова:* вирусы, клетки, питательные среды, гидролизаты, вакцины.

## Введение

**П**ри разработке гриппозной вакцины используют питательные среды с добавлением сыворотки животного происхождения. Сыворотка является источником питательных веществ, гормонов, факторов роста ингибиторов протеаз, способствует прикреплению и распластыванию клеток и обеспечивает неспецифическую защиту против механического повреждения

и улучшает буферную емкость среды. Вместе с тем существуют некоторые недостатки при использовании сыворотки, самый большой из которых — это потенциальное загрязнение продуктами животного происхождения [1; 2]. В связи с этим, проводятся исследования по замене сыворотки другими добавками, в частности, различными гидролизатами. Они представляют собой пептидные фрагменты, созданные в результате гидролиза исходных белков из растений, дрожжей и животных тканей. Гидро-

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-1746.2018.4)

лизаты получают путем расщепления белков экзогенными протеолитическими ферментами, такими как пепсин или папаин [3], гидролизом с использованием сильных кислот или путем автолиза клеток с использованием контролируемой температуры или осмотических изменений с последующим перевариванием белка эндогенными ферментами. Ферментативный гидролиз более мягкий, чем кислотный. Кислотный гидролиз, включающий в себя сочетание жесткой кислоты и высокотемпературной обработки, приводит к разрушению витаминов и некоторых аминокислот. Помимо того, что гидролизаты являются источником пептидов и свободных аминокислот, некоторые могут выступать в качестве источника жирных кислот, таких как олеиновая [4], арахидоновая, линолевая и линоленовая кислоты [5], стероидов и фосфолипидов [6]. Соевые гидролизаты используются для разработки клеточной культуральной среды в качестве поддерживающего рост фактора, также влияющего на биопroduкцию различных клеточных линий.

Цель данного исследования — определение пригодности экспериментальной питательной среды на основе различных гидролизатов для получения гриппозной вакцины.

### Материалы и методы исследования

В качестве клеточного субстрата использовали перевиваемую линию клеток почки нормальной взрослой самки коккер — спаниеля MDCK (ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, Россия).

Для культивирования клеток применяли экспериментальные питательные среды (ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, Россия) с добавлением следующих гидролизатов: NuPer 1510, NuPer 4601 N, NuPer 5603 N, NuPer 2209, NuPer1511 (Kerry inc, США), Soy protein acid hidrolisate (Sigma, США).

В качестве контроля использовали питательную среду Игла MEM с добавлением 5–10% сыворотки крови плодов коровы (Gibco, США) и без добавления сыворотки.

В работе использовали вакцинные штаммы вируса гриппа: A/17/Калифорния/2009/38 (H1N1), A/17/Швейцария/2010/1 (H3N2) и B/60/Пхукет/2013/26, полученные из НИИ экспериментальной медицины (г. Санкт-Петербург).

В процессе работы оценивали жизнеспособность клеток с помощью МТТ-теста [7]. Культуру клеток MDCK в концентрации  $5 \times 10^3$  в 100 мкл среды Игла MEM, содержащей 10% сыворотки крови плодов коровы, помещали в 96-луночный планшет (Costar, США) и инкубировали 24 ч при 37 °С в CO<sub>2</sub>-инкубаторе. После прикрепления клеток к подложке проводили смену среды на перечис-

ленные выше питательные среды, клетки инкубировали в течение 48 ч при тех же условиях. Затем в лунки вносили 5 мкл 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенил-2Н-тетразолиум бромид (Sigma, США), инкубировали 4 ч. По окончании инкубации добавляли по 100 мкл диметилсульфоксида (Вектон, Россия) и определяли жизнеспособность клеток по интенсивности окраски раствора формазана, измеряя его оптическую плотность в лунках на микропланшетном ридере Tecan Sunrise (Tecan, Австрия) при длине волны 492 нм. Математическую обработку результатов проводили с использованием общепринятых методов вариационной статистики. Достоверность различия средних величин устанавливали с помощью t-критерия Стьюдента [8].

Культивирование клеток и вирусов проводили в культуральных флаконах с площадью поверхности 25 см<sup>2</sup>. Посевная концентрация клеток составляла  $(3-4) \times 10^5$  кл/мл питательной среды. Вирус получали с использованием трипсина в концентрации (2–4) мкг/мл [9]. Клетки выращивали в течение 3 сут; перед их заражением питательную среду из флаконов удаляли и вносили вирусосодержащий материал из расчета  $(1,0-0,001)$  ЭИД<sub>50</sub> вируса на клетку. Адсорбцию вируса проводили в течение 1 ч, затем добавляли экспериментальную питательную среду до исходного объема и трипсин до (2–4) мкг/мл. Ежедневно оценивали морфологию клеток, выход клеток [10] и отбирали пробы вирусосодержащего материала для определения специфической активности вируса гриппа методом титрования на куриных эмбрионах [11], которую выражали в Ig ЭИД<sub>50</sub>/0,2 мл. Через 1–5 сут полученную вирусосодержащую жидкость освобождали от клеточного детрита фильтрованием через нитроцеллюлозные мембраны с размером пор 0,2 мкм, 0,45 и 0,65 мкм (Миллипор, США), добавляли стабилизаторы, разливали в ампулы по 0,2 мл и подвергали лиофилизации (установка лиофильного высушивания TG 16–50, Германия). После высушивания материала ампулы заполняли аргоном и запаивали. Вакцину контролировали на специфическую и гемагглютинирующую активность [11], стерильность, физико-химические свойства, pH [12].

### Результаты исследования и обсуждения

Для получения экспериментальной питательной среды было разработано несколько составов. К базовой питательной среде Игла MEM добавляли следующие гидролизаты и пептоны производства фирмы Kerry. inc, США в концентрации 7,5 г/л. Их использовали в качестве дополнительного компонента при замене сыворотки плодов коровы.

Соевый гидролизат NuPer 1510 получен путем ферментативного гидролиза соевых гранул.

Таблица 1. Продукция вакцинных штаммов вируса гриппа в культуре клеток MDCK

Поддерживающая питательная среда	Специфическая активность вируса гриппа, Ig ЭИД <sub>50</sub> /0,5 мл
	А/17/Калифорния/2009/38 (H1N1)/ А/17/Швейцария/2010/1 (H3N2)/ В/60/Пхукет/2013/26
Среда Игла МЕМ + 5% сыворотки	6,3±0,5
Экспериментальная среда с гидролизатом НуПер 2209	8,5±0,5

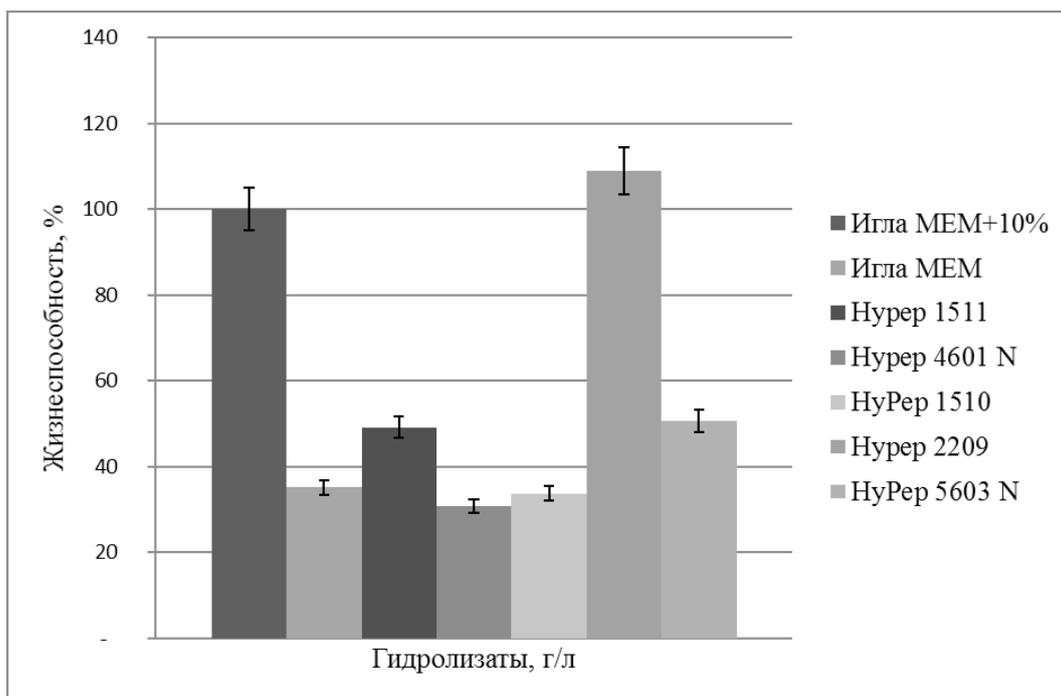


Рис. 1. Данные представлены в виде среднего ± ошибка среднего.

Пшеничный гидролизат НуПер 4601 N также получен путем ферментативного гидролиза пшеничного глютена, является высококачественным источником пептидов, особенно богат стабильными глутаминсодержащими пептидами.

Рисовый гидролизат НуПер 5603 N получен путем ферментативного гидролиза рисового белка и пшеничного глютена. Гидролизат является высококачественным источником пептидов с низким уровнем свободных аминокислот.

Соевый гидролизат НуПер 2209 содержит дополнительные факторы роста, которые обеспечивают устойчивый рост клеток, а также повышенную жизнеспособность клеток. Включенные дополнительные составляющие не являются компонентами животного происхождения, позволяют полностью исключить сыворотку из состава ростовой среды.

Соевый пептон НуПер1511 разработан специально для применения в клеточных культурах и предназначен для использования в качестве среды для культивирования клеток. Это ферментативная выборка сои, обладает хорошей растворимостью [13].

Клетки культивировали на питательных средах, содержащих в своем составе перечисленные выше гидролизаты.

Результаты скрининга жизнеспособности клеток представлены на рис. 1.

Жизнеспособность клеток MDCK при культивировании на питательных средах с добавлением различных гидролизатов.

При культивировании в питательной среде Игла МЕМ с добавлением гидролизатов НуПер 1511, НуПер 4601 N,

HyPer 1510, HyPer 5603 N, в концентрации 7,5 г/л жизнеспособность клеток MDCK сопоставима с питательной средой Игла MEM без добавления сыворотки. Токсичных свойств гидролизаты не проявили. Жизнеспособность клеток составляла 35–50%. Экспериментальная питательная среда с добавлением гидролизата HyPer 2209 по сравнению с питательной средой без сыворотки значительно превосходит остальные гидролизаты. В связи с этим гидролизат HyPer 2209 был отобран для дальнейших исследований.

Получена серия гриппозной вакцины на экспериментальной питательной среде с добавлением гидролизата HyPer 2209.

## Выводы

В результате проведенных экспериментов было показано, что жизнеспособность клеток в эксперименталь-

ной среде с добавлением гидролизата HyPer 2209 превосходит среду Игла MEM. Экспериментальная питательная среда при культивировании клеток MDCK обеспечивает рост клеток, клетки имеют типичную для данной культуры морфологию, сохраняют высокую пролиферативную активность. Получена серия гриппозной вакцины на экспериментальной питательной среде с добавлением гидролизата HyPer 2209. Специфическая активность вакцинных штаммов A/17/Калифорния/2009/38 (H1N1), A/17/Швейцария/2010/1 (H3N2) и B/60/Пхукет/2013/26 вируса гриппа в культуре клеток культивируемых на экспериментальной среде превышает специфическую активность вирусов, выращенных на среде Игла MEM, содержащей 5% сыворотки крови плодов коровы. Экспериментальная питательная среда с добавлением гидролизата HyPer 2209 пригодна для культивирования клеток и вирусов и может быть использована при получении вакцинных препаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Merten O.W., Freshney I. Validation of cell line//Cytotechnology. — 2002. — Vol.39. — P. 53–53
2. Czaplą J, Matuszczak S, Kulik K, Wiśniewska E, Pilny E, Jarosz-Biej M, Smolarczyk R, Sirek T, Zembala MO, Zembala M, Szala S, Cichoń T. The effect of culture media on large-scale expansion and characteristic of adipose tissue-derived mesenchymal stromal cells//Stem Cell Res Ther. — 2019. — № 5 — P. 235
3. Мазуркова Н.А., Трошкова Г.П., Радаева И.Ф., Нечаева Е.А., Дроздов И.Г. Использование растительной протеазы при разработке живой культуральной гриппозной вакцины// Биотехнология — 2008. — № 3 — С. 63–69
4. Shah S. N., Monique P. Gelderman M. P., Lewis E. M.A., Farrel J. J., Wood F, Brad Strader M., Abdu I. Alayash A. I., Vostal J. G. Evaluation of stem cell-derived red blood cells as a transfusion product using a novel animal model //PLoS ONE —11(12) —2016. — doi:10.1371
5. Braun V. Iron uptake mechanisms and their regulation in pathogenic bacteria// Microbiologie/Membranphysiologie — 2001. — 291(2) — P. 67–79
6. Darjania L, Ichise N, Ichikawa S, Okamoto T, Okuyama H, Thompson GA Metabolism of glycosylphosphatidylinositol-anchored proteins in Arabidopsis// Jr Biochem Soc Trans. — 2000. — № 28(6) —725p.
7. Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays //Journal of Immunological Methods.- 1983.-V.65 (1–2). — P. 55–63.
8. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. — Пер. с англ. — 1999. — М. — 459 с.
9. Нечаева Е.А., Сенькина Т.Ю., Радаева И.Ф., Вараксин Н.А., Рябичева Т.Г., Жилина Н.В., Дроздов И.Г. Способ получения живой культуральной вакцины против вируса гриппа //Патент РФ № 2420314, А61К 39/145, С12N7/02, А61P31/14, 2011.
10. Аттестация перевиваемых клеточных культур. Методические рекомендации — М.: ФГБУ «ГИСК им. Л.А. Тарасевича» Минздравсоцразвития России. — 2011. — 65с.
11. Методы определения показателей качества иммунобиологических препаратов для профилактики и диагностики гриппа. МУК 3.3.2.1758–03.
12. Фармакопейная статья 3.3.1.0027.15 «Вакцина гриппозная живая». Государственная Фармакопея 13. — 2015. — Т. 3. — С. 993–1008.
13. Думченко Н. Б. Изучение влияния растительных гидролизатов на жизнеспособность культуры клеток MDCK// Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. — 2018. —№ 12/2– С. 9–11

© Думченко Наталья Борисовна ( dumchenko@vector.nsc.ru ), Нечаева Елена Августовна ( nechavaeva@vector.nsc.ru ),

Радаева Ирина Федоровна ( radaeva@vector.nsc.ru ), Руденко Лариса Георгиевна ( virus@iemspb.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ЭКОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ SYRINGA VULGARIS L. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

### ECOLOGY AND DYNAMICS OF BLOSSOMING OF SYRINGA VULGARIS L. IN THE CONDITIONS OF AN INTRODUCTION

**S. Zhakova  
L. Novoselova  
S. Lihachev**

**Summary.** We studied details of flowering of 11 cultivars of *Syringa vulgaris* L. from the Perm State University Botanical Garden collection. The majority of cultivars have a morning type of flowering, flowers open till 8 o'clock. Flowers of 'Mme Abel Chatenay' and 'Paul Deschanel' open during all day. The results of multiple regression for 'Mme Jules Finger', 'Jules Simon', 'Frau Wilhelm Pfitzer', 'Mme Lemoine', 'President Grevy' show the dependencies of flowering on the air temperature. 'Ludwig Spath' shows the dependency of flowering on air humidity. 'Katherine Havemeyer' — on temperature and humidity of air.

**Keywords:** ecological factors, biological features, *Syringa vulgaris* L., rhythmicity of blossoming.

**Жакова Светлана Николаевна**

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова»  
zhakova@pgsha.ru

**Новоселова Лариса Викторовна**

Д.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
novoselova@psu.ru

**Лихачев Сергей Васильевич**

К.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова»  
slichachev@yandex.ru

**Аннотация.** Выявлены особенности цветения 11 сортов *Syringa vulgaris* L. сирингария учебного ботанического сада имени профессора А. Г. Генкеля Пермского государственного национального исследовательского университета. У большинства сортов утренний тип раскрытия цветков, преимущественно до восьми часов утра. У 'Mme Abel Chatenay' и 'Paul Deschanel' раскрытие цветков происходит в течение всего дня. Регрессионный анализ показал зависимость процесса цветения сортов 'Mme Jules Finger', 'Jules Simon', 'Frau Wilhelm Pfitzer', 'Mme Lemoine', 'President Grevy' от температуры воздуха. У 'Ludwig Spath' установлена связь цветения с влажностью воздуха, у 'Katherine Havemeyer' — с температурой и влажностью воздуха.

**Ключевые слова:** экологические факторы, биологические особенности, *Syringa vulgaris* L., ритмика цветения.

**П**редставители рода *Syringa* изучены достаточно подробно. Вместе с тем, малоизученными остаются вопросы экологии цветения, в частности влияние экологических факторов на процесс цветения [1–5,8].

#### Цель исследований

Изучить сезонный и суточный ход цветения сортов *Syringa vulgaris* L. и влияние экологических факторов на динамику раскрытия цветков.

#### Материалы и методы

Объектами исследований являются одиннадцать сортов *Syringa vulgaris* L. Среди изученных сортов 'Ludwig Spath', 'Frau Wilhelm Pfitzer', 'Marie Legraye', 'Индия' имеют простую форму цветка, а 'Katherine Havemeyer', 'President Grevy', 'Mme Lemoine', 'Jules Simon', 'Mme Jules Finger', 'Paul Deschanel', 'Mme Abel Chatenay' имеют махровую форму цветка. Перечисленные сорта интро-

дуцированы в 1964 г. с Липецкой опытно-селекционной станции в условия учебного ботанического сада имени профессора А. Г. Генкеля принадлежащего Пермскому государственному национальному исследовательскому университету. Все изученные растения характеризуются хорошим ростом, развитием и цветением, возраст растений в среднем составляет 19 лет.

Исследования реализовывались на протяжении вегетационных периодов с мая по июль 2012–2014 гг. Изучена сезонная динамика и суточный ход раскрытия цветков, очередность распускания цветков, а также продолжительность цветения. В качестве контрольных растений использованы кусты несортной *Syringa vulgaris*. Изучались как сложные, так и парциальные соцветия [6]. Наблюдения проводились через каждые два часа, начиная с 8 часов утра и до 20 часов вечера. Для облегчения реализации исследований, а также с целью проведения статистической обработки результатов на языке Visual Basic, созданы два программных продукта — «Сирень. Цветки» и «Сирень. Соцветия». Построение диаграмм

Таблица 1. Цветение сортов *Syringa vulgaris* (дни)

Сорт	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	Куст	Соцветие	Куст	Соцветие	Куст	Соцветие
<i>Syringa vulgaris</i> (несортовая)	13	10	11	9	16	14
<b>Простая форма цветка</b>						
'Ludwig Spath'	15	12	20	16	15	10
'Frau Wilhelm Pfitzer'	20	16	19	15	18	14
'Marie Legraye'	15	14	13	12	13	12
'Индия'	15	12	22	18	15	10
<b>Махровая форма цветка</b>						
'Katherine Havemeyer'	21	18	20	16	16	14
'President Grevy'	22	20	22	19	24	18
'Mme Lemoine'	20	18	20	16	17	15
'Jules Simon'	21	18	18	16	19	15
'Mme Jules Finger'	26	18	20	16	23	17
'Paul Deschanel'	19	15	19	16	14	11
'Mme Abel Chatenay'	20	16	21	18	14	10

и все вычисления осуществлялись в программном пакете Statistica 10. Однородность статистических данных проверялась с помощью критериев  $\chi$ -квадрат. Для этих целей использовали таблицы сопряженности и критерии Джонкиера [7]. Исследование зависимости рассматриваемых параметров цветения от экологических условий реализовано с помощью многофакторного регрессионного анализа.

### Результаты исследований

Сроки цветения сортов *Syringa vulgaris* отличаются в исследуемые годы. Цветение продолжалось в течение месяца: в 2012 г.— с 12.05 по 11.06, в 2013 г.— с 25.05 по 18.06, в 2014 г.— с 18.05 по 14.06 (таблица 1).

Более ранним зацветанием за все годы наблюдений характеризуются сорта 'Jules Simon' и 'Katherine Havemeyer'. Позже всего зацветают 'Marie Legraye' и 'Frau Wilhelm Pfitzer'. В 2012 г. они зацвели на шесть дней позже ранозацветающих сортов, в 2013 г.— на 7 и 4 дня позже, в 2014 г. соответственно на 8 и 7 дней позже. Остальные изученные сорта зацветают достаточно дружно, при этом разрыв в сроках зацветания составляет не более двух дней.

Схожие сроки цветения растений за весь период исследований отмечены у 'Marie Legraye' (разница в 2–3 дня). В 2012 г. период цветения длился от 15 до 26 дней, в 2013 г. продолжительность цветения от 13 до 21 дня, в 2014 г.— от 13 до 24 дней. Сорта имеющие махровую форму цветка отличаются, как правило, более продолжительным периодом цветения по сравнению с сортами, имеющими простую форму цветка. Максимальная продолжительность периода цветения выявлена у 'Mme Jules Finger' (составила 26 дней) и 'President Grevy' (соста-

вила 24 дня), минимальная продолжительность цветения отмечена у 'Marie Legraye' (составила 13 дней). Более значительную разницу по продолжительности цветения имели сорта 'Ludwig Spath' (в 2013 г.), 'Индия' (в 2013 г.) и 'Katherine Havemeyer' (в 2014 г.).

Период цветения отдельно взятого соцветия *Syringa vulgaris* в разные годы наблюдений варьировал от 10 до 19 дней. Наибольшая разница по продолжительности цветения растения выявлена у сорта 'Mme Jules Finger' в 2012 г. и составила 8 дней. У остальных изученных сортов, продолжительность цветения соцветия отличается от продолжительности цветения растения (в 2012 г. и в 2013 г. от 1 до 4 дней, в 2014 г. соответственно от 1 до 6 дней).

Установлено, что для сортов с простой формой цветка характерен утренний тип раскрытия цветков. Начало раскрытия цветков отмечается с 6 часов. У 'Ludwig Spath', 'Frau Wilhelm Pfitzer' к 8 часам раскрывается уже 50% цветков. У сортов 'Индия' и 'Marie Legraye' только 32% цветков открывались к 8 часам. В последующие часы наблюдений раскрытие цветков происходило относительно равномерно с интенсивностью от 3 до 17% (рисунок 1).

У большинства сортов с махровой формой цветка от 36 до 58% цветков раскрывается преимущественно к 8 часам, от 16 до 30% к 14 часам и от 12 до 30% к 16 часам (рисунок 2).

В более поздние сроки раскрывалось не более двух процентов цветков. Динамика цветения у сортов 'Mme Abel Chatenay' и 'Paul Deschanel' существенно отличается от остальных. У сорта 'Paul Deschanel' раскрытие цветков происходит на протяжении всего дня. Наибольшее

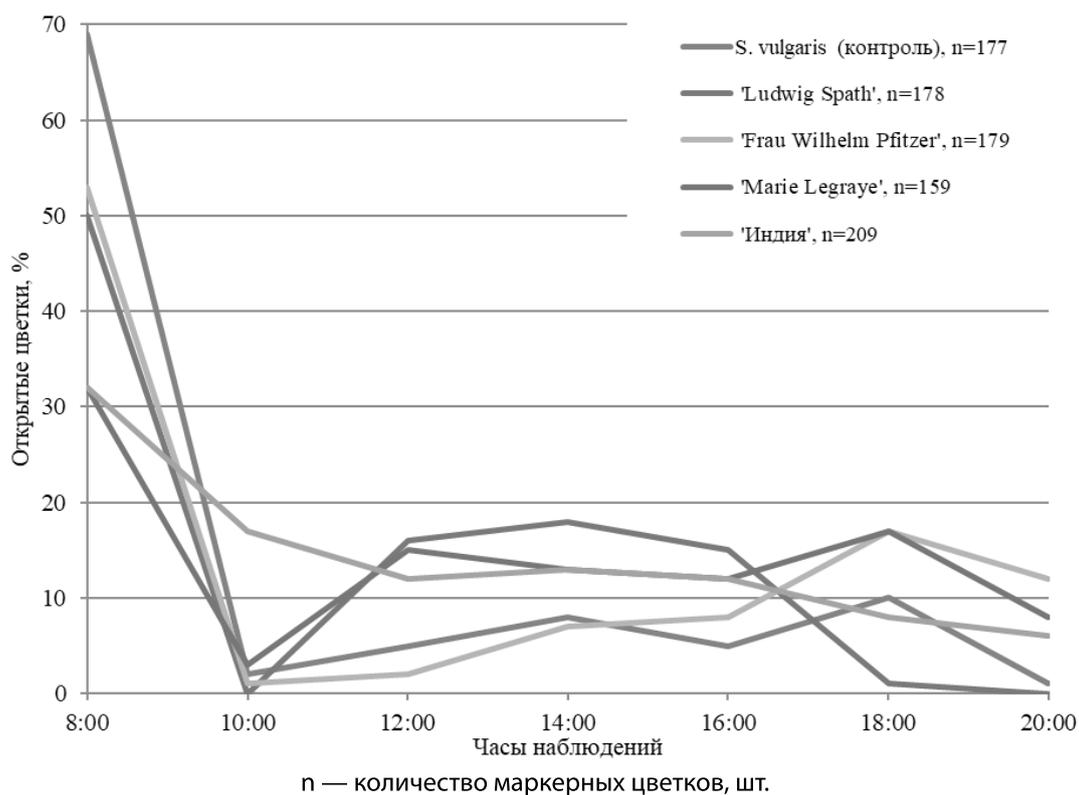


Рис. 1. Динамика раскрывания цветков у сортов с простой формой цветка, 2013 г.

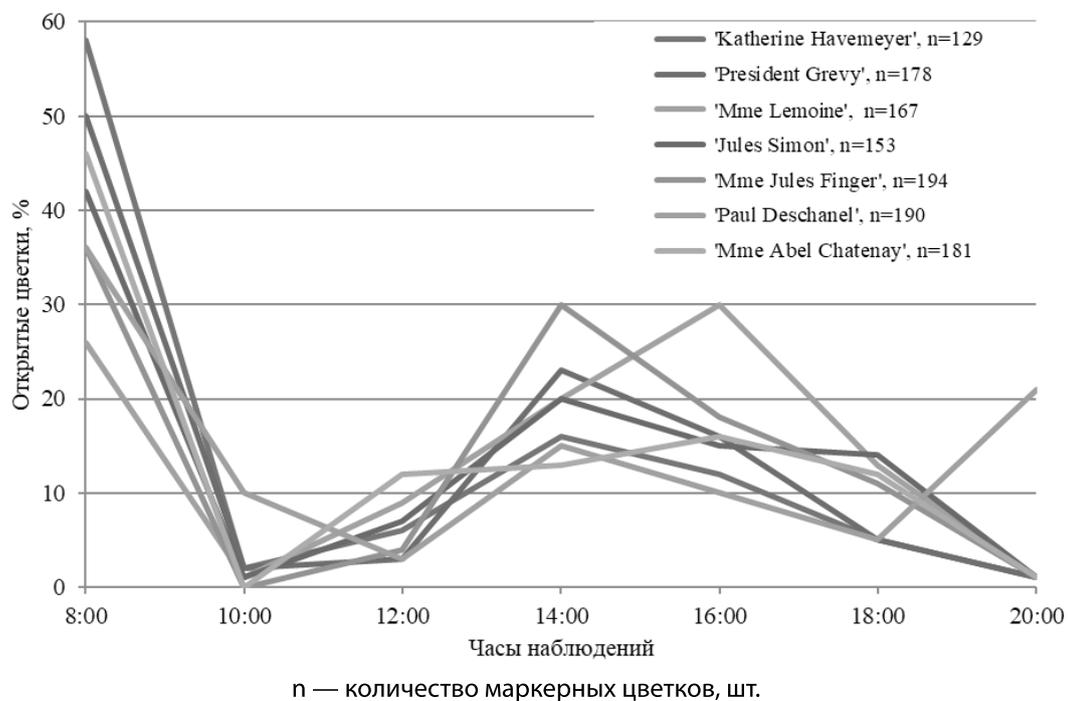


Рис. 2. Динамика раскрывания цветков у сортов с махровой формой цветка, 2013 г.

Таблица 2. Начало цветения *Syringa vulgaris* в зависимости от сумм положительных температур и осадков

Сорт	Сумма температур >0 °С с 01.01				Сумма осадков с 01.01			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Сред-няя	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Сред-няя
<i>Syringa vulgaris</i> (несортовая)	410,7	398,7	366,2	391,9	137,0	188,0	184,5	169,8
<b>Простая форма цветка</b>								
'Ludwig Spath'	410,7	398,7	337,8	382,4	137,0	188,0	184,5	169,8
'Frau Wilhelm Pfitzer'	424,9	410,1	446,4	427,1	137,0	188,0	191,5	172,2
'Marie Legraye'	424,9	460,3	467,5	450,9	137,0	188,0	193,5	172,8
'Индия'	410,7	398,7	351,6	387,0	137,0	188,0	184,5	169,8
<b>Махровая форма цветка</b>								
'Katherine Havemeyer'	345,2	343,8	325,8	338,3	133,6	186,7	184,5	168,3
'President Grevy'	345,2	358,9	325,8	343,3	133,6	187,5	184,5	168,5
'Mme Lemoine'	379,7	382,0	325,8	362,5	133,6	187,5	184,5	168,5
'Jules Simon'	359,1	358,9	337,8	351,9	133,6	187,5	184,5	168,5
'Mme JulesFinger'	410,7	398,7	408,7	406,0	137,0	188,0	187,5	170,8
'Paul Deschanel'	359,1	358,9	351,6	356,5	133,6	187,5	184,5	168,5
'Mme Abe lChatenay'	410,7	398,7	366,2	391,9	137,0	188,0	184,5	169,8

Таблица 3. Влияние экологических факторов на цветение *Syringa vulgaris*

Сорт	Максимальное количество открытых цветков при значениях факторов		Значимый экологический фактор	R
	температура воздуха, °С	влажность воздуха, %		
<i>Syringa vulgaris</i> (несортовая)	15,6–22,1	42–67	влажность	0,72*
<b>Простая форма цветка</b>				
'Ludwig Spath'	10,3–18,3	31–60	влажность	0,82*
'Frau Wilhelm Pfitzer'	9,8–16,5	38–59	температура, влажность	0,81*
'Marie Legraye'	11,1–17,7	33–61	не выявлен	0,79
'Индия'	10,3–18,3	31–60	не выявлен	0,69
<b>Махровая форма цветка</b>				
'Katherine Havemeyer'	9,8–15,3	45–59	температура, влажность	0,87*
'President Grevy'	9,8–16,5	38–59	температура	0,76*
'Mme Lemoine'	10,3–18,3	31–60	температура	0,75*
'Jules Simon'	9,8–17,7	36–59	температура	0,74*
'Mme Jules Finger'	10,3–19,8	29–77	температура	0,76*
'Paul Deschanel'	9,8–17,6	34–59	не выявлен	0,64
'Mme Abel Chatenay'	9,8–17,7	36–59	не выявлен	0,56

количество открытых цветков приходится на 8 часов (36%) и 20 часов (21%). Остальные цветки раскрываются в интервале времени с 10 до 16 часов, при этом каждые два часа раскрывается не более 10–15% цветков. У 'Mme Abel Chatenay' почти половина (46%) цветков раскрывается уже к 8 часам, остальные цветки раскрываются равномерно в интервале времени с 12 до 18 часов.

Для зацветания *Syringa vulgaris* (несортовая, контроль) в среднем достаточно сумма положительных температур 391,9 °С. Начало цветения отмечено при достижении суммы положительных температур 338,3 °С – 'Katherine Havemeyer'. Более высокое значение данного показателя у 'Marie Legraye', составляет 450,9 °С. Сумма осадков, необходимая для зацветания несортовой *Syringa vulgaris*

(контроль), в среднем составляет 169,8 мм. Для зацветания сортовых экземпляров необходимая сумма осадков составляет 168,3–172,8 мм (таблица 2).

Нами установлены значения температуры и влажности воздуха, при которых происходит обильное раскрытие цветков. Для этих целей использованы множественные коэффициенты корреляции. Данные коэффициенты отражают силу влияния значений экологических факторов (сумма осадков, влажность и температура воздуха, уровень инсоляции, скорость ветра) на скорость раскрытия цветков. Данная регрессионная модель учитывает моменты времени раскрытия цветков и значения вышеперечисленных экологических факторов. В проведенных нами расчетах учитывался коэффициент детерминации ( $R^2$ ). Данный коэффициент позволяет подтвердить значимость регрессионной модели при значениях  $R^2$  более 0,50.

$R$  — множественный коэффициент корреляции, который указывает на степень зависимости процесса цветения от указанного экологического фактора.

\*  $R^2 > 0,50$  значение коэффициента детерминации, который подтверждает значимость регрессионной модели.

В исследованиях использована множественная линейная регрессионная модель вида (1).

$$y_i = b_0 + \sum_{j=1}^6 b_j I\left(i - \frac{i}{7} \cdot 7\right) + \sum_{i=7}^{11} b_i K_{i,j} + \varepsilon_i, \quad (1)$$

где  $y_i$  — количество открытых цветков при  $i$ -м наблюдении в зависимости от значений объясняющих переменных и случайной ошибки модели  $\varepsilon_i$ ,

$b_0, b_j, b_i$  — неизвестные параметры модели,  
 $i$  — номер наблюдения,  $i=1..n$ ,  
 $n$  — общее количество наблюдений.

$$I\left(i - \frac{i}{7} \cdot 7\right) = 1,$$

если  $i$ -му наблюдению соответствует  $j$ -й момент времени,

$$I\left(i - \frac{i}{7} \cdot 7\right) = 0$$

в противном случае.

Второе слагаемое в правой части формулы (1) отражает влияние моментов времени, а третье слагаемое — экологические факторы ( $K$ ).

Пик цветения у большинства исследуемых культиваров выявлен утром при температуре 9,8–11,1 °C и при относительной влажности воздуха 59–77%; днем — при температуре 15,3–19,8 °C и относительной влажности воздуха 29–45%.

Значимую (со значением  $R$  не ниже 0,7) регрессионную модель зависимости цветения от значений экологических факторов, оказалось возможным построить для большинства сортов. Модель со значением  $R$  от 0,56 до 0,69 была построена для сортов: 'Mme Abel Chatenay', 'Paul Deschanel' 'Индия'. Регрессионная модель, построенная в отношении сортов 'President Grevy', 'Frau Wilhelm Pfitzer', 'Mme Lemoine', 'Mme Jules Finger' и 'Jules Simon' указывает на зависимость процесса цветения от температуры воздуха. Для сорта 'Ludwig Spath' установлена связь характеристик цветения от влажности воздуха. Для сорта 'Katherine Havemeyer' установлена связь характеристик цветения от температуры и влажности воздуха. Не выявлена зависимость раскрытия цветков от условий микроклимата для сортов 'Paul Deschanel', 'Индия' и 'Mme Abel Chatenay'. Данный факт свидетельствует о высокой степени генетического влияния. У сорта 'Marie Legraye' установлена значимая регрессионная модель, однако не выявлена зависимость характеристик цветения от изученных экологических факторов.

Таким образом, выявлены особенности в суточном ходе цветения *Syringa vulgaris*. Большинство сортов характеризуются утренним типом раскрытия цветков, которое происходит преимущественно до 8 часов. Многофакторный регрессионный анализ по пяти экологическим факторам для сортов 'Mme Jules Finger', 'President Grevy', 'Frau Wilhelm Pfitzer', 'Jules Simon', 'Mme Lemoine', указывает на зависимость процесса их цветения от температуры воздуха. Для сорта 'Ludwig Spath' установлена связь цветения с влажностью воздуха, для сорта 'Katherine Havemeyer' — с температурой и влажностью воздуха. Не выявлена зависимость раскрытия цветков от излучавшихся экологических факторов у сортов 'Marie Legraye', 'Индия', 'Paul Deschanel', и 'Mme Abel Chatenay'.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бибикина В.Ф., Смольский Н. В. Некоторые данные по биологии цветения сиреней // Сборник научных работ. Центральный ботанический сад. Вып. 1.— Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1960. — С. 42–51.
2. Киселева В. Г. Цветение сирени в ботаническом саду Академии наук Украинской ССР // Бюллетень главного ботанического сада. Вып. 35. — М: Изд-во АН СССР, 1959. — С. 23–27.

3. Окунева И.Б., Михайлов Н.Л., Демидов А.С. Сирень: коллекция ГБС РАН: история и современное состояние. — М.: Наука, 2008. — 174 с.
4. Denisov B., Strzałkowska-Abamek M. Characteristics of blooming and pollen in flowers of two *Syringa* species (f. Oleaceae) // *Acta agrobotanica*. 2013. Vol. 4. № 66. P. 65–72.
5. Naghiloo S., Dadpour M., Gohari G., Endress P. Comparative study of inflorescence development in Oleaceae // *American Journal of Botany*. 2013. Vol. 4. № 100. P. 647–663.
6. Пономарев А. Н. Изучение цветения и опыления растений // *Полевая геоботаника*. — М.; Л., 1960. Т. 2. — С. 9–19.
7. Крамер Г. Математические методы статистики. — М: Изд-во «Мир», 1975. — 638 с.
8. Полякова Н.В., Путенихин В. П., Вафин Р. В. Сирени в Башкирском Предуралье: интродукция и биологические особенности. — Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. — 164 с.

© Жакова Светлана Николаевна (zhakova@pgsha.ru),

Новоселова Лариса Викторовна (novoselova@psu.ru), Лихачев Сергей Васильевич (slichachev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Пермь

# ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И БИОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА ПРИ СМЕНЕ БЕРЕЗНЯКОВ КУЛЬТУРАМИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

## DYNAMICS OF ENVIRONMENTAL AND BIOMORPHOLOGICAL COMPOSITION OF A GRASS-SHRUBS LAYER WHEN CHANGE OF BIRCHES BY CULTURE OF SCOTS PINE

**O. Kulyasova  
O. Rybachuk**

*Summary.* The dynamics of the ecological and biomorphological composition of the grass-shrub layer during the replacement of natural birch forests by ordinary pine crops was studied. It was shown that neutrophilic species dominate in birch forests and on their clear cuts, accounting for 84–86%. With an increase in the age of pine, against the background of an increase in the exchange acidity of the soil, the proportion of acidophilic plants increases (up to 47% in 60-year-old pine trees). Mesotrophic species dominate the grass-shrub layer of all communities, but due to the accumulation of coniferous litter in pine crops 30 years and older, the representation of oligotrophic species increases, reaching 27% in 60-year-old plants. Photophilous species of the longline make up more than 60% in birch forests with a crown density of 65%, increase the number to 74% in clearings, and, as the crowns close, pine crops reduce their participation in the longline to 36%.

In birch forests, 53% of the species of grass cover are vegetatively mobile, among them biomorph of long-rhizome plants predominates. In pine crops, the leading position is retained by a group of vegetatively mobile plants, where with the age of the pine, the representation of biomorphs of root-laying species of grasses and shrubs increases.

*Keywords:* Ecological groups of plants; biomorphs; birch forests; Scots pine culture; northern forest-steppe.

**Кулясова Оксана Алексеевна**

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

**Рыбачук Оксана Владимировна**

*Ст. преподаватель, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)  
rybachuk74@mail.ru*

*Аннотация.* Изучена динамика экологического и биоморфологического состава травяно-кустарничкового яруса при смене естественных березняков культурами сосны обыкновенной. Показано, что в березняках и на их сплошных вырубках нейтрофильные виды доминируют, составляя 84–86%. С увеличением возраста сосны на фоне повышения обменной кислотности почвы доля ацидофильных растений возрастает (до 47% в 60-летних сосняках). Мезотрофные виды доминируют в травяно-кустарничковом ярусе всех сообществ, но благодаря накоплению хвойной подстилки в культурах сосны 30-лет и старше увеличивается представленность олиготрофных видов, достигая 27% в 60-летних насаждениях. Светолюбивые виды яруса составляют более 60% в березняках с сомкнутостью крон 65%, увеличивают численность до 74% на вырубках, и по мере смыкания крон сосновых культур снижают участие в ярусе до 36%.

В березняках 53% видов травяного покрова относятся к вегетативно-подвижным, среди них преобладает биоморфа длиннокорневищных растений. В сосновых культурах лидирующие позиции сохраняет группа вегетативно-подвижных растений, где с возрастом сосны увеличивается представленность биоморфы корнеподстилочных видов трав и кустарничков.

*Ключевые слова:* экологические группы растений; биоморфы; березняки; культуры сосны обыкновенной; северная лесостепь.

**Т**равяно-кустарничковый ярус, являясь важной частью живого напочвенного покрова лесных сообществ, служит индикатором типа леса, условий его местопроизрастания, особо чувствительно реагирует на малейшие изменения условий среды [12].

Важным направлением в исследовании разнообразия растительного покрова, его динамики под влиянием природных процессов и хозяйственной деятельности человека, является выделение экологических групп растений по отношению к различным факторам среды. Изучение биоморфологических особенностей растений

также способствует пониманию их устойчивости к неблагоприятным внешним воздействиям и конкурентоспособности в сообществе.

Имеются многочисленные работы по изучению экологического разнообразия и жизненных форм (биоморф) растений травяно-кустарничкового яруса лесных фитоценозов [1,4,5,7,8,9]. Однако, совершенно недостаточно исследований, посвященных изменению экологического и биоморфологического состава травяно-кустарничкового яруса при смене естественных мелколиственных лесов искусственными хвойными древостоями.

## Цель исследований

Изучить особенности временной динамики экологического и биоморфологического состава травяно-кустарничкового яруса разнотравных березняков северной лесостепи Западной Сибири при формировании на их вырубках культур сосны обыкновенной.

## Задачи:

- ◆ исследовать динамику экологических групп растений травяно-кустарничкового яруса при смене естественных березняков искусственными посадками сосны обыкновенной;
- ◆ проанализировать взаимосвязь экологического состава травяно-кустарничкового яруса изучаемых сообществ с условиями среды экотопов;
- ◆ оценить изменение состава биоморф трав и кустарничков в процессе формирования сосновых насаждений.

## Объекты и методы исследований

Исследования проводились на территории Абатского административного района Тюменской области, расположенного в подзоне северной лесостепи. Для изучения травяно-кустарничкового яруса были выбраны произрастающие в плакорных условиях коренные березняки злаково-разнотравные 50–55 летнего возраста, их 3-летние вырубки и культуры сосны обыкновенной, созданные посадкой по плужным (ПКЛ-70) бороздам на аналогичных вырубках 15, 30, 45 и 60 лет назад. Почвы исследованных участков темно-серые лесные.

Полнопрофильные почвенные разрезы на пробных площадях были заложены по общепринятым методикам на аналогичных элементах рельефа и на идентичной почвообразующей породе.

Для учета растений травяно-кустарничкового яруса на каждой пробной площади по параллельным трансектам были заложены не менее чем по 20 учетных площадок площадью 1 м<sup>2</sup> по методике А. П. Шенникова [12].

Анализ жизненных форм растений по характеру их вегетативного размножения проведен на основе классификации Г. Н. Высоцкого [2], дополненной И. Г. Серебряковым [10] и В. Н. Голубевым [3]. Экологические группы растений травяно-кустарничкового яруса, объединяющие виды со сходными характеристиками толерантности в отношении того или иного фактора, выделялись на основе системы экоморф Д. Н. Цыганова [11] по требовательности к солевому богатству, кислотности почв и освещенности экотопа.

## Результаты и обсуждение

Согласно проведенным исследованиям, травяно-кустарничковый ярус злаково-разнотравных березняков включал 89 видов травянистых растений, на трехлетних сплошных вырубках березняков отмечено 94 вида трав. В культурах сосны обыкновенной, созданных на подобных вырубках, видовое разнообразие с возрастом непрерывно снижалось. В 15–30–45–60-летнем возрасте травяно-кустарничковый покров включал 91, 78, 51 и 45 видов соответственно. Подробный анализ состава и структуры напочвенного покрова изученных сообществ представлен в наших предыдущих публикациях [6, 13, 14].

Анализ экологического состава травяно-кустарничкового яруса обследованных фитоценозов показал, что соотношение экологических групп растений в составе яруса существенно изменялось в процессе смены естественных березняков сплошными вырубками, а затем — искусственно созданными насаждениями сосны обыкновенной.

По отношению к кислотности почвы были выделены две экологические группы растений: ацидофильные (способные произрастать на кислых почвах) и нейтрофильные (произрастающие на нейтральных почвах). В травостое березняков злаково-разнотравных доминируют нейтрофильные растения (84% от общего числа видов). Аналогичная картина наблюдается на вырубках и в культурах сосны 15-летнего возраста, где нейтрофильные виды составляют 86 и 82% соответственно. Лишь в культурах 30 лет и старше отмечаются заметные изменения в соотношении видов этих экологических групп: доля нейтрофилов снижается, а ацидофилов — возрастает, достигая 47% в культурах 60-летнего возраста.

Отмеченная динамика согласуется с данными об изменении обменной кислотности почв. В березняках злаково-разнотравных рН темно-серой лесной почвы составляла 5,9 ед., что соответствовало слабокислой реакции (рис. 1).

На трехлетних вырубках и в культурах сосны до 15-летнего возраста существенного изменения обменной кислотности почв не наблюдалось. Однако под культурами старшего возраста обнаружен процесс подкисления.

Наиболее существенное повышение обменной кислотности отмечалось в 60-летних культурах: здесь рН достигла 5,2 ед., что указывает на достаточно серьезное подкисление почвы. Именно здесь доля ацидофильных видов в составе травяно-кустарничкового яруса максималь-

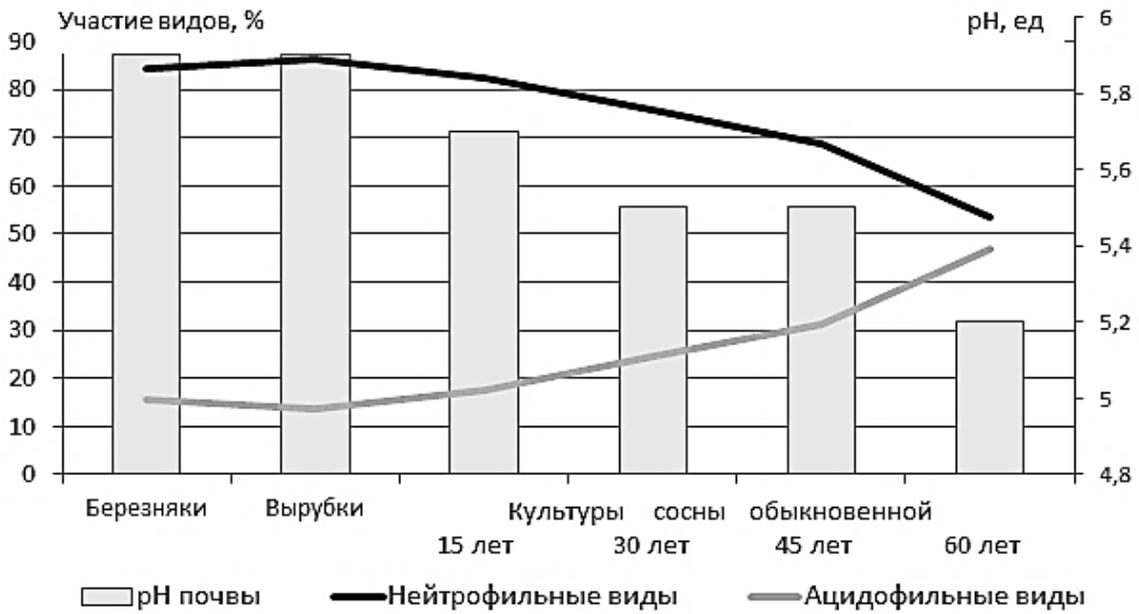


Рис. 1. Доля участия (%) нейтрофильных и ацидофильных видов в травяно-кустарничковом ярусе сообществ при различной обменной кислотности темно-серых лесных почв

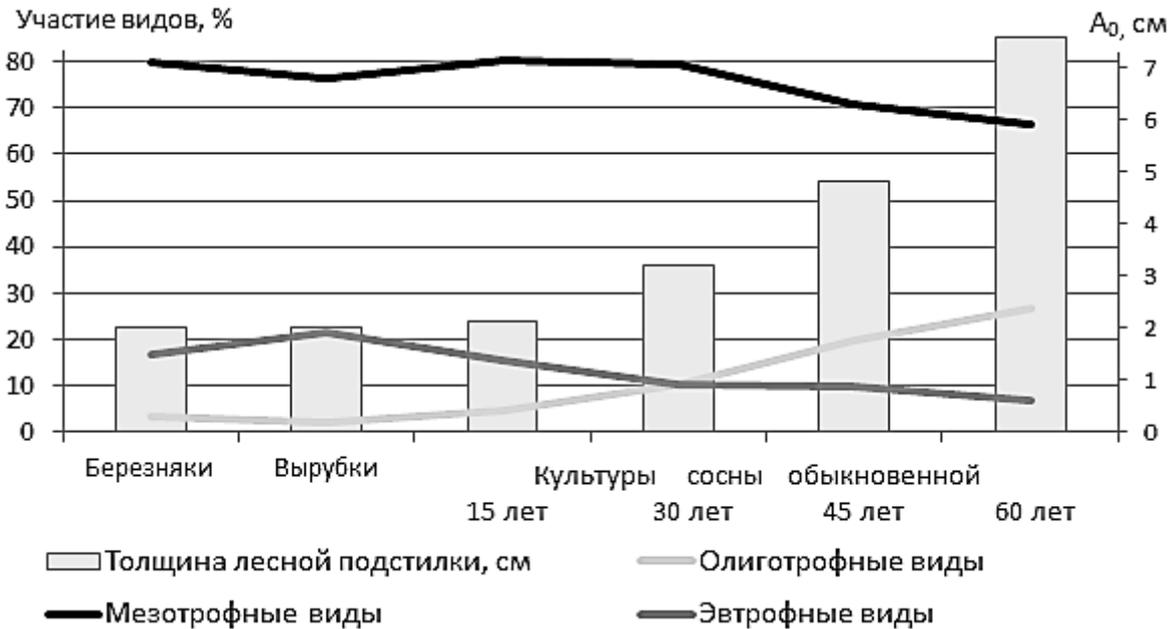


Рис. 2. Доля участия (%) олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных видов в травяно-кустарничковом ярусе сообществ при различной толщине лесной подстилки A<sub>0</sub>

ная. Это, в первую очередь, типичные для хвойных лесов виды семейства Ericaceae (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton, *Moneses uniflora* (L.) A. Gray, *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L.), а также такие виды с широкой экологической амплитудой в отношении кислотности почв, как *Fragaria vesca* L. и *Rubus saxatilis* L.

По степени требовательности растений к солевому богатству почвы все виды травяно-кустарничкового яруса обследованных фитоценозов были отнесены к одной из трех экологических групп: олиготрофы (мало требовательные), мезотрофы (средне требовательные) и эвтрофы (высоко требовательные). В березняках зла-

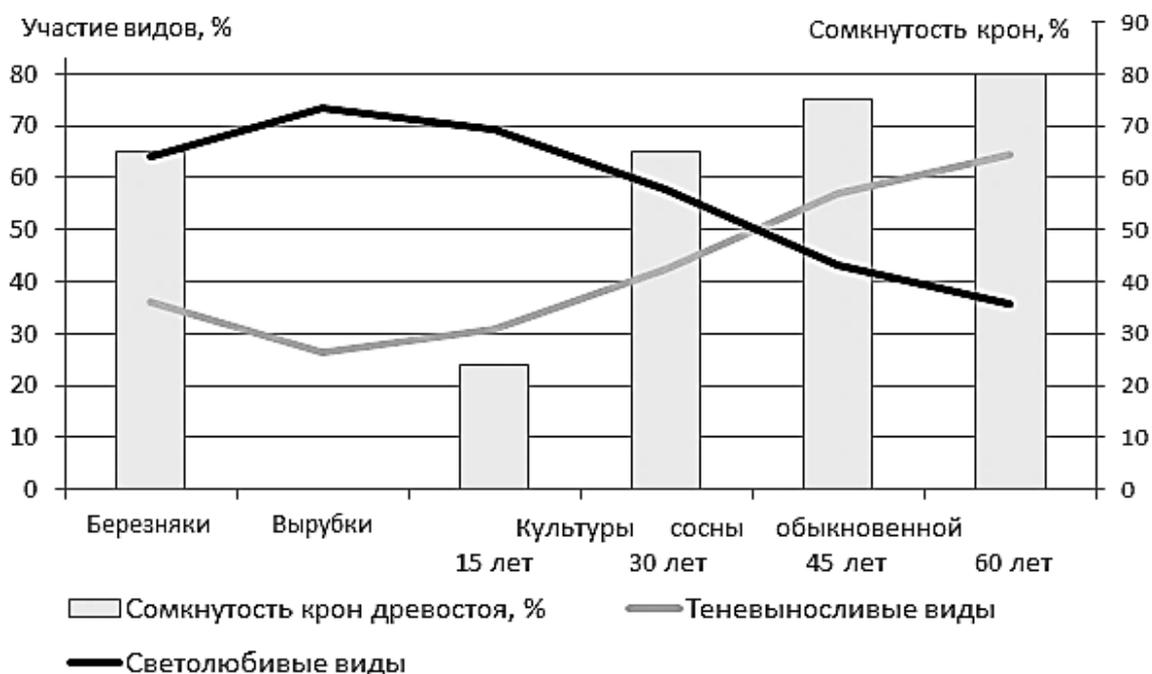


Рис. 3. Доля участия (%) светолюбивых и теневыносливых видов в травяно-кустарничковом ярусе фитоценозов с различной сомкнутостью крон древостоя

ково-разнотравных господствующие позиции занимают мезотрофы (около 80% от общего числа видов). На втором месте эвтрофы, составляющие 17% (рис. 2).

Аналогичное распределение видов травяно-кустарничкового яруса по группам трофности почвы сохраняется на вырубках березняков и в культурах сосны 15-летнего возраста. Довольно существенные изменения в соотношении трофоморф отмечаются только в 30-летних культурах сосны и в насаждениях более старшего возраста: при сохранении лидерства мезотрофов, их участие, а также вклад эвтрофов снижаются, а доля олиготрофных видов в травяно-кустарничковом ярусе возрастает (от 10,3% в 30-летних культурах до 26,7% в 60-летних).

Повышение участия олиготрофных видов в травяно-кустарничковом ярусе средневозрастных сосняков связано, в первую очередь, не с обеднением почвы элементами минерального питания, а с увеличением толщины хвойной подстилки сосновых культур. В условиях сухого континентального климата лесостепи подстилка в хвойных древостоях плохо разлагается и к 60-летнему возрасту сосновых насаждений толщина  $A_0$  составляет более 7 см (рис. 2). На бедной элементами питания лесной подстилке успешно поселяются олиготрофные корнеподстилочные виды: это уже отмеченные виды семейства Ericaceae, *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Majanthemum bifolium* Schmidt и др. Для мезотрофных, и тем более эвтрофных видов подобные условия гораздо менее бла-

гоприятны, поэтому их участие в травяно-кустарничковом ярусе снижается.

По отношению к световому режиму в травяно-кустарничковом ярусе исследуемых фитоценозов нами выделены две экологические группы растений: гелиофиты (светолюбивые) и семигелиофиты (теневыносливые). Установлено, что в березняках злаково-разнотравных со средней сомкнутостью крон 65% преобладают гелиофитные виды, участие которых в травостое составляет свыше 60% (рис. 3).

После удаления древостоя в результате сплошных рубок березняков доля светолюбивых видов увеличивается, и на трехлетних вырубках составляет 74%. Часть теневыносливых лесных видов (*Paris quadrifolia* L., *Polygonatum officinale* All., *Viola canina* L., *V. mirabilis* L. и др.) элиминируют из травостоя, не выдерживая конкуренции со светолюбивыми видами, разрастающимися на вырубках.

В созданных на вырубках березняков культурах сосны 15-летнего возраста, сомкнутость крон которых менее 25%, участие гелиофитов в травяно-кустарничковом ярусе сохраняется на достаточно высоком уровне (около 70%). Заметное снижение вклада светолюбивых растений в сложение напочвенного покрова наблюдается после смыкания крон сосновых культур. Так, в 30-летних насаждениях со средней сомкнутостью крон 65%, гелиофиты составляют только 58% от всех видов травяно-ку-

Таблица 1. Доля участия видов различных биоморф в травяно-кустарничковом ярусе обследованных фитоценозов (%)

Биоморфы	Берез-няки	Выруб-ки	Культуры сосны, лет			
			15	30	45	60
<b>Вегетативно-неподвижные растения</b>						
Стержнекорневые	13,5	18,1	18,8	14,1	11,8	11,1
Луковичные	1,1	-	1,0	1,3	-	-
Клубнекорневые	-	-	-	1,3	2,0	2,2
Кистекокорневые	1,1	2,1	1,0	-	-	-
ИТОГО	15,7	20,2	20,8	16,7	13,8	13,3
<b>Вегетативно-малоподвижные растения</b>						
Плотнокустовые	1,1	1,0	1,0	1,3	2,0	2,2
Короткокорневищные	30,4	26,6	27,5	29,5	31,4	31,1
ИТОГО	31,5	27,6	28,5	30,8	33,4	33,3
<b>Вегетативно-подвижные растения</b>						
Длиннокорневищные	34,8	34,1	35,2	32,1	33,2	26,7
Корнеподстилочные	-	-	-	5,1	9,8	15,6
Корневищно-рыхлокустовые	5,7	5,3	5,5	5,1	-	-
Столоннообразующие	2,2	2,1	2,3	2,6	3,9	4,4
Надземно-ползучие	3,4	3,2	3,3	3,8	5,9	6,7
Корнеотпрысковые	6,7	7,5	4,4	3,8	-	-
ИТОГО	52,8	52,2	50,7	52,5	52,8	53,4

старничкового яруса. По мере роста сосновых культур с увеличением сомкнутости их крон возрастает роль теневыносливых растений в травяно-кустарничковом ярусе: в культурах 45-летнего возраста с сомкнутостью крон 75% семигелиофиты составляют 57%, а в 60-летних культурах, где смыкание крон 80%, доля теневыносливых видов достигает 65%.

Анализ жизненных форм (биоморф) растений травяно-кустарничкового покрова по характеру их вегетативного размножения показал, что в березняках разнотравных около 53% от всех представленных видов травяного покрова относятся к вегетативно-подвижным, при этом среди них существенно преобладают длиннокорневищные растения (табл. 1).

Второе место по численности (31,5%) занимают вегетативно-малоподвижные растения, среди которых доминируют короткокорневищные виды. Наименее малочисленны (15,7%) вегетативно-неподвижные виды, среди которых абсолютно преобладают стержнекорневые растения. Указанные соотношения характерны и для трехлетних вырубков березняков, за тем исключением, что доля вегетативно-неподвижных растений здесь увеличивается до 20% за счет сорных стержнекорневых видов (*Crepis tectorum* L., *Erigeron acris* L., *E. canadensis* L. и др.), распространяющихся на освобожденных от леса территориях семенным способом.

В созданных на вырубках березняков культурах сосны вегетативно-подвижные растения стабильно сохраняют свои лидирующие позиции. Причем, наряду с длиннокорневищными, важное место здесь начинают занимать корнеподстилочные виды, доля которых увеличивается с возрастом сосновых насаждений (до 15,6% в культурах 60-лет).

Достаточно высокое участие видов, способных к вегетативному размножению и освоению свободных территорий, свидетельствует о том, что растительность травяно-кустарничкового яруса изученных сообществ обладает хорошей конкурентоспособностью и устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям, в том числе антропогенным.

#### Выводы

1. В травяно-кустарничковом ярусе разнотравных березняков и их вырубков нейтрофильные виды доминируют, составляя 84–86%. С увеличением возраста сосновых культур на фоне повышения обменной кислотности почвы участие нейтрофилов снижается, а доля ацидофильных растений возрастает (до 47% в 60-летних сосняках).
2. Мезотрофные виды доминируют в травяно-кустарничковом ярусе всех сообществ, но благодаря накоплению хвойной подстилки в культурах

сосны 30-лет и старше увеличивается представленность олиготрофных видов, достигая 27% в 60-летних насаждениях.

3. Светолюбивые виды трав и кустарничков составляют более 60% в березняках с сомкнутостью крон 65%, увеличивают численность до 74% на вырубках и снижают участие в ярусе до 36% по мере смыкания крон сосновых культур. Для теневыносливых видов характерна противоположная динамика.
4. В березняках 52,8% видов травяного покрова относятся к вегетативно-подвижным, из них 34,8% — длиннокорневищные растения. В куль-

турах сосны лидирующие позиции сохраняют вегетативно-подвижные растения (50–53%) Среди них наряду с длиннокорневищными важное место начинают занимать корнеподстилочные виды, представленность которых увеличивается с возрастом сосновых насаждений.

5. Высокое участие видов, способных к вегетативному размножению и освоению свободных территорий, свидетельствует, что травяно-кустарничковый ярус изученных сообществ обладает высокой конкурентоспособностью и устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям, в том числе антропогенным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антипкина И. И. Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области: автореф. дис. . . канд. биол. наук. — Тюмень, 2006. — 26 с.
2. Высоцкий Г. Н. Ергеня. Культурно-фитологический очерк // Труды по прикладной ботанике. — 1915. — Т. 8. № 10–11.
3. Голубев В. Н. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. — М.: Наука, 1965. — 287 с.
4. Коротков И. В., Матвеев Н. М. Перспективы использования приемов флористики для оценки естественных березняков в Степном Заволжье // Вестник СамГУ. — 2006. — № 7. — С. 87–94.
5. Кузнецова С. Б., Скрипунова В. С., Русских К. В. Разнообразие сосудистой флоры природного парка «Самаровский Чугас»: биоморфологический, экологический, географический аспекты // Астраханский вестник экологического образования. — 2019. — № 2. — С. 192–197.
6. Кулясова О. А., Шишкин А. И., Разманова В. Е. Динамика фитомассы трав и кустарничков в напочвенном покрове сосновых культур, созданных на вырубках березняков // Современная наука: актуальные проблемы науки и практики. Естественные и технические науки. — 2019. — № 8. — С. 20–25.
7. Малиновских А. А., Куприянов А. Н. Анализ экологических групп растений ленточных и приобских боров // Проблемы лесоводства и лесовосстановления на Алтае. Тезисы Межд. конференции. — Барнаул, 2001. — С. 28–30
8. Петрачук А. А., Турсумбекова Г. Ш. Видовое разнообразие травяно-кустарничкового яруса заказника «Успенский» Тюменской области // Вестник Алтайского ГАУ. — 2017. — № 12. — С. 65–69.
9. Полянская Т. А., Дорогова Ю. А. Экологическое разнообразие разных жизненных форм растений бореальной эколого-ценотической группы // Известия Самарского науч. центра Российской АН. — 2010. — № 1–3. — Т. 12. — С. 804–807.
10. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. — М.: Изд-во Высшая школа, 1962. — 378 с.
11. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. — М.: Наука, 1983. — 197 с.
12. Шенников А. П. Введение в геоботанику. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. — 447 с.
13. Шишкин А. М., Кулясова О. А., Иванова Р. И. Флористический состав березняков разнотравных северной лесостепи Западной Сибири // Лесохозяйственная информация. — 2019. — № 2. — С. 55–68.
14. Шишкин А. М., Кулясова О. А. Эколого-ценотическая роль видов травяно-кустарничкового яруса в искусственных насаждениях сосны обыкновенной // Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование. — № 1. — 2017. — С. 85–97.

© Кулясова Оксана Алексеевна (oksana-2505kul@mail.ru), Рыбачук Оксана Владимировна (rybachuk74@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ (GADUS MORHUA) МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

## ATLANTIC COD (GADUS MORHUA) DIFFERENTIATION USING REAL-TIME PCR

**T. Fomina  
N. Oyun  
K. Kurbakov  
M. Minaev**

*Summary.* Atlantic cod (*Gadus morhua*) is one of the most important fishing species. Food producers often falsely indicate the presence of Atlantic cod in processed fish products, while in fact replacing it with the cheaper fish species. One of the effective ways to address this problem may be genetic identification of Atlantic cod in fish products. The authors suggest a technique for Atlantic cod identification on the basis of the mitochondrial COI gene using real-time PCR. The system accurately identifies the Atlantic cod DNA fragment both in fresh fish samples and in samples subjected to heat treatment, and therefore may be used in control studies in specialized laboratories to confirm the food product composition.

*Keywords:* Atlantic cod, differentiation, COI gene, fish products.

**Фомина Татьяна Алексеевна**

К.т.н., с.н.с., Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН (Москва)  
fomina1032@yandex.ru

**Оюн Надежда Юрьевна**

К.б.н., с.н.с., Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН  
nad\_oyun@mail.ru

**Курбаков Константин Андреевич**

Старший инженер, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН  
homo\_ludens@vniimp.ru

**Минаев Михаил Юрьевич**

К.т.н., доцент, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН  
mminaev@inbox.ru

*Аннотация.* Атлантическая треска (*Gadus morhua*) является одним из наиболее важных промысловых видов. Производители зачастую указывают недостоверную информацию о наличии атлантической трески в переработанных рыбных продуктах, а также осуществляют подмену филе более дешевыми сортами рыбы. Одним из эффективных путей решения данной проблемы может стать генетическая идентификация атлантической трески в рыбных продуктах. Авторы предлагают метод идентификации атлантической трески на основе митохондриального гена *COI* с применением ПЦР в реальном времени. Система безошибочно идентифицирует фрагмент ДНК атлантической трески как в образцах свежей рыбы, так и в пробах, подвергшихся термической обработке, в связи с чем может применяться в контрольных исследованиях в профильных лабораториях с целью подтверждения соответствия состава продукта.

*Ключевые слова:* атлантическая треска, идентификация, ген COI, рыбная продукция.

**А**тлантическая треска (*Gadus morhua* Linnaeus, 1758) — хищная морская бентопелагическая рыба из семейства тресковых (Gadidae), является одной из наиболее важных промысловых рыб Северной Атлантики [1, 2]. По количеству полезных микроэлементов треска не уступает красной рыбе, при этом относится к разряду диетических. По данным Федерального агентства по рыболовству, в 2018 году квота на вылов трески в России составила 511,9 тыс. тонн, на минтай — 1775,9 тыс. тонн [3]. Необходимо отметить, что производителями зачастую происходит подмена атлантической трески более дешевой тихоокеанской треской (*G. macrocephalus*), либо минтаем (*Theragra chalcogramma*), поскольку они не имеют явных морфологических отличий. В связи с этим необходимой и своевременной является разработка молекулярно-генети-

ческих методов видовой идентификации атлантической трески для исключения из торговли недоброкачественной и фальсифицированной продукции. Поскольку дивергенция по митохондриальному гену *COI* (цитохром оксидазы I) атлантической трески с другими видами близкородственных рыб составляет не менее 3%, является возможным создание ДНК-диагностикума для *G. morhua*. Целью исследования является разработка методики видовой идентификации атлантической трески (*G. morhua*) методом ПЦР в реальном времени на основе полиморфизма гена *COI* мтДНК.

### Материалы и методы

Работа выполнена в 2019 г. на базе и при финансовой поддержке Федерального государственного бюджет-

ного учреждения «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры».

Для выявления уникальных участков в гене *COI* мтДНК *G. morhua* из базы GenBank NCBI заимствовано 169 последовательностей гена *COI* атлантической трески. Выравнивание последовательностей проводили в MAFFT v.7.205 [4]. Дизайн праймеров осуществляли в программе Primer-BLAST [5] и OligoAnalyzer 3.1 [6]. Праймеры и зонд выбраны с учетом требований, предъявляемых к праймерам и зондам [7, 8].

В результате наиболее оптимальным для дизайна праймеров и зонда был выбран участок гена *COI* митохондриальной ДНК *G. morhua* в позициях 872–1132 референсной последовательности GenBank NCBI: LS999407.1. Длина амплифицируемого нами фрагмента составляет 261 п.н., включая праймеры: Gmor\_F (acatgtttacagtcggaatggac), Gmor\_R (ggaaatgggctactacgtaatac) и Gmor\_Probe (FAM-gggctcaattaaatgagagacaccscta-BHQ1).

При изучении теоретической специфичности подобранных праймеров и зонда, была установлена их гомология в отношении к соответствующим участкам гена *COI* морфологически схожих видов (*Gadus macrocephalus*, *Pollachius virens*, *Theragra chalcogramma*, *Melanogrammus aeglefinus*, *Merlangius merlangus*). В ходе практических исследований было установлено, что предложенный метод идентифицирует исключительно целевую ДНК атлантической трески (*G. morhua*) и не выявляет ДНК близкородственного *Gadus macrocephalus*, а также морфологически схожих видов.

В рамках эксперимента в качестве положительного контроля использовали 12 проб из стандартных образцов атлантической трески (*G. morhua*). Все стандарты (положительные и отрицательные контроли) и опытные образцы были предоставлены испытательной референс-лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры» Россельхознадзора, ФГБУ «НЦБРП». Стандарты представляли собой навески фарша, полученного из сырой мороженой рыбы. В качестве отрицательного контроля использовали стандарты 20 видов рыб, наиболее встречающихся в торговой сети: 2 образца трески тихоокеанской (*G. macrocephalus*), 5 — пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), 2 — минтая (*Theragra chalcogramma*), 5 — сайды (*Pollachius virens*), 3 — путассу (*Micromesistius poutassou*), 1 — судака (*Sander lucioperca*), 1 — сома (*Silurus glanis*), 1 — сазана (*Cyprinus carpio*), 2 — скумбрии (*Scomber scombrus*), 3 — окуня (*Perca fluviatilis*), 1 — карася (*Carassius carassius*), 1 — карпа (*Cyprinus*

*carpio*), 1 — зубатки пёстрой (*Anarhichas denticulatus*), 1 — зубатки синей (*Anarhichas denticulatus*), 8 — лосось атлантического (*Salmo salar*), 2 — радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), 3 — нерки (*Oncorhynchus nerka*), 1 — кижуча (*Oncorhynchus kisutch*), 1 — горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*), 1 — кеты (*Oncorhynchus keta*). Общее количество проб отрицательных контролей составило 45.

Для определения аналитической чувствительности использовали опытные образцы *G. morhua* в виде фарша (сурими) с содержанием атлантической трески 0,1%, 0,01% и 0,001%. Так же использовались образцы с содержанием *G. morhua* 5%, 1% и 0,1%, подвергшиеся автоклавированию при температуре согласно технологическим режимам консервирования — в течение 30 мин при 120°C (Табл. 1).

С использованием разработанных праймеров был проведён анализ 246 образцов пищевой продукции, в составе которой производителем заявлено наличие атлантической трески, на предмет соответствия. Для исследования взяты 196 образцов филе трески, 29 — полуфабрикатов (котлеты, наггетсы, пельмени), 10 — консервированной икры трески и 11 — консервированной печени трески (Табл. 2).

Выделение ДНК осуществляли из 50 мг образца. Экстракция проводилась с использованием набора MagNa Pure LC DNA Isolation Kit II (Tissue) на станции MagNA Pure LC2.0 в соответствии с инструкцией производителя (Roche, Germany).

Амплификацию исследуемого фрагмента проводили методом Real-Time PCR на амплификаторе qTower 2.2 (Analytik Jena, Germany) с использованием набора «M-428 2,5x Реакционная смесь для проведения ПЦР-РВ» (Синтол, Россия). Объём реакции 30 мкл, включает 10 мкл 2,5x реакционной смеси (2,5x ПЦР-буфер Б, SynTaq ДНК-полимераза, дезоксинуклеозидтрифосфаты, глицерол, Tween 20), 16 мкл H<sub>2</sub>O, 2 мкл ДНК, 2 мкл смеси праймеров. Конечная концентрация фланкирующих праймеров 0,2 мкмоль, зонда — 0,1 мкмоль. Условия реакции: первичная денатурация: 95°C — 90 с; 45 циклов: 95°C — 10 с, 61°C — 20 с, 72°C — 20 с. Реакция для каждого образца проводилась с трёхкратной повторностью.

## Результаты и обсуждение

При экспериментальном подтверждении специфичности разработанных праймеров все стандартные образцы *G. morhua* (положительный контроль) показали положительный результат. При этом близкородственный *G. macrocephalus* и наиболее встречающиеся в торговой сети виды рыб — отрицательный.

Таблица 1. Установление предела обнаружения (LOD) ПЦР с разработанными праймерами

Содержание целевой матрицы ( <i>Gadus morhua</i> ),%	Cq средняя по FAM qTower2.2
<b>Сырой фарш</b>	
0.1	31,89±0.2
0.01	34,34±0.3
0.001	37,86±0.5
<b>Автоклавированный фарш</b>	
5	38,15±0.5
1	-
0.1	-

Таблица 2. Результаты идентификации атлантической трески (*G. morhua*) в исследуемых образцах

Код (шифр)	Содержание <i>G. morhua</i> (%)	Вид обработки пробы	Общее кол-во проб	Кол-во положительных проб	% соответствия
Контроль «+»	100	Фарш сырой	12	12	100
Контроль «-»	0	Фарш сырой	45	-	-
Филе трески	неизвестно	Сырая	196	69	35,2
Полуфабрикаты	неизвестно	Котлеты рыбные, наггетсы,пельмени	29	23	79,3
Икра трески	неизвестно	Консервы	10	7	70
Печень трески	неизвестно	Консервы	11	11	100

При определении предела обнаружения LOD (limit of detection) метода было установлено, что система позволяет выявлять целевую ДНК трески, выделенную из 50 мг сырой рыбы с содержанием трески до 0,001%. Однако при исследовании термически обработанных образцов LOD составил не менее 5%. Испытания проводились с трехкратной повторностью. Значения пороговых циклов (Cq) данных реакций представлены в таблице 1.

В результате исследования 246 образцов продуктов питания, в составе которых заявлено наличие атлантической трески, ДНК *G. morhua* обнаружена лишь в 110 из них, что составляет 44,7% (табл. 2). Соответствие заявленному составу подтвердилось в 79,3% проб полуфабрикатов и в 70% проб икры. Отметим, что чаще всего фальсификация видового состава обнаруживалась при

анализе филе трески (64,8%). Принадлежность к виду *G. morhua* была установлена для всех образцов консервированной печени. Из результатов видно, процент фальсификаций достаточно велик, что делает необходимым и целесообразным применение ДНК-диагностики для определения видовой принадлежности рыб и подтверждения соответствия состава продукта.

#### Выводы

Таким образом, разработанная система праймеров и предлагаемая методика диагностики являются пригодными для идентификации трески атлантической (*G. morhua*) как в биологических образцах, так и в рыбных продуктах, подвергшихся кулинарной обработке. Данный метод обладает необходимой чувствительностью и не дает ложноположительных результатов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тетерина А.А., Животовский Л.А. ДНК-маркеры для идентификации стационарного и мигрирующего экотипов атлантической трески *Gadus morhua* // Генетика. 2017. Т. 53. № 7. С. 872–876.
2. Бойцов В.Д., Лебедь Н.И., Пономаренко В.П. и др. Треска Баренцева моря: биология и промысел // Мурманск. 2003. 296 с.
3. Информация об освоении квот на добычу (вылов) водных биологических ресурсов российскими пользователями в отчетном году в сравнении с предыдущим годом по состоянию на 26.12.2018 года // Федеральное агентство по рыболовству. 2018.
4. Katoh K., Kuma H., Toh H., Mitaya T. MAFFT version 5: improvement in accuracy of multiple sequence alignment // Nucl. Acids Res. 2005. V. 33. № 2. P. 511–518.
5. Primer-BLAST, National Center for Biotechnology Information, U. S. National Library of Medicine. USA. 2017. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/index.cgi>
6. OligoAnalyzer 3.1. Integrated DNA Technologies. Inc. Coralville. IA. USA. 2017. URL: <http://eu.idtdna.com/calc/analyzer>
7. Quellhorst G., Rulli S. A Systematic Guideline for Developing the Best Real-Time PCR Primers // SABiosciences Corporation. URL: [www.SABiosciences.com](http://www.SABiosciences.com)
8. Raymaekers M. Checklist for Optimization and Validation of Real-Time PCR Assays // Journal of Clinical Laboratory Analysis. 2009. V. 23. P. 145–151.

© Фомина Татьяна Алексеевна ( [fomina1032@yandex.ru](mailto:fomina1032@yandex.ru) ), Оюн Надежда Юрьевна ( [nad\\_oyun@mail.ru](mailto:nad_oyun@mail.ru) ),  
Курбаков Константин Андреевич ( [homo\\_judens@vniimp.ru](mailto:homo_judens@vniimp.ru) ), Минаев Михаил Юрьевич ( [mminaev@inbox.ru](mailto:mminaev@inbox.ru) ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВА С ПОМОЩЬЮ ОТПЕЧАТКА ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ

## IDENTIFICATION OF THE DEVICE USING THE FINGERPRINT OF A FILE SYSTEM

**V. Abashin  
S. Makeev**

*Summary.* In given article authors shine a problem of identifying devices by the fingerprint of the file system, i.e., by the structure of information and metadata of the file system.

*Keywords:* identification; devices; template; user activity; file system fingerprint.

**Абашин Валерий Геннадьевич**

*К.т.н., доцент, Московский Государственный  
Лингвистический Университет (Москва, Россия)  
valeriy@abashin.ru*

**Макеев Сергей Александрович**

*Старший преподаватель, Московский  
Государственный Лингвистический Университет  
(Москва, Россия)  
mak3y1984@gmail.com*

*Аннотация.* В данной статье авторы описывают возможность идентификации устройств по отпечатку файловой системы, т.е. по структуре информации и метаданным файловой системы носителей информации.

*Ключевые слова:* идентификация; устройства; эталон; активность пользователя; отпечаток файловой системы.

### Введение

**К**аждая ЭВМ, использующая операционную систему, имеет уникальную комбинацию данных о файловой системе (ФС). Несмотря на различия в ФС разных типов, они используют одни базовые принципы, и состоят из двух базовых компонент: хранимой информации и служебной информации самой файловой системы.

Главное преимущество использования ФС для целей идентификации в отличие от служебной информации об аппаратном или программном обеспечении в её доступности для большинства пользователей ЭВМ. Все пользователи производят обращения к ФС в том или ином виде. Наименее значимыми правами являются права на чтения информации ФС, которые делегируются пользователю чаще всего. Прав на чтение достаточно, чтобы получить доступ к информации о ФС. Также использование ФС позволяет использовать для идентификации существующую информацию, а не создавать дополнительную.

Полученные данные пользовательских обращений можно использовать для решения задач по обеспечению информационной безопасности, в частности, для выявления мошеннических операций в системах дистанционного банковского обслуживания [1], идентификации пользователя в сети Интернет [2].

### Постановка задачи

Информация, хранимая в файловых системах, является отражением окружающего мира и так же, как окру-

жающий мир, постоянно изменяется. Часть информации в файловой системе остается неизменной достаточно продолжительное время, чтобы её можно было использовать как идентифицирующий признак. Для того, чтобы выделить информацию ФС, пригодную для создания идентифицирующего признака, необходимо определить причины изменения ФС. К ним относятся:

- ◆ состояние и функционирование аппаратного обеспечения;
- ◆ состояние и функционирование программного обеспечения;
- ◆ активность (действия) пользователя ЭВМ.

В конечном итоге, наибольшее влияние на изменение ФС оказывают социальные, биологические ритмы человека, а также его психологические особенности. Например, обновление программного обеспечения, вызывающее значительные изменения в ФС, обычно согласуется с ритмичностью разработки программного обеспечения, которая, в свою очередь, связана с годовым, квартальным и месячными интервалами. Изменение аппаратной конфигурации, за исключением брака, связано с рассчитанной производителем продолжительности работы устройства. На практике, замена устройства производится до потери им работоспособности и согласуется с амортизацией, учитываемой в бухгалтерской деятельности. Её основным циклом является годовая бухгалтерская отчетность. Деятельность пользователя ЭВМ напрямую зависит от суточных и недельных ритмов и психологических особенностей человека.

Для идентификации необходим эталонный отпечаток ФС, с которым будет сравниваться предъявляемый

отпечаток, а также предъявляемый отпечаток, сформированный по запросу пользователя, программы или аппаратного обеспечения. Причем, в связи с тем, что ФС постоянно подвержена изменениям, необходимо иметь возможность учитывать изменения в её отдельных элементах, т.е. иметь некоторое дискретное представление о ФС.

Делается предположение, чем меньше времени существовали данные, тем менее они устойчивы. Несмотря на то, что скопированный для годового хранения архив тоже имеет сначала небольшое время хранения, выдвигается предположение, при регулярном использовании накопителя информации, большая часть элементов ФС остаются неизменными.

Изменения в ФС накапливаются с течением времени. Для повышения эффективности использования эталонного отпечатка ФС предлагается создавать его заново при каждом использовании ФС как ключа для идентификации. Другим способом повышения стабильности эталонного отпечатка ФС является использование наборов признаков, относящихся к различным ритмам: технологическим, социальным, биологическим. Таким образом, в случае утери значащего признака в связи со значительным обновлением программного обеспечения ЭВМ, будут сохранены признаки, связанные с социальными и биологическими ритмами.

Для создания отпечатков ФС необходимо определить наборы признаков, по которым возможно сформировать эталонный отпечаток и провести идентификацию ФС.

#### Формализованное решение задачи

Под отпечатком ФС понимается информация о наборе идентифицирующих признаков ФС. В источнике [3] предлагается создание идентифицирующего признака ФС с использованием имени элемента ФС, информации о местоположении, размере, дате создания и дате редактирования. Уточним набор данных идентифицирующего признака следующим образом:

- ◆ полный путь к файлу;
- ◆ размер файла;
- ◆ время последнего доступа к файлу;
- ◆ время последней модификации;
- ◆ время последнего изменения состояния файла.

Представим описание идентифицирующего признака на языке C11.

```
struct FS_ELEMENT {
char full_name[500]; //Полный путь к файлу
```

```
int filesize; //Размер файла
time_t last_access; //Время последнего доступа
time_t last_modification; //Время последней модификации
time_t last_change; //Время последнего изменения
};
```

В результате анализа ритмов источников изменения информации ФС были выделены следующие классы интервалов изменений:

- ◆ до суток;
- ◆ от суток до недели;
- ◆ от недели до месяца;
- ◆ от месяца до полугода;
- ◆ от полугода до года;
- ◆ от года и более.

В связи с требованием к эталонному отпечатку ФС оставаться стабильным на период до месяца, ритмы с тактом до месяца отбрасываются. Пригодными к использованию являются такты:

- ◆ от месяца до полугода;
- ◆ от полугода до года;
- ◆ от года и более.

Считаем, что минимальный эталонный отпечаток ФС состоит из трех идентифицирующих признаков, каждый из которых соответствует одному из трех используемых ритмов.

Представим в виде текстового описания обобщённый алгоритм создания эталонного отпечатка ФС. Необходимо выполнить рекурсивный обход всех каталогов, начиная с указанного корневым и найти объекты ФС, соответствующие одному из трех ритмов, пригодных для создания эталонного отпечатка ФС. Далее, сформировав из них идентифицирующие признаки, заполнить соответствующие поля эталона. Сам эталонный отпечаток ФС будет представлять из себя массив структур.

```
struct FS_ELEMENT etalon[3];
```

Обобщенный алгоритм идентификации заключается в определении наличия объекта ФС с указанными характеристиками, подсчет количества совпавших и несопавших идентифицирующих признаков, итоговом принятии решения об успешности идентификации.

Для практического применения алгоритма создания эталонного отпечатка ФС требуется учесть следующие ситуации:

- ◆ эталонный отпечаток ФС не сформирован из-за отсутствия элементов ФС;
- ◆ эталонный отпечаток ФС не может быть сформирован полностью;

- ♦ создание эталонного отпечатка ФС занимает слишком продолжительное время из-за большого объема информации в ФС.

Учитывая практические ограничения при разработке функции создания эталонного отпечатка ФС, определим её входные и выходные данные.

Входными данными являются:

- ♦ корневой каталог, относительно которого будет построен эталонный отпечаток ФС;
- ♦ количество идентифицирующих признаков для каждого ритма изменения данных в ФС;
- ♦ количество секунд на создание эталона или количество перебираемых элементов ФС, которые будут использованы для построения эталонного отпечатка ФС.

Выходными данными являются:

- ♦ массив идентифицирующих признаков как эталонный отпечаток ФС;
- ♦ степень заполнения эталонного отпечатка ФС.

Для функции идентификации входными данными являются:

- ♦ эталонный отпечаток ФС;
- ♦ корневой каталог, для которого проводится идентификация;
- ♦ минимальное значение процента совпадений идентифицирующих признаков между эталонным отпечатком ФС и переданным корневым каталогом.

Выходными данными функции идентификации являются:

- ♦ процент совпадений между эталонным отпечатком ФС и переданным корневым каталогом;
- ♦ ответ да/нет.

### Экспериментальное исследование

Для подтверждения выработанных гипотез и разработанных алгоритмов использовалась информация ФС 12 ПЭВМ. Перед развертыванием рабочих мест данные на накопителях информации ПЭВМ были клонированы. На ПЭВМ использовались операционные системы Microsoft Windows 7 Professional и дистрибутив Альт-Линукс. Работа с ПЭВМ велась каждый рабочий день на протяжении календарного года.

Информация для анализа была собрана через год после начала эксплуатации ЭВМ. Для сбора и анализа собранной информации о ФС было разработано соответствующее задачам программное обеспечение [4]. В результате обработки собранных данных не было

найдено ни одного совпадающего значащего признака среди всех 12 ПЭВМ, т.е. выбранный набор характеристик уникален для каждого элемента ФС, даже при начальном клонировании информации на накопителях информации. Также было выявлено, что в ФС с большим количеством объектов (более 1000 объектов), обычно в течение одного рабочего дня изменяется менее 1% ФС.

Для проверки работоспособности алгоритмов создания эталонного отпечатка ФС и алгоритма идентификации разработано консольное программное обеспечение, которое запускается в трех режимах:

- ♦ выдача справочного сообщения;
- ♦ создание эталонного отпечатка ФС;
- ♦ идентификация ФС по созданному ранее эталонному отпечатку ФС.

### Выводы

Результатами исследования являются:

- ♦ определение набора данных идентифицирующего признака на основе анализа предметной области;
- ♦ выработанные требования к создаваемому эталонному отпечатку ФС на основе предложенных идентифицирующих признаков;
- ♦ разработанный обобщенный алгоритм создания эталонного отпечатка ФС;
- ♦ разработанный обобщенный алгоритм идентификации с использованием эталонного отпечатка ФС.

С целью практического подтверждения научных результатов проведено экспериментальное исследование, в рамках которого разработан ряд программ для сбора и обработки собранных данных, а также для создания эталонного отпечатка ФС и идентификации с его использованием.

Ограничением применения разработанных алгоритмов является их низкая эффективность в условиях информационного противоборства, т.к. пользователю достаточно удалить все объекты ФС с накопителя информации, чтобы каталог нельзя было идентифицировать.

К направлениям дальнейшего исследования относятся:

- ♦ оценка пригодности произвольного каталога для целей идентификации по отпечатку ФС;
- ♦ математическое обоснование выбора формулы для определения расстояния от центра эталона до идентифицируемого отпечатка;
- ♦ выделение психологических особенностей пользователя ПЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слипенчук П. В. Алгоритм извлечения характерных признаков из данных пользовательских активностей // Вопросы кибербезопасности. 2019. № 1(29). С. 53–58.
2. Eckersley P. How Unique Is Your Web Browser? // Electronic Frontier Foundation. — 2014. URL: <https://panopticklick.eff.org/static/browser-uniqueness.pdf> (дата обращения: 29.10.2019).
3. Абашин В. Г. Идентификация пользователя и идентификация устройства в Интернет / Текст: электронный // VI Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП — 2014)». — 2014. URL: <http://irsit.ru/files/article/503.pdf> (дата обращения: 29.10.2019).
4. Свид. 2018663874 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. ФС идентификация / В. Г. Абашин; заявитель и правообладатель В. Г. Абашин (RU). — № 2018661648; заявл. 16.10.2018; опубл. 06.11.2018, Реестр программ для ЭВМ. — 1 с.

© Абашин Валерий Геннадьевич ( [valeriy@abashin.ru](mailto:valeriy@abashin.ru) ), Makeev Сергей Александрович ( [mak3y1984@gmail.com](mailto:mak3y1984@gmail.com) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский Государственный Лингвистический Университет

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ СТУДЕНТОВ В ХОДЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

## INTELLECTUAL ANALYSIS OF PERSONAL PREFERENCES OF STUDENTS IN THE COURSE OF TRAINING IN HIGHER EDUCATION

**E. Antonenkov  
Y. Kryukov**

*Summary.* This article is devoted to the intellectual analysis of personal preferences of students. Monitoring of progress is the main way to assess the progress of the educational process, as an individual student, and the entire contingent of students. Timely monitoring of student progress is an important element for improving the quality of education. For the successful development of the discipline, the student must not only perform homework, successfully pass tests and exams, he must also attend classes, especially if he is studying full-time. The education system generates an impressive amount of data that is not analysed in any way other than the basic indicators. However, just a small, at first glance, information can affect the final result, that is, the level of training of highly qualified specialists. Modern intellectual systems are able to predict the student's progress, to point to his predisposition. Preferences of the student can also be identified from other sources, for example, from social networks, where students share their impressions, follow the latest news of science, etc. With the help of intellectual analysis of big data it will be possible to create individual learning trajectories, to adapt the learning process in order to obtain a highly qualified specialist.

*Keywords:* information system; big data; data mining; data collection.

**Антоненков Евгений Геннадьевич**  
Аспирант, ГБОУ ВО Московской области  
«Университет «Дубна»

*eugene.antonenkov@gmail.com*

**Крюков Юрий Алексеевич**

К.т.н., доцент, ГБОУ ВО Московской области  
«Университет «Дубна»  
*kua@uni-dubna.ru*

*Аннотация.* Данная статья посвящена интеллектуальному анализу персональных предпочтений обучающихся. Контроль успеваемости является основным способом оценивания хода образовательного процесса, как отдельного студента, так и всего контингента обучающихся. Своевременный контроль успеваемости обучающегося является одним из важных элементов для повышения качества образования. Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен не только выполнять домашние задания, успешно сдавать зачеты и экзамены, он также должен посещать и занятия, тем более, если учится на очной форме обучения. Система образования создает внушительный объем данных, которые никаким образом не анализируются, кроме основных показателей. Однако, как раз незначительная, на первый взгляд, информация может влиять на конечный результат, то есть уровень подготовки высококвалифицированного специалиста. Современные интеллектуальные системы способны прогнозировать успеваемость студента, указать на его предрасположенности. Предпочтения обучающегося можно выявить также и из иных источников, например, из социальных сетей, где студенты делятся своими впечатлениями, следят за последними новостями науки и т.п. С помощью интеллектуального анализа больших данных станет возможным создание индивидуальных траекторий обучения, адаптацию процесса обучения с целью получения высококвалифицированного специалиста.

*Ключевые слова:* информационная система; большие данные; интеллектуальный анализ; сбор данных.

**П**резидентом страны неоднократно поднимался вопрос необходимости укрепления человеческого потенциала как одного из важнейших приоритетов стратегии развития России. В послании Президента Федеральному собранию поставлены задачи правительству по увеличению объема инвестиций уже к 2020 году на уровень 6–7 процентов, что предусматривает развитие новых производств и увеличение количества высококвалифицированных рабочих мест. Однако страна входит в сложный демографический период, связанный с огромными людскими потерями во время Великой Отечественной войны и драматический период конца двадцатого века. Повышение качества подготовки специалистов с учетом внимательного отношения к сту-

денческому сообществу является основной задачей организаций высшего образования.

Одним из важных элементов качества образования является своевременный контроль успеваемости обучающихся.

Образовательные организации всё чаще задаются вопросом: «Как организовать постоянный мониторинг процесса обучения с учетом личностного фактора каждого из студентов?» Современные интеллектуальные системы способны обрабатывать огромные потоки малозначимой, но разнообразной информации о текущей успеваемости студента и, при необходимости, информи-

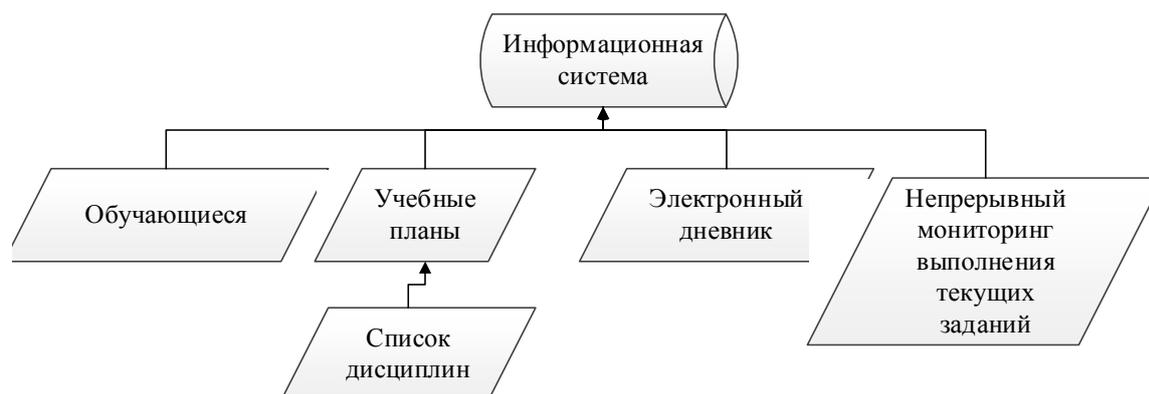


Рис. 1. Данные, хранящиеся в информационной системе

ровать кафедры о проблемах, которые или уже назрели у конкретного обучающегося или могут у него появиться в ближайшей перспективе.

Контроль успеваемости предназначен для регулярного и систематического оценивания хода освоения студентами дисциплин и выполнения других видов учебной работы во время контактных занятий преподавателя со студентами [4]. В настоящее время контроль успеваемости студента состоит из анализа данных в рамках промежуточной аттестации. Однако, в ряде случаев, получаемые данные по окончании семестра не позволяют своевременно начать взаимодействие с отстающими студентами для ликвидации текущей задолженности по учебному графику. Отчисление по результатам экзаменационной сессии может стать проблемой как для самого обучающегося, так и для образовательного учреждения. С проблемой несвоевременного получения картины успеваемости студентом сталкиваются как образовательные учреждения, так и государственные органы управления. Государственное задание по выпуску специалистов с требуемым уровнем качества подготовки является главной задачей образовательной организации. Основной же задачей органов государственного управления является поддержка баланса на рынке труда и обеспечение развития предприятий региона с формированием когорты молодых специалистов в соответствии с номенклатурой востребованных специальностей. Современные технологии аналитики больших данных, собираемых из множества открытых источников, могут стать основой для организации системы координации усилий педагогического состава по целевой корректировке текущей успеваемости студентов.

Основной формой контроля обучающегося является промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация регламентируется локальными нормативными актами, созданными в соответствии с Федеральным законом

от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [6]. Чаще всего промежуточная аттестация в высших учебных заведениях проходит раз в семестр. Таким образом, образовательная организация, факультет или кафедра, получают информацию об успеваемости студента с периодичностью раз в полгода. Некоторые организации вводят в течение семестра некие дополнительные формы контроля, например «контрольные точки» на 8 и 12 неделе обучения в семестре. Такой подход позволяет организации реагировать на проблемные ситуации быстрее, чем при промежуточной аттестации, однако не может с точностью определить уровень знаний обучающегося в определенный момент обучения.

Во время перехода к цифровой экономике каждое учебное заведение вынуждено использовать те или иные информационные системы, для своевременного получения разнородной информации, связанную как с участниками образовательного процесса, так и с самим образовательным процессом.

Образовательный процесс, если рассматривать его структуру, построен на строгом учебном плане и на рабочих программах дисциплин. В первом указывается весь перечень дисциплин в определенном семестре, и вид промежуточной аттестации по дисциплине. Во-втором указывается содержание дисциплины, темы семинарских занятий и объемы самостоятельной работы студента, которую в последующем оценивает преподаватель. Если собирать эти оценки по результатам каждого проведенного задания, например, используя «электронные дневники», то функционал существующей информационной системы, в итоге, необходимо будет расширить. Таким образом, ИС, существующая в образовательной организации, будет хранить в себе не только оценки за промежуточную аттестацию (сессии), но и оценки за задания, по которым ведется контроль в семестре (Рис. 1).

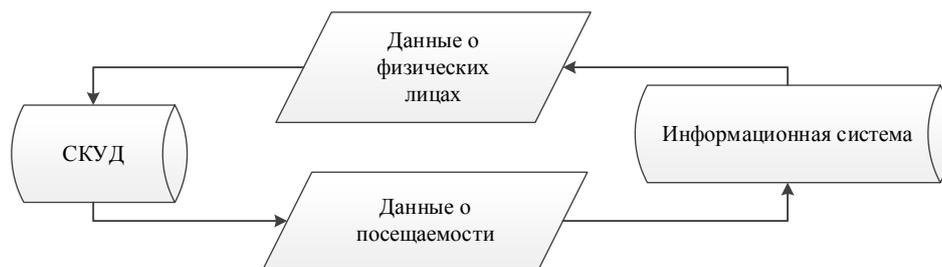


Рис. 2. Связь СКУД и ИС

Ещё одним критерием успешного и своевременного усвоения дисциплины является посещаемость занятий. Если обучающийся не посещает занятия, то вероятность того, что он успешно освоит дисциплину, уменьшается. Однако такое суждение не может быть однозначным. Как существуют дисциплины, которые построены на самостоятельном обучении студентов или частично перенесены в статус электронного курса, так и существуют студенты, которые при самостоятельном изучении постигают ту или иную технологию более успешно, чем на занятиях, ведь за несколько часов преподаватель не сможет дать всю глубину знаний. Основными факторами, влияющими на учебную посещаемость, являются:

- ◆ личные факторы, исходящие от самого учащегося (мотивация учения, несостоятельность в учебе, здоровье учащегося);
- ◆ внешние факторы (востребованность профессий на рынке труда, работа во время учебы);
- ◆ институционные факторы (организация учебно-воспитательного процесса в учебном заведении, наличие мониторинга посещаемости, уровень профессионализма преподавателей, имидж образовательного учреждения, режим работы и дисциплина в учебном заведении, наличие стимулирующих программ и адекватные условия обучения) [3].

Для получения информации о посещаемости необходим источник данных, например, система контроля и управления доступом (СКУД) посредством видеофиксации человека. СКУД — это совокупность программных и технических средств, а также организационно-методических мероприятий, с помощью которых решается задача контроля и управления посещением охраняемого объекта [5]. Такая система позволяет избежать действий от объекта (обучающегося) и от субъекта (преподавателя и т.п.): обучающемуся не нужно отмечаться у преподавателя, либо прислонять ключ-карту, которую он может благополучно забыть дома. Система автоматически собирает информацию о том, в какой момент времени студент появился на занятии. Если спарить данные из СКУД с ИС, в которой имеется информация о всех физических лицах, расписание занятий (в котором также указано

время начала занятия), то это позволит получить все необходимые данные по посещаемости обучающегося (Рис. 2). Аналогично можно поступить и с преподавателями, чтобы контролировать выполнение ими работы.

Таким образом мы можем получить некое хранилище исходных данных, в котором сосредоточена и накапливается информация о результате освоения дисциплины и о посещаемости по каждому студенту. Но хотелось бы использовать эту информацию, а не просто собирать и хранить. Например, проанализировать: насколько эффективно проходят очные занятия со студентами, какие курсы дисциплин студенты с минимальным посещением осваивают лучше, получить картину способностей студента (выявить одаренных и т.п.). Для этого уже придется прибегнуть к интеллектуальному алгоритму обработки исходных данных.

Ни для кого не секрет, что мы живем в эпохе больших данных. Любое наше действие, которое можно считать или зафиксировать, начиная с информации о том, когда мы выходим из дома выкидывать мусор, и заканчивая поисковыми запросами в интернете, может использоваться для определенной задачи по анализу больших данных. Уже сейчас поисковые системы фиксируют вспышку заболеваний быстрее, чем к этому выводу приходят департаменты здравоохранения. Магазины научились определять беременность женщин по информации о покупках или интересах, и своевременно использовать эту информацию, направляя купоны или специальные предложения клиентам. Сайтами-агрегаторами бронирования гостиниц или заказов авиабилетов уже никого не удивить.

Система образования также создает внушительный объем данных. В связи с чем возникают вопросы как их анализировать и какие принимать решения на их основе. Несомненно, в мире существует много примеров успешного применения технологий больших данных. В частности, одна из сфер применения больших данных — прогнозное моделирование. Американские колледжи и университеты сами направляют письма-обращения будущим студентам, приглашая поступить в то или иное

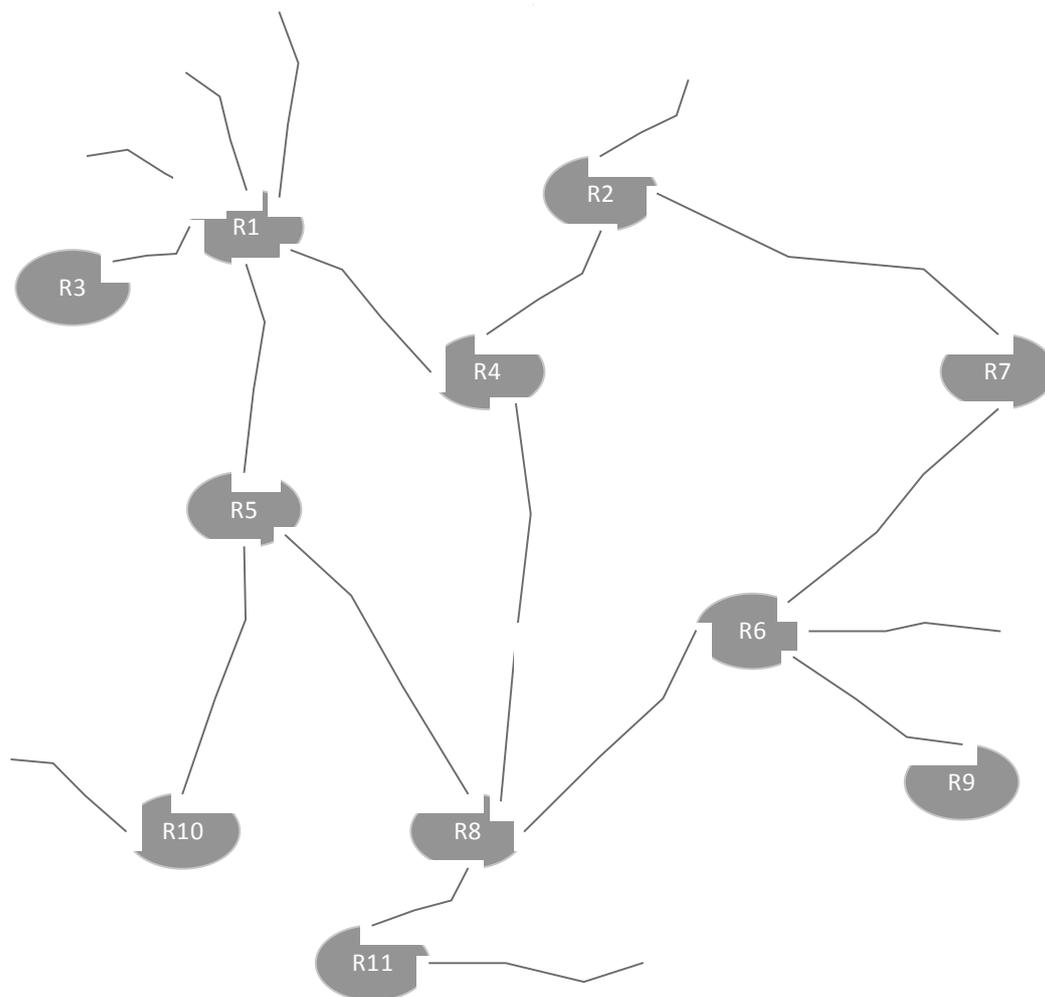


Рис. 3. Фрагмент визуализации взаимодействия студентов в социальной сети

учебное заведение. Каждый вуз стремится пригласить наиболее перспективных студентов, которые наверняка поступят. Чтобы облегчить работу приемной комиссии, аналитики из компании *ForecastPlus* собрали и проанализировали несколько типов данных студентов: этническая принадлежность, успеваемость по ряду предметов, выпускные работы, оценки. Прогнозное моделирование *ForecastPlus* доказало свою эффективность более чем в ста кампусах США. Так, Университет Крейтон в штате Небраска смог исключить 35000 не самых перспективных студентов и не направлять им письма, что позволило сэкономить более 30 тысяч долларов [8].

Источником большого количества разнородной информации может служить социальная сеть. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) подсчитал, что 45% граждан Российской Федерации пользуются хотя бы одной из социальных сетей почти каждый день. Лидером опроса стала социальная сеть «ВКонтакте» [1]. У данной социальной сети существу-

ет API (*application programming interface*), у которого имеется функционал получения информации о пользователе. С помощью API можно получить информацию о группах, в которых состоит пользователь, записи на стене пользователя, заметки пользователя, обсуждения, информацию об интересах и т.д. Подобная информация из социальных сетей позволяет установить связи обучаемого со своими сверстниками, перемещения по сети, его интересы, частоту вхождения в социальную сеть и время нахождения в сети и др. В основе анализа данных социальных сетей лежит математическая теория графов, которая представлена в работе Эрдоса [7]. Математически, сеть — то набор узлов (в нашем случае обучающиеся), соединенных линиями, характеризующими отношения между узлами.

Первым шагом в сетевом анализе является визуализация данных. Визуализированные графы позволяют выявить узлы, являющиеся ближайшими, найти плотные кластеры активности. Одним из основных параметров

графа является «центральность по степени», выражающей отношение количества связей определённого узла к общему количеству других узлов. Если для некоторого узла этот параметр равен 1, это означает, что этот узел связан со всеми остальными узлами сети, если он равен 0, то этот узел является изолированным. Этот показатель показывает степень «знаменитости» узла, показывает, что студент оказывает большое влияние на остальных. На рисунке 4 показан фрагмент визуализированного графа для анализа взаимодействия учащихся в социальной сети. Из рисунка видно, что пользователь сети R1 обладает более высокой степенью центральности, чем пользователь R3 (из R3 отходит меньше линий связи, чем из узла R1) [2].

На сегодняшний день разработано множество программных средств для интеллектуального анализа данных. Для анализа социальных сетей (Social Network Analysis, SNA) зачастую используют программное приложение MySpace [9]. Анализ социальных сетей направлен на изучение отношений между людьми, рассматривает социальное взаимодействие в терминах теории сетей.

MySpace может быть использован для интерпретации и анализа структуры и отношений студентов при решении совместных заданий или при взаимодействиях различными средствами коммуникации. Таким образом, при анализе лишь одной социальной сети возможно получить некую картину интересов пользователя, которую впоследствии можно использовать для создания комфортных условий обучения, повысив уровень заинтересованности у обучающегося, например, дать задание, связанное с предметной областью его интересов и т.п.

Технологии больших данных и методы их анализа используются повсеместно, зачастую незаметно для нас, т.е. тех, кто является их источниками. Данные технологии могут быть применены и к образовательной сфере, включая мониторинг успеваемости, вопросы принятия решений и финансовое планирование. Большие данные позволят сохранить опыт обучения, дадут картину обучения каждого обучающегося. Специалистам будет проще создавать индивидуальные траектории обучения и адаптировать процесс обучения с целью удовлетворения потребностей каждого обучаемого, или отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ВЦИОМ: Какими социальными сетями пользуются россияне [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116691> (дата обращения: 05.10.2019 г.).
2. Мамедова Г.А., Л.А. Зейналова, Меликова Р.Т. Технологии больших данных в электронном образовании // Открытое образование. — 2017. — Т. 21, № 6. — С. 41–48.
3. Миселимян Т.Л., Метелица Н.Т. Влияние посещаемости занятий учащимися на качество образовательного процесса // Успехи современного естествознания. — 2005. — № 5. — С. 76–79.
4. Прокофьева Е.В., Прокофьева О.Ю., Шаркевич Н.В. Контроль успеваемости в образовательных учреждениях // Приоритетные направления развития науки и образования. — 2014. — № 3(3). — С. 111–112.
5. Системы контроля и управления доступом [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ksb-ul.ru/uslugi/sistema-kontrolya-i-upravleniya-dostupom-skud> (дата обращения: 05.10.2019 г.).
6. Федеральный закон РФ № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://xn-273-84d1f.xn--p1ai/zakonodatelstvo/federalnyy-zakon-ot-29-dekabrya-2012-g-no-273-fz-ob-obrazovanii-v-rf> (дата обращения: 05.10.2019 г.).
7. Erdos P., Renyi A. On the evolution of random graphs // Publication of Mathematics Institute Hungary Academy of the Science. — 1960. — V.5. — P. 17–61.
8. Increase enrollment management precision and efficiency [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ruffalonl.com/complete-enrollment-management/cultivating-applicants/forecast-plus-student-recruitment-predictive-modeling> (дата обращения: 05.10.2019 г.).
9. Социальная сеть MeSpace [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://myspace.com> (дата обращения: 20.07.2019).

© Антоненков Евгений Геннадьевич ( [eugene.antonenkov@gmail.com](mailto:eugene.antonenkov@gmail.com) ), Крюков Юрий Алексеевич ( [kua@uni-dubna.ru](mailto:kua@uni-dubna.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ВОЗМОЖНОСТИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

### HYPERSPSPECTRAL REMOTE SENSING OPPORTUNITIES

V. Antonova

*Summary.* Hyperspectral imaging is a priority for the development of remote sensing systems of the Earth's surface. The article provides an overview of studies on the use of hyperspectral remote sensing systems to detect and identify various objects. The advantages of using multi — and hyperspectral data are outlined. The data of the above studies allowed us to draw conclusions about the prospects of remote study of the spectral properties of objects. The possibility of detecting and recognizing masked objects is considered. The question of counteracting hyper-spectral intelligence is raised.

*Keywords:* hyperspectral images, multispectral data, spectral recognition, monitoring, object detection.

**Антонова Варвара Александровна**  
Ассистент, Московский Государственный  
Технический Университет им. Н. Э. Баумана  
varvara\_zi@mail.ru

*Аннотация.* Гиперспектральная съемка является приоритетным направлением развития систем дистанционного зондирования поверхности Земли. В статье представлен обзор исследований, посвященных применению гиперспектральных систем дистанционного зондирования с целью обнаружения и идентификации различных объектов. Изложены преимущества использования мульти — и гиперспектральных данных. Данные приведенных исследований позволили сделать выводы о перспективности дистанционного изучения спектральных свойств объектов. Рассматривается возможность обнаружения и распознавания замаскированных объектов. Поднимается вопрос противодействия гиперспектральным средствам разведки.

*Ключевые слова:* гиперспектральная съемка, мультиспектральные данные, спектральное распознавание, мониторинг, обнаружение объектов.

### Введение

**В** наши дни одним из приоритетных направлений развития методов видовой разведки является гиперспектральная съемка, которая позволяет оперативно выявлять цели и контролировать местность, создавая в автоматическом режиме детализированную карту поверхности для исследования географического пространства.

Дистанционное зондирование представляет собой процесс измерения характеристик интересующих пользователя объектов с помощью чувствительных датчиков, размещенных на авиационных и космических платформах, не находящихся в непосредственном контакте с предметом исследования.

Под гиперспектральностью понимаются спектры, имеющие большое количество узких, смежно расположенных спектральных полос. Спектры отражения естественной поверхности получают спектрометрами, используемыми в лабораториях, полевых условиях, на самолетах или спутниках. Таким образом, гиперспектральное дистанционное зондирование сочетает в себе преимущества дистанционного зондирования и спектроскопии.

Гиперспектральные изображения обычно включают сотни спектральных полос относительно узкой полосы пропускания (5–10 нм), тогда как мультиспектральные

наборы данных состоят примерно из 5–10 полос относительно большой полосы пропускания (70–400 нм). Узкие спектральные каналы способны обнаруживать незначительные спектральные особенности, которые могли бы остаться незамеченными в более широких диапазонах мультиспектральных сканирующих систем. Гиперспектральные снимки обладают высоким спектральным, но низким пространственным разрешением, в то время как мультиспектральные изображения характеризуются высоким пространственным, но низким спектральным разрешением. Исследования по комбинированию данных продемонстрировали, что объединение мульти — и гиперспектральных данных позволяет точнее классифицировать объекты.

Гиперспектральные сенсоры собирают данные в виде набора изображений, каждое изображение в наборе представляет собой узкополосный диапазон длин волн электромагнитного спектра, также известный как спектральный диапазон. Эти изображения объединяются для формирования трехмерного гиперспектрального куба данных для обработки и анализа. Гиперспектральный куб содержит спектральные данные по одному измерению и пространственные данные по двум другим, которые могут быть использованы для создания подробной попиксельной химической и пространственной карты. Каждый пиксель изображения несет в себе спектральную характеристику излучения, поэтому оценка отдельного пикселя часто полезна для обнаружения уникальных объектов в сцене.

Доступность и получение гиперспектральных данных

Спутниковые снимки, полученные с использованием гиперспектральных сенсоров, доступны не так широко, как мультиспектральные, ввиду небольшого числа космических аппаратов, на борту которых установлены соответствующие сенсоры. К таким относится выведенный из эксплуатации Nuregion на борту спутника NASA EO-1, CHRIS на борту спутника PROBA, принадлежащего Европейскому космическому агентству, FTNSI на борту спутника MightySatII исследовательской лаборатории военно-воздушных сил США, гиперспектральная аппаратура на российских космических аппаратах «Ресурс-П».

Характеристики съёмочной аппаратуры космического аппарата «Ресурс-П» позволяют одновременно получить 7 мультиспектральных снимков в диапазоне длин волн от 0,45 до 0,9 мкм с пространственным разрешением 3 м и гиперкуб данных той же территории со спектральным разрешением 5–10 нм в диапазоне длин волн от 0,4 до 1 мкм и пространственным разрешением 30 м. Наличие такой информации позволяет использовать метод комплексирования гиперспектральных и мультиспектральных данных, обеспечивая синтез изображения, обладающего и пространственными, и спектральными свойствами, присущими отдельно взятым снимкам от различных видов аппаратуры [1].

Применение гиперспектрального дистанционного зондирования в различных областях

Гиперспектральное дистанционное зондирование с помощью бортовых и спутниковых систем используется в качестве источника данных для многочисленных применений дистанционного зондирования в течение последних двух десятилетий.

Гиперспектральное дистанционное зондирование первоначально использовалось в горнодобывающей промышленности и геологии, однако в настоящее время этот метод распространился на такие области, как сельское и лесное хозяйство, экология, управление прибрежной зоной, геология и разведка полезных ископаемых.

При разработке новых вычислительных методов, некоторые из них, благодаря возможности параллельного внедрения аппаратного и программного обеспечения, системы гиперспектральной визуализации, стали более доступными с точки зрения цены и вычислительных затрат за счет увеличения их способности получать и обрабатывать огромные объемы данных.

В последние годы в мире изучаются спектральные характеристики различных типов почвенно-растительного, а так же снежного покровов. В результатах исследований, полученных с использованием полевого спектрорадиометра, выявлено отличие отражательных характеристик свежеевыпавшего снега от старого или подтаявшего снега, а также снега, лежащего на растительности [2]. Так же в Китае были проведены некоторые исследования по изучению спектральных характеристик растительности, почвы, водоемов и минералов [3–6].

Хорошие результаты показали исследования по выделению снежного покрова на фоне облаков, на основе изображений с умеренным разрешением, получаемых системой наблюдения Земли (EOS) NASA [7]. Исследования показали различия особенностей спутникового изображения низких облаков, растительности, пустыни, снежного покрова, высоких ледяных облаков. Метод ложного цвета изменяет значения пикселей для низких облаков и ледяных облаков, что помогает отделить его от пикселей снежного покрова, который принимает форму рельефа.

В результате спектрометрических исследований по изучению связи запыленности снега с его отражательной способностью установлено, что снег с различным содержанием пыли имеет отличные по абсолютным значениям коэффициенты спектральной яркости [8].

В области сельского хозяйства проводились исследования, в которых основной задачей была оценка плотности хлорофилла на рисовых полях с использованием малых высот полета [9]. С этой целью был собран гиперспектральный сенсор, способный считывать 256 полос, равномерно распределенных между 340 и 763 нм. Сравнение показаний сенсора с результатами наземных проверок продемонстрировало высокую точность оценки плотности хлорофилла.

Лесное хозяйство является еще одной областью, имеющей многочисленные применения гиперспектрального дистанционного зондирования. Чтобы определить наличие заражений короедом ели норвежской был разработан новый подход обработки данных лесной среды с высоким пространственным разрешением [10]. Анализ включал в себя коррекцию изображений в соответствии с лабораторными калибровками, создание трехмерной геометрической модели, определение мозаик спектральных изображений, идентификацию отдельных деревьев, выделение спектральных характеристик и, наконец, классификацию. Для трех классов цвета (здоровые, зараженные, мертвые) была достигнута общая точность 76%, в то время как при использовании 2 классов (здоровые, мертвые) точность достигла 90%.

Гиперспектральное дистанционное зондирование имеет много потенциальных применений в области геологии и разведки полезных ископаемых от литологического картирования до разведки экономических полезных ископаемых. Приведены примеры использования гиперспектральных данных (аэро- и космических) для выявления зон гидротермально-метасоматических изменений горных пород, перспективных на золотое оруденение на Суеткинской (Республика Алтай) и Многовершинной площадях (Амурская область) [11]. Опыт проведенных работ доказал, что использование японских космических данных ASTER является эффективным инструментом при прогнозировании и на начальных стадиях поиска месторождений, обеспечивая убедительной информацией о распределении минералов-индикаторов оруденения на изучаемой территории.

Технологии гиперспектральной визуализации доказали свою применимость в военной сфере для обнаружения наземных мин [12]. Исследования показали отличия спектральных откликов 6 типов наземных мин в различных фоновых условиях. Таким образом, благодаря получению изображений с большой высоты с использованием беспилотных летательных аппаратов или самолетов возможно быстрое и эффективное обнаружение целей.

Одним из самых последних применений является использование систем гиперспектральной визуализации с целью патрулирования морских границ с использова-

нием беспилотных летательных аппаратов [13–14]. Задача системы гиперспектрального зондирования состояла в том, чтобы обнаружить присутствие судов, используя чисто пространственную и спектральную гиперспектральную информацию.

Принимая во внимание результаты приведенных выше исследований, можно сделать вывод, что гиперспектральная съемка позволяет получать богатую информацию об объектах, которая недоступна при использовании традиционных камер и невидима для человеческого глаза.

Применение гиперспектральных технологий, так же перспективно для решения таких военных задач, как:

- ◆ поиск вооружения, военной техники;
- ◆ вскрытие замаскированных объектов;
- ◆ селекция макетов и боевых образцов военной техники;
- ◆ оценка экологической обстановки в местах размещения военных объектов.

Практическое применение гиперспектральных систем показало способность обнаруживать маскированные объекты, замаскированные самими современными средствами маскировки [15]. В связи с этим, возникает вопрос противодействия гиперспектральным средствам дистанционного зондирования, спектральное и пространственное разрешение которых стремительно увеличивается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аншаков Г.П., Ращупкин А.В., Журавель Ю.Н. Комплексирование гиперспектральных и мультиспектральных данных ка «Ресурс-П» для повышения их информативности // Компьютерная оптика, 2015. том 39, № 1. С. 77–81.
2. Jiahua Zhang. Spectra reflectance characteristics of different snow and snow covered land surface objects and mixed spectrum fitting // Guang pu xue yu guang pu fen xi = Guang pu, China, 2011. 31(9):2499. pp. 502.
3. G. Tian, P. Gong, C. Zhao. A feasibility study on diagnosing wheat water status using spectral reflectance // Chinese Science Bulletin, 2001. vol.46(8). pp.666–669.
4. X. Xiao. Review of the project of quantitative remote sensing of major factors for spatial-temporal heterogeneity on the land surface // Advances in Earth Sciences, 2006. vol. 21(8). pp. 771–780.
5. S. Liu, X. Liu, and J. Hou. Study on the spectrum response of Brassica Campestris L leaf to the copper pollution // Sciences in China (E), 2007. vol. 375. pp. 693–699.
6. X. Yao, Y. Zhu, F. Feng. Exploring novel hyperspectral band and key index for leaf nitrogen accumulation in wheat // Spectroscopy and Spectral Analysis, 2009, vol.29 (8). pp. 2191–2195.
7. Nawal k. Ghazal, Mustafa J. Shahbaz. Detection of Snow Cover using NDSI and False Color Methods // Iraqi Journal of Science, 2017. vol. 58, No.3A. pp. 1355–1362.
8. О.А. Чепелев, О. М. Ломиворотова, П. А. Украинский, Э. А. Терехин. Изучение связи запыленности снега с его спектральной отражательной способностью // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2010, т. 12, № 1(4). С. 1162–1166.
9. Uto, K., Seki, H., Saito, G., Kosugi, Y. Characterization of Rice Paddies by a UAV–Mounted Miniature Hyperspectral Sensor System // IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens, 2013. 6, pp. 851–860
10. Nasi R., Honkavaara E., Lyytikainen-Saarenmaa P., Blomqvist M., Litkey P., Hakala T., Viljanen N., Kantola T., Tanhuanpaa T., Holopainen M. Using UAV-Based Photogrammetry and Hyperspectral Imaging for Mapping Bark Beetle Damage at Tree-Level, 2015. Remote Sens., 7. pp. 15467–15493.
11. Кирсанов А. А., Липияйнен К. Л., Смирнов М. Ю., Кирсанов Г. А., Смирнова И. О., Павлова В. О. Выявление площадей, перспективных на золотое оруденение, на основе результатов обработки аэро- и космических гиперспектральных данных // Региональная геология и металлогения, 2019. № 78. С. 82–90.
12. Ihab Makki. Hyperspectral Imaging for Landmine Detection. Optimization and Control [math.OG].POLITECNICO DITORINO, 2017.
13. Sara Freitas, Hugo Silva, Jose Miguel Almeida. Convolutional neural network target detection in hyperspectral imaging for maritime surveillance // International Journal of Advanced Robotic Systems, 2019. vol. 16 issue: 3.

14. Freitas, S, Silva, H, Almeida, J. Hyperspectral imaging for real-time unmanned aerial vehicle maritime target detection // J Intell Robot Syst, 2018. 90(3). pp. 551–570.
15. Молчанов А. С. Состояние, развитие и применение гиперспектральных технологий в аэрокомплексах и системах воздушной разведки // Сборник тезисов докладов научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии» (17–18 января 2013 г., г. Красногорск). С. 21–22.

---

© Антонова Варвара Александровна ( varvara\_zi@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАНОСПУТНИКОВ

TEMPERATURE FIELDS  
OF NANOSATELLITES ELEMENTS

**M. Barulina**  
**D. Fomin**  
**A. Golikov**  
**D. Strukov**  
**A. German**

*Summary.* The problem of constructing and studying a mathematical model of the inhomogeneous non-stationary temperature field of a nanosatellite is solved using the example of the payload module "Photon-Amur 1.1" under various types of operating conditions including the outer space conditions. Cases of placing an electronic board in an individual container with a vacuum and with air are considered. The effect of a stepped and harmonic temperature influences on the thermal fields of the electronic boards in the vacuumed casing has been revealed.

*Keywords:* modified heat balance method; modeling of thermal fields; electronic boards; universal payload platform; nanosatellite.

**Барулина Марина Александровна**

*Д.ф.-м.н., г.н.с., Институт проблем точной механики  
и управления РАН (г. Саратов)*  
marina@barulina.ru

**Фомин Дмитрий Владимирович**

*К.ф.-м.н., доцент, Амурский государственный  
университет (Благовещенск)*  
e-office@yandex.ru

**Голиков Алексей Викторович**

*К.т.н., в.н.с., Институт проблем точной механики  
и управления РАН (г. Саратов)*  
algolikov@yandex.ru

**Струков Дмитрий Олегович**

*Амурский государственный университет  
(Благовещенск)*  
tokloo@yandex.ru

**Герман Анна Сергеевна**

*Амурский государственный университет  
(Благовещенск)*  
dream\_of\_rains@mail.ru

*Аннотация.* Решена задача построения и исследования математической модели неоднородного нестационарного температурного поля наноспутника на примере модуля полезной нагрузки Фотон-Амур 1.1 в различных условиях эксплуатации в космическом пространстве. Рассмотрены случаи помещения электронной платы в персональный контейнер с вакуумированием и без. Установлено влияние ступенчатого и гармонического изменений температуры на тепловые поля электронной платы в контейнере без герметизации.

*Ключевые слова:* модифицированный метод тепловых балансов; моделирование тепловых полей; электронные платы; универсальная платформа полезной нагрузки; наноспутник.

## Введение

Условия эксплуатации наноспутников на орбите являются довольно жесткими [1–4]. Так, они функционируют в условиях вакуума, невесомости и перепадах температуры в широком диапазоне. При этом тепловые воздействия в подобных условиях могут оказать существенное влияние на эксплуатационные характеристики наноспутника, его компонентов, в том числе электронных. И, следовательно, повлиять на данные, получаемые с наноспутников. Поэтому задача исследования тепловых процессов, возникающих в наноспутниках и его элементах при его эксплуатации в реальных

условиях, является одной из важнейших задач при их проектировании.

При этом к настоящему времени опубликовано большое количество работ, посвященных исследованию различных проблем, возникающих при проектировании и использовании наноспутников, таких как вопросов доставки на орбиту, развертывания, навигации и управления их движением [5–9]. Но работ, исследующих поставленную в данной статье проблему, явно недостаточно.

В настоящей работе решается задача построения и исследования математической модели неоднородно-

го нестационарного температурного поля наноспутника на примере модуля полезной нагрузки Фотон-Амур 1.1 в различных условиях эксплуатации.

Математическая модель

Температурные поля, возникающие в наноспутниках и их компонентах, в общем случае являются трехмерными неоднородными нестационарными. Сложность конструкции и разнообразие различных факторов не позволяет решать возникающие при разработке наноспутников проблему аналитическим путем. Поэтому для исследования трехмерных нестационарных температурных полей в различных типах датчиков, приборах и системах на их основе был разработан модифицированный метод тепловых элементарных балансов (МЭБ), который к настоящему времени достаточно хорошо зарекомендовал себя при исследовании температурных полей в различных датчиках и устройствах [10,11].

Смысл МЭБ заключается в разбиении исследуемого объекта на «элементарные» тепловые объемы, представляющие собой элементы конструкции. В «элементарном» объеме могут находиться как источники, так и стоки тепла. «Элементарные» объемы могут контактировать между собой и с окружающей внешней и внутренней средой, также имеющую температуру. Отличием МЭБ от других методов конечно-элементного моделирования является то, что, во-первых, он сводится к разностной схеме и не требует составления дифференциальных уравнений, а, во-вторых, рассчитывается средняя температура элементарного объема. При этом приближенное решение, полученное с помощью основного разностного алгоритма МЭБ, сходится к точному решению соответствующей дифференциальной краевой задачи с погрешностью  $O(\Delta t + \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)$ .

Математическая модель, выражающая МЭБ, имеет вид [11]:

$$T_i(t + \Delta t) = \left[ 1 - \frac{\Delta t}{c_i} \left( \sum_{j=1}^N q_{ij} + q_{ic} \right) \right] T_i(t) + \frac{\Delta t}{c_i} \left( \sum_{j=1}^N q_{ij} T_j(t) + q_{ic} T_{ci}(t) + Q_i(t) \right) \quad (1)$$

где  $T_i(t)$ ,  $T_i(t+\Delta t)$  — температуры  $i$ -го «элементарного» объема (ЭО) в настоящий и последующий момент времени соответственно;  $c_i$  ( $i=1, \dots, M$ ) — теплоемкость ЭО;  $q_{ij}$  — теплопроводности между  $i$ -м и  $j$ -м ЭО;  $q_{ic}$  — теплопроводность между  $i$ -м ЭО и окружающей средой;  $T_{ci}(t)$  — температура среды;  $Q_i(t)$  — мощность

источника тепла;  $M$  — общее количество ЭО в модели;  $N$  — количество ЭО, имеющих тепловой контакт с  $i$ -м ЭО;  $\Delta t$  — шаг расчета.

Под коэффициентом теплопроводности  $q$  понимается величина суммарной тепловой проводимости, учитывающая теплообмен теплопроводностью, конвекцией и излучением:

$$q = q_T + q_K + q_H, \quad (2)$$

где  $q_T, q_K, q_H$  — коэффициенты теплопроводности, учитывающие теплообмен соответственно теплопроводностью, конвекцией и излучением.

Для расчета коэффициентов теплопроводности, входящих в выражение (2), в данной работе были использованы следующие формулы.

1. Коэффициент, учитывающий теплообмен теплопроводностью:

$$q_T = \frac{S}{l \lambda}, \quad (3)$$

где  $S$  — площадь поверхности нормальная к тепловому потоку;  $l$  — толщина элемента;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности материала элемента.

2. Коэффициент, учитывающий теплообмен конвекцией:

$$q_K = \alpha_K S, \quad (4)$$

где  $\alpha_K$  — коэффициент теплоотдачи;  $S$  — площадь поверхности теплоотдачи.

3. Коэффициент, учитывающий теплообмен излучением:

$$q_H = \alpha_H S, \quad (5)$$

где  $\alpha_H$  — коэффициент;  $S$  — площадь поверхности теплоотдачи излучением.

В соотношениях (4), (5) коэффициенты  $\alpha_K, \alpha_H$  вычисляются в зависимости от законов теплообмена, определяющих режимы движения окружающей среды около элементарного объема.

Так, для вакуумированных и слабо газонаполненных датчиков, приборов и блоков приборов коэффициенты  $\alpha_H$  определяются по формуле:

$$\alpha_H = 5.67 \cdot 10^{-8} \varepsilon_H [(T_1 + 273)^2 + (T_2 + 273)^2] + (T_1 + T_2 + 546)^2, \quad (6)$$

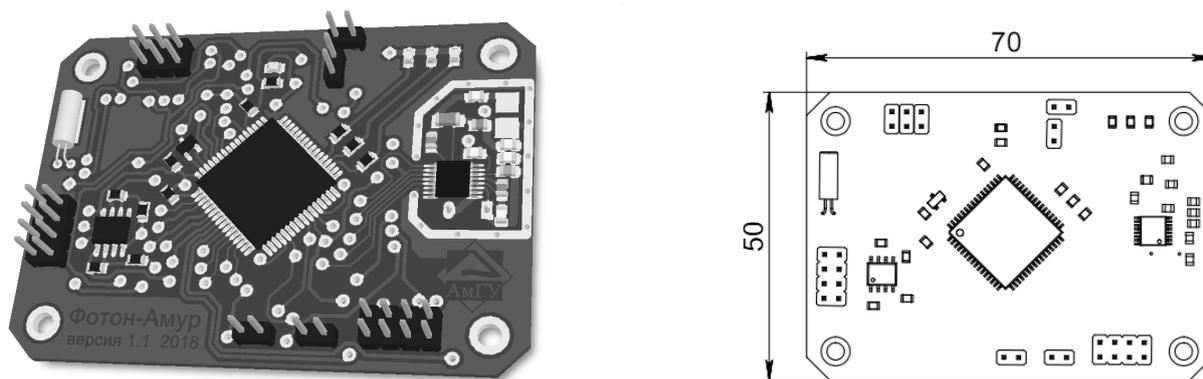


Рис. 1. Модуль полезной нагрузки Фотон-Амур 1.1

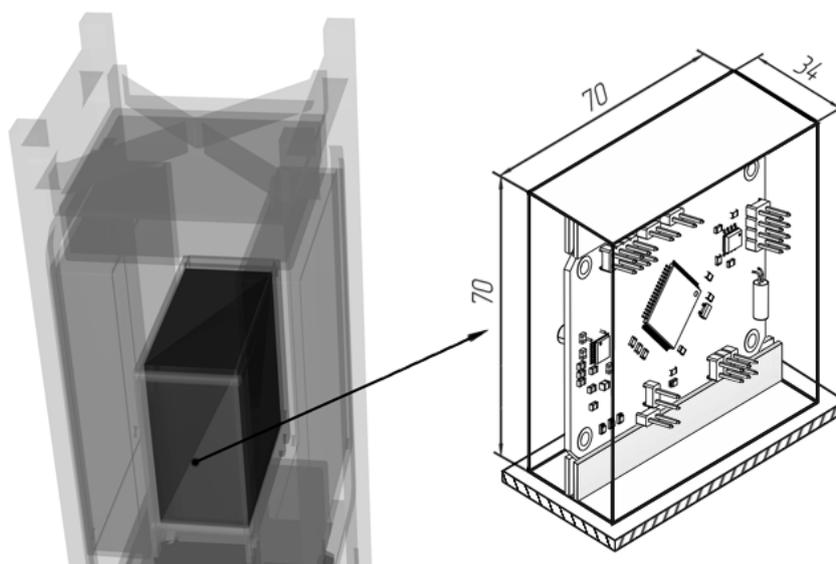


Рис. 2. МПН-ФА 1.1 в составе корпуса CubeSat 3U и вариант крепления платы в кожухе

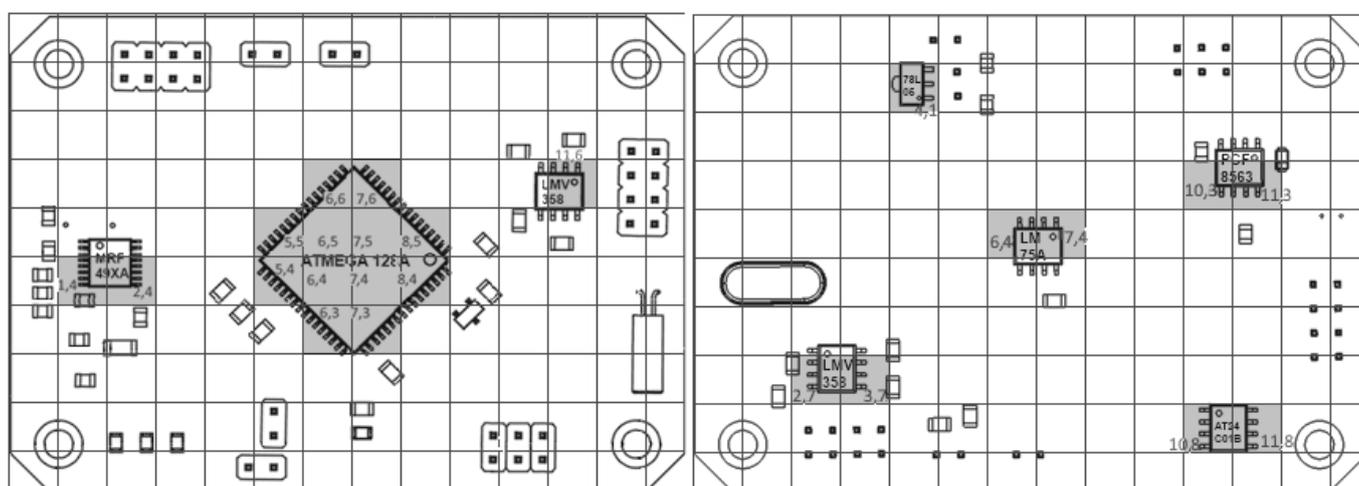


Рис. 3. Тепловая модель двусторонней электронной платы МПН-ФА 1.1

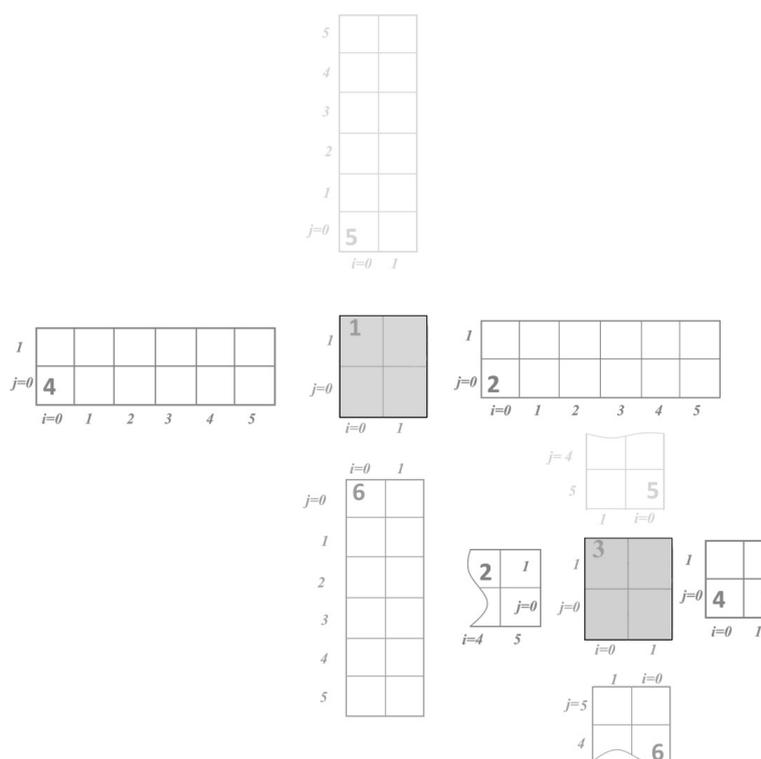


Рис. 4. Тепловая модель кожуха МПН-ФА 1.1

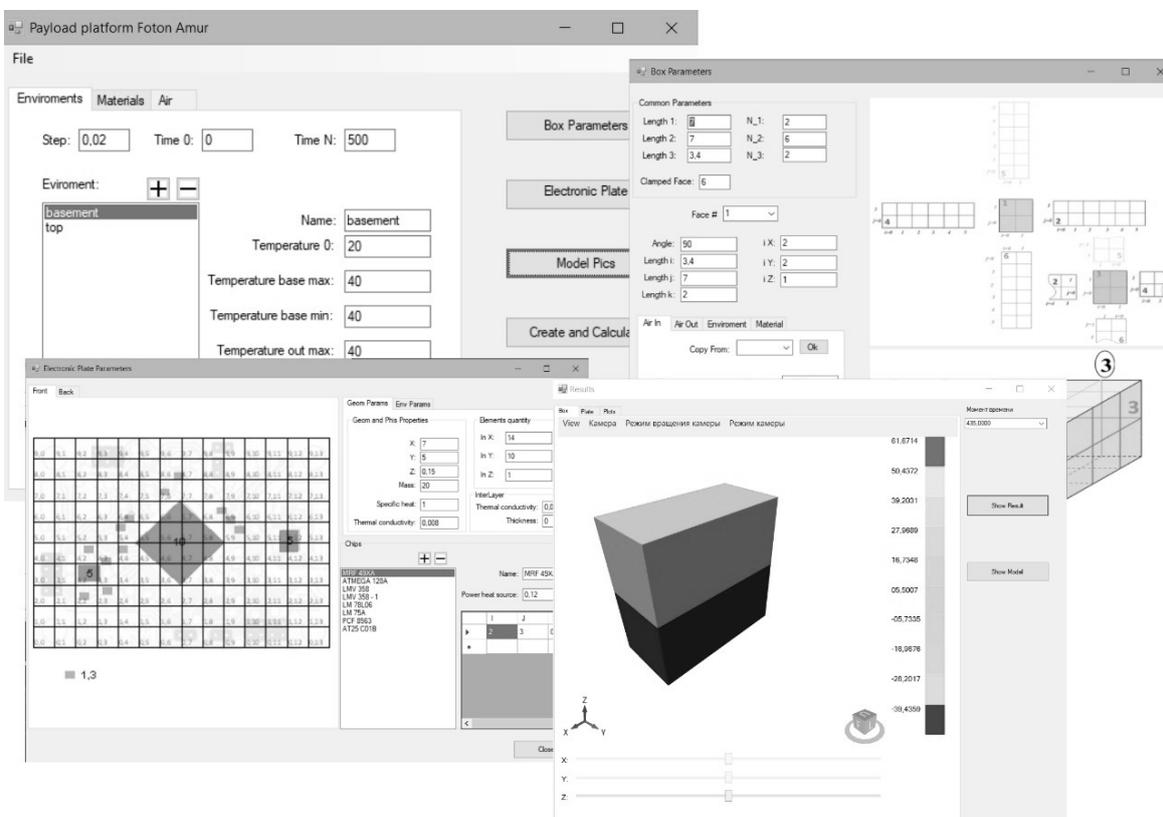


Рис. 5. Программное обеспечение для моделирования температурных полей МПН-ФА 1.1

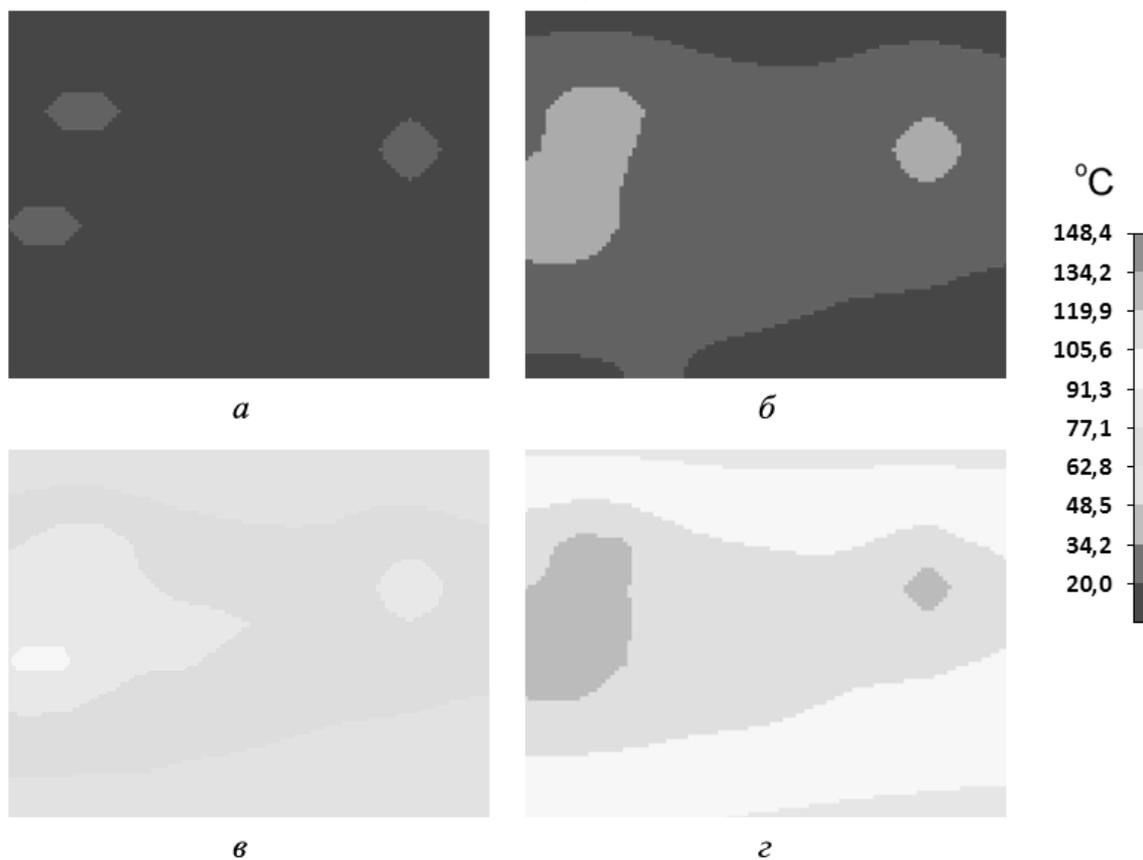


Рис. 6. Температурные поля на плате в моменты времени:  
а — 1,5 мин; б — 15 мин; в — 150 мин; г — 300 мин

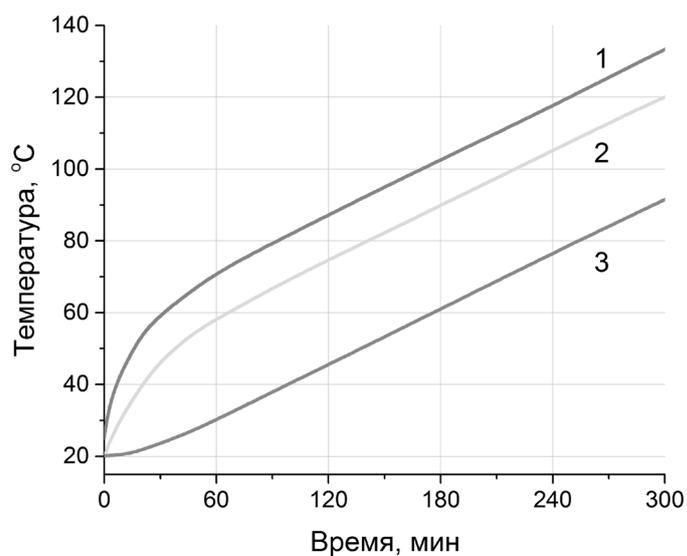


Рис. 7. Графики изменения температуры на компонентах платы при вакуумировании платы и кожуха:  
1 — LMV358; 2 — ATMEGA128A; 3 — нижняя грань кожуха

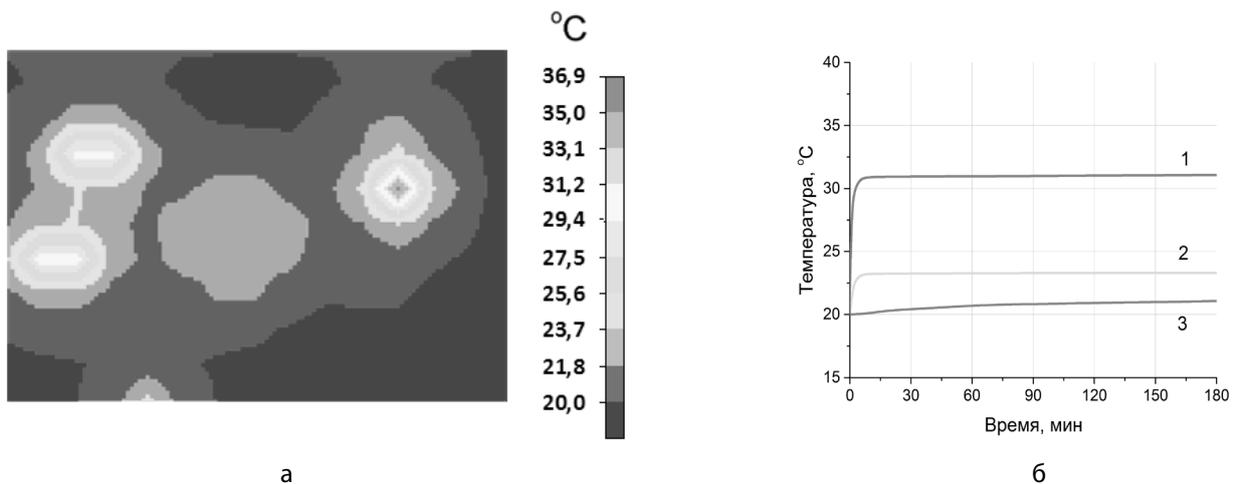


Рис. 8. Температурное поле на плате после установления теплового равновесия(а) и графики изменения температуры на компонентах платы при наличии воздуха внутри кожуха (б):  
 1 — LMV358; 2 — ATMEGA128A; 3 — нижняя грань кожуха

$$\text{где } \varepsilon_{II} = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \varepsilon_2)}$$

приведенная степень черноты поверхностей тел, между которыми происходит теплообмен;  $0 < \varepsilon_1, \varepsilon_2 < 1$  — степени черноты поверхностей тел;  $T_1, T_2$  — температуры поверхностей тел в °C.

#### Тепловая модель модуля полезной нагрузки

Для расчета температурных полей с помощью математической модели (1)-(6) необходимо создать тепловую модель изучаемого прибора или устройства. Тепловая модель состоит из элементарных тепловых объемов и связей между ними и окружающей средой.

В данной работе исследование температурных полей элементов наноспутников было проведено на примере модуля полезной нагрузки Фотон-Амур 1.1 (МПН-ФА 1.1) (рис. 1), разработанного в Амурском государственном университете для использования в наноспутнике Московского авиационного института.

Функциональная схема, размеры, компоновка и элементный состав МПН-ФА (рис. 1) были существенно переработаны по сравнению с первой версией прототипа [12]. Согласно требованиям Московского авиационного института, размер МПН-ФА был изменен для размещения в блочной системе. Возможный вариант крепления печатной платы МПН-ФА 1.1 и размещение кожуха в корпусе показаны на рис. 2.

Подобный вариант размещения в экранированном корпусе, с одной стороны позволяет снизить, а в некото-

рых случаях исключить полностью, воздействие на другие узлы спутника непреднамеренных электромагнитных помех, как создаваемых модулем, так и обратное влияние на модуль со стороны аппаратуры наноспутника. С другой стороны, подобное размещение требует исследования температурных полей данного устройства.

Тепловая модель МПН-ФА 1.1 показана на рис. 3, тепловая модель кожуха представлена на рис. 4.

#### Программное обеспечение и компьютерные эксперименты

Для расчета температурных полей МПН-ФА 1.1 было создано оригинальное программное обеспечение (рис. 5).

На первом этапе изучались температурные поля платы МПН-ФА 1.1 без учета дополнительного нагрева кожуха. Рассматривалось два варианта. В первом варианте предполагалось, что снаружи и внутри кожуха находится вакуум. Во втором варианте считалось, что внутри кожуха находится воздух. Температура в начальный момент времени принималась равной 20 °C. Теплофизические параметры материала кожуха соответствуют алюминиевому сплаву V93.

На рис. 6 приведены результаты моделирования — температурные поля на электронной плате в разные моменты времени.

На рис. 7 представлены временные зависимости изменения температуры на компонентах платы и нижней грани кожуха. Графики изменения температуры по-

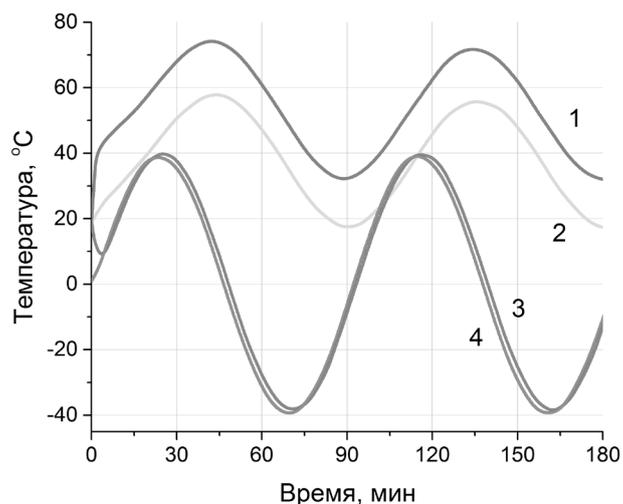


Рис. 9. Изменение температуры на компонентах платы и кожуха при гармоническом тепловом воздействии на нижнюю грань кожуха:

1 — LMV358; 2 — ATMEGA128A; 3 — верхняя грань кожуха; 4 — нижняя грань кожуха

строены для элементов с наибольшим тепловыделением — ATMEGA128A (ЭО (7,6) на рис. 3) и LMV358 (ЭО (11,6) на рис. 3).

На рис. 8 приведены результаты моделирования для случая герметизации кожуха, внутри которого находится воздух при давлении равном 1 атм.

На следующем этапе было изучено влияние гармонического изменения температуры на температурные поля МПН-ФА 1.1. При моделировании предполагалось, что нижняя грань кожуха закреплена, и ее температура изменяется по гармоническому закону с амплитудой 40 °C и с периодом 91.3831 мин, что примерно соответствует движению наноспутника по орбите высотой 350 км. Также предполагалось, что пространство вокруг и внутри кожуха можно считать вакуумом. Графики изменения температуры на элементах платы, верхней и нижней грани кожуха показаны на рис. 9.

Как видно из рис. 7 и 8, при ступенчатом изменении температуры желательно избегать вакуумирования электронной платы даже при отсутствии дополнительного теплового воздействия на кожух модуля.

С другой стороны, при наличии гармонического теплового воздействия на грани кожуха, одна или несколь-

ко его граней могут служить для электронной платы тепловым шунтом для сброса лишнего тепла даже в условиях вакуумирования (рис. 9). Следовательно, подбором материалов и других характеристик кожуха можно добиться, чтобы температура на электронных компонентах платы модуля полезной нагрузки не достигала некомфортных для электроники значений при нахождении наноспутника на орбите.

## Заключение

В работе были исследованы тепловые поля блока с электронной платой в условиях эксплуатации в космическом пространстве на примере модуля универсальной платформы полезной нагрузки Фотон-Амур 1.1. Установлено влияние ступенчатого и гармонического изменений температуры на тепловые поля электронной платы. Продемонстрирована возможность применения модифицированного метода тепловых балансов к расчёту нестационарных неоднородных тепловых полей электронных плат наноспутников. Выработаны предложения по использованию пассивных и активных методов стабилизации тепловых полей универсальной платформы полезной нагрузки Фотон-Амур 1.1.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 19-08-00839

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акишин А. И., Новиков Л. С. Воздействие окружающей среды на материалы космических аппаратов. — М.: Знание, 1983. 64 с., ил. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Космонавтика, астрономия», № 4).
2. Егоров А. М. Анализ возможных отказов типового наноспутника // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т. 59. № 6. С. 471–476.

3. Резник С. В., Просунцов П. В., Денисов О. В., Петров Н. М., Ли В. Расчетно-экспериментальная методика определения тепло-проводности композиционно-го материала корпуса наноспутника // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2017. Т. 18. № 3. С. 345–352.
4. Романов А. А., Селиванов А. С., Тюлин А. Е. Перспективы разработки малоразмерных космических аппаратов различного целевого назначения АО «Рос-сийские космические системы» // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т. 59. № 6. С. 415–422.
5. Фатеев В. Ф., Давлатов Р. А., Лопатин В. П. Применение навигационной аппаратуры ГНСС на борту наноспутника // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2018. Т. 61. № 5. С. 437–445.
6. Белоконов И. В., Крамлих А. В., Мельник М. Е. Оценка пространственной ориентации и угловой скорости наноспутника по анализу геометрической ви-димости навигационных космических аппаратов с использованием управляемой диаграммы направленности навигационной антенны // В сборни-ке: XXIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. Сборник материалов. Главный редактор В. Г. Пешехонов. 2017. С. 416–419.
7. Белоконов И. В., Богатырев А. М., Крамлих А. В. Разработка и исследование алгоритмов определения относительной навигации и ориентации на основе дальномерных измерений // В сборнике: Юбилейная XXV Санкт-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным си-стемам Сборник материалов. Главный редактор В. Г. Пешехонов. 2018. С. 329–336.
8. Нестерин И. М., Пичхадзе К. П., Сысоев В. К., Финченко В. С., Фирсюк С. О., Юдин А. Д. Предложение по созданию устройства для схода наноспутников cubesat с низких околоземных орбит // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. 2017. № 3 (37). С. 20–26.
9. Пайсон Д. Малые спутники в современной космической деятельности // Технологии и средства связи. 2016. № 6 (117). С. 64–69.
10. Барулина М. А., Джашитов В. Э., Панкратов В. М. Математическое моделирование нестационарных тепловых процессов, термоупругого напряженно-де-формированного состояния и прочности датчика температур при тепловом ударе // Проблемы машиностроения и надёжности машин. 2008. № 4. С. 52–58.
11. Джашитов В. Э., Панкратов В. М. Датчики, приборы и системы авиакосмического и морского приборостроения в условиях тепловых воздействий / под общей ред. В. Г. Пешехонова. СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электронприбор», 2005. — 404 с.
12. Барулина М. А., Голиков А. В., Фомин Д. В., Струков Д. О. Моделирование трехмерных неоднородных тепловых полей электронных плат наноспутников // Электронные информационные системы. 2018. № 2(17). С. 22–30. DOI: 10.17586/0021–3454–2018–61–5–185–189

© Барулина Марина Александровна ( marina@barulina.ru ), Фомин Дмитрий Владимирович ( e-office@yandex.ru ),

Голиков Алексей Викторович ( algolikov@yandex.ru ),

Струков Дмитрий Олегович ( toklooo@yandex.ru ), Герман Анна Сергеевна ( dream\_of\_rains@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Саратов

# МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ OFDM-СИСТЕМ И ОБРАБОТКИ РАДИОСИГНАЛА В ПРОГРАММЕ MATLAB SIMULINK

## METHODS OF BUILDING OFDM SYSTEMS AND RADIO SIGNAL PROCESSING IN MATLAB SIMULINK

**A. Dyomko  
O. Semenov**

*Summary.* In this article the propagation of a radio signal and the methods of its processing and transmission, which reduce the number of bit errors and increase the noise immunity of a data transmission system are studied. The main aspects of model-oriented design and simulation modeling are considered. In this work the MatLab code for the OFDM method of processing a radio signal are used. Dependency graphs explaining the effect of the impacting interference on the propagated signal are obtained. During the simulation, models of MIMO-OFDM systems using a radio channel for quadrature amplitude modulation types 64 and 16QAM are described.

*Keywords:* OFDM system, radio signal, amplitude modulation, MatLab Simulink, convolutional coding, MIMO, Gaussian noise, error probability coefficient BER.

**Дёмко Анатолий Ильич**

*К.т.н., доцент, Сургутский государственный  
университет  
dai321@mail.ru*

**Семенов Олег Юрьевич**

*К.ф.-м.н., доцент, Сургутский государственный  
университет  
ous.tutor.phinma@mail.ru*

*Аннотация.* В данной работе рассмотрены вопросы распространения радиосигналов, методы их обработки и передачи, позволяющие уменьшить количество битовых ошибок и повысить помехоустойчивость системы передачи данных. Рассмотрены основные аспекты модельно-ориентированного проектирования и имитационного моделирования. В работе применялся код программы MatLab для метода OFDM обработки радиосигнала. Получены графики зависимостей, поясняющие влияние помех на радиосигнал. В ходе проведения моделирования описаны модели MIMO-OFDM систем с применением радиоканала для квадратурной амплитудной модуляции 64QAM и 16QAM.

*Ключевые слова:* OFDM-система, радиосигнал, амплитудная модуляция, MatLab Simulink, сверточное кодирование, MIMO, гауссовский шум, коэффициент вероятности ошибок BER.

**В** условиях городской застройки используется отражение радиоволны от объектов с последующим его многолучевым распространением до приемника. Технология OFDM совместно с применением пространственного разнесения MIMO является одним из основных методов увеличения пропускной способности. Для передачи информации в системах широкополосного беспроводного доступа используются OFDM-сигналы, которые состоят из набора ортогональных поднесущих с частичным перекрытием спектра. OFDM применяют в каналах с частотно-селективным замиранием, в технологии передачи данных ADSL, беспроводной локальной сети Wi-Fi, сети дальнего действия WiMax, LTE, в цифровом кабельном (DVB-C), цифровом эфирном телевидении (стандарт DVB-T) и внедряемом стандарте 5G [1–14].

Технология ортогонального частотного мультиплексирования OFDM основана на формировании сигналов с использованием множества поднесущих частот

(частотных каналов), отличающихся на величину  $\Delta f$ , которая подбирается из условия ортогональности соседних поднесущих колебаний. Как правило, её значение варьируется от 1 до 8 кГц, в зависимости от режима передачи. Ортогональность сигналов предполагает, что частоты поднесущих гармонических колебаний соотно-

сятся между собой, что позволяет адаптивно регулировать скорость потока данных и помехоустойчивость для каждого канала (пользователя) в отдельности.

Сигнал на выходе OFDM демодуляторов при условии идеальной символьной и частотной синхронизации может быть представлен [4–6]:

$$\begin{bmatrix} y_k^I(n) \\ \vdots \\ y_k^{RX}(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_k^{1,1}(n) & \dots & H_k^{TX,1}(n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ H_k^{1,RX}(n) & \dots & H_k^{TX,RX}(n) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_k^I(n) \\ \vdots \\ s_k^{TX}(n) \end{bmatrix} \times e^{j\psi(n)} + \begin{bmatrix} w_k^I(n) \\ \vdots \\ w_k^{TX}(n) \end{bmatrix} \quad (1)$$

где  $n$  — номер OFDM символа,

$s_k^{TX}(n)$  — сигнал в  $k$ -ом частотном подканале,

$H_k^{TX,RX}(n)$  — коэффициент передачи сигнала в канале,

$w_m(n)$  — аддитивный белый гауссовский шум с дисперсией  $\sigma_w^2$ ,

$N$  — число поднесущих,

$e^{j\psi(n)}$  — фазовая ошибка,

для частотных подканалов

$$\psi_m = \text{Arg} \left( \frac{1}{N_c} \sum_{v=0}^{N_c-1} \exp(i\theta_m(v)) \right),$$

где  $\theta_j(n)$  — фазовый шум в  $j$ -ом канале.

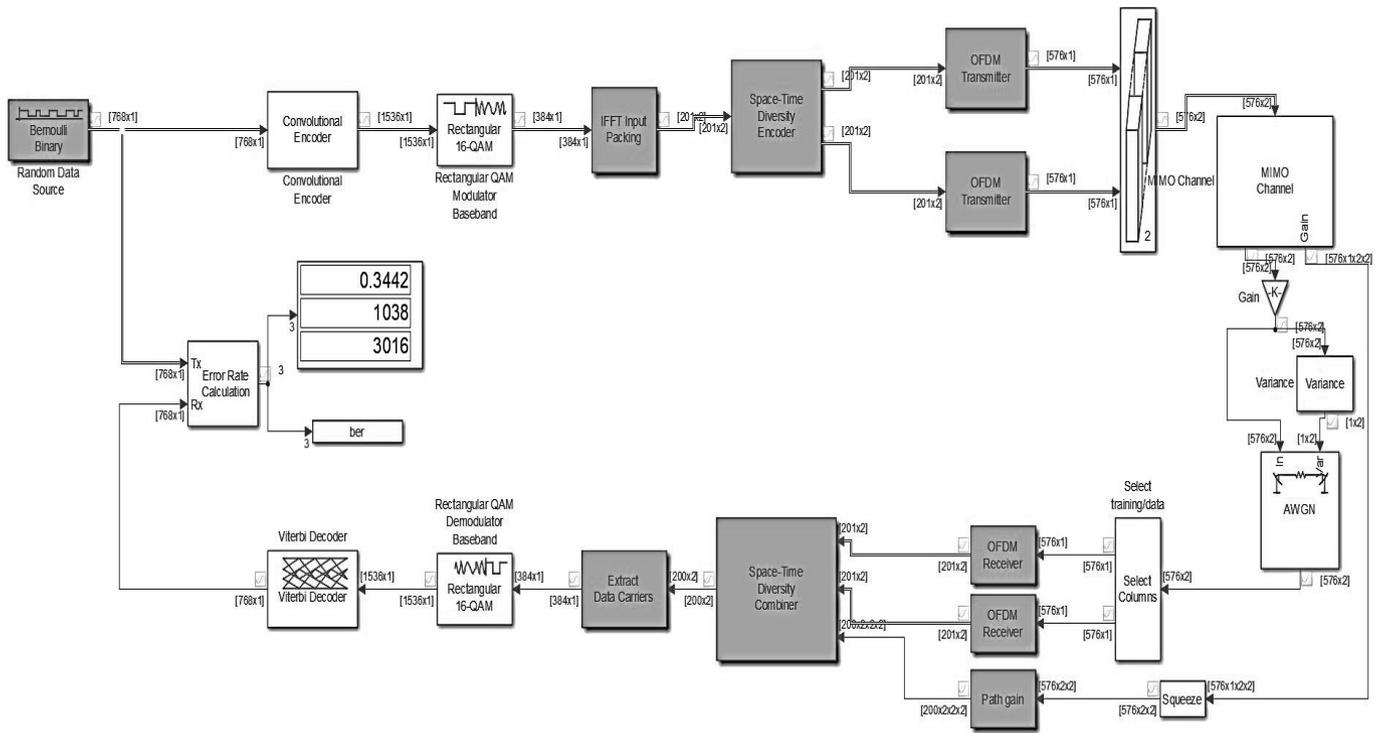


Рис. 1. Схема преобразования радиосигнала в системе MIMO-OFDM

Корреляционная функция для частотной характеристики радиоканала  $H_k^{TX,RX}(n)$ :

$$r_{k,l}(n, m) = E\{H_k(n), H_l^*(n-m)\} = J_0(2\pi f_d m T) \times \frac{1 - j2\pi(l-k)\sigma_t / T}{1 + 4\pi^2(l-k)^2 \sigma_t^2 / T^2} = r_{k,l}(m), \quad (2)$$

где  $f_d$  — максимальное Доплеровское смещение по частоте,

$\sigma_t$  — максимальной разброс задержек лучей в многолучевом канале,

$T$  — период OFDM-символа,

$J_0(\cdot)$  — функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Корреляционная функция  $H'_k(n)$  определяется из выражения:

$$r'_{k,l}(m) = r_{k,l}(m) \times R_{e^{j\psi(n)}}, \quad (3)$$

где  $R_{e^{j\psi(n)}}$  - корреляционная функция фазового шума (ФШ)  $\psi(n)$ , прошедшего через нелинейный элемент с характеристикой  $e^{\psi}$ .

Сигнал на выходе OFDM (1) принимает вид:

$$y(n) = D(n) \cdot x(n) + w(n) \quad (4)$$

где

$$y(n) = [y_1^1(n) \ \dots \ y_N^1(n) \ \dots \ y_1^{RX}(n) \ \dots \ y_N^{RX}(n)]^T,$$

$$w(n) = [w_1^1(n) \ \dots \ w_N^1(n) \ \dots \ w_1^{RX}(n) \ \dots \ w_N^{RX}(n)]^T,$$

$$D(n) = \begin{bmatrix} D^1(n) & \dots & D^{TX}(n) & 0_N & \dots & 0_N & 0_N & \dots & 0_N \\ 0_N & \dots & 0_N & \ddots & \ddots & \ddots & 0_N & \dots & 0_N \\ 0_N & \dots & 0_N & 0_N & \dots & 0_N & D^1(n) & \dots & D^{TX}(n) \end{bmatrix},$$

и  $S^{tx}(n)$  — диагональная матрица размерности  $N_c \times N_c$ , по диагонали которой расположены элементы  $S_k^{tx}(n)$ .

Модель MIMO-OFDM сигнала, заданная формулой (4), позволяет воспользоваться теорией многомерной фильтрации, оптимальной оценки канальной матрицы  $H_k(n)$  и групповой фазовой ошибки  $\psi_k(n)$ .

Построим модель MIMO-OFDM системы и получим графики зависимостей, определяющие влияние помех на радиосигнал. В качестве исходных данных программного кода программы использовались следующие параметры:

- ◆ число несущих: 64,
- ◆ используемое кодирование — сверточное,
- ◆ размер одного блока 96 бит,
- ◆ общее количество блоков 100,
- ◆ модуляция 16-QAM,

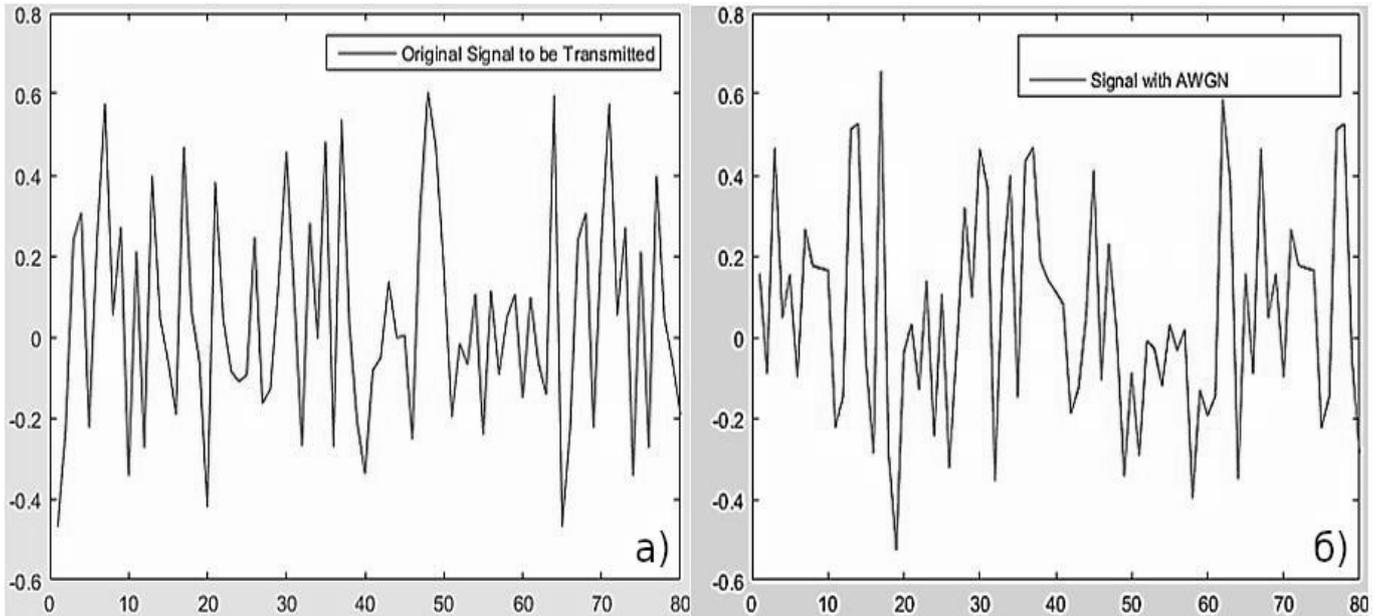


Рис. 2. Спектры передаваемых OFDM сигналов в радиоканале:  
а) сигнал без шума, б) с внесением шума

- ◆ число пилотных сигналов 4,
- ◆ циклический префикс 25%.

Схема приёма-передачи радиосигнала в MIMO-OFDM, представленная на рис. 1, включает следующие функциональные блоки: двоичный генератор случайных данных Бернулли, сверточный кодер, прямоугольный QAM (Quadrature Amplitude Modulation — квадратурная амплитудная модуляция) модулятор, блок ОБПФ (обратное быстрое преобразование Фурье), пространственно-временной кодер, OFDM-передатчик, блок конкатенации, MIMO канал, усилитель сигнала, блок дисперсии, аддитивный канал белого гауссовского шума, многопортовый селектор, уплотнитель, OFDM-приемник, пространственно-временной сумматор, блок извлечения данных несущих, QAM модулятор, декодер Витерби, блок расчета битовых ошибок, дисплей. В генераторе случайной двоичной последовательности Бернулли задается вероятность нуля — 0,5, время выборки —  $10^{-8}$ , тип выходных данных (генерация логических значений), при этом используются случайные двоичные символы с применением распределения Бернулли, количество выборок в одном фрейме — 768, формат выходного сигнала — в виде фреймов. При наличии большого числа рассеивателей на пути распространения сигнала используется гауссова модель канала.

Свёрточное кодирование двоичных данных происходит с использованием функции `poly2trellis`, которая принимает полиномиальное описание и преобразует его в решетчатое. Для создания решетки вводятся па-

раметры длины кодового ограничения равное 9, и порождающие полиномы, которые равны 561 и 753, что соответствует двоичному представлению 101110001 и 111101011, соответственно. Выбранный режим работы — непрерывный.

Кодирование последовательности происходит с помощью регистра сдвига. В модуляторе возможно задание следующих параметров: тип входных (последовательность бит) и выходных данных, разрядность квадратурной модуляции, метод нормализации (масштабирования) сигнального созвездия (минимальное расстояние между символами, средняя либо пиковая мощность), а также средняя мощность, приведённая к 1 Ом (Вт), фаза (рад). Блок ОБПФ содержит преобразователь сигнала с возможностью задания выходных размеров и параметров матрицы, мультипортовый селектор и блок конкатенации (объединения).

Блок пространственно-временного кодирования кодирует входные последовательности сигналов с помощью ортогонального пространственно-временного кода. Входящий в блок кодер формирует матрицу по определенному закону, каждая строка поступает на передающие антенны отдельно. В этом блоке можно выбрать количество передающих антенн (от 2 до 4). В OFDM передатчике происходит добавление защитных интервалов, усиление сигнала, добавление циклического префикса. Далее сигналы из передатчиков объединяются в один MIMO канал. Параметры MIMO канала: частота дискретизации равна  $5 \cdot 10^7$  Гц, задержки дискретного

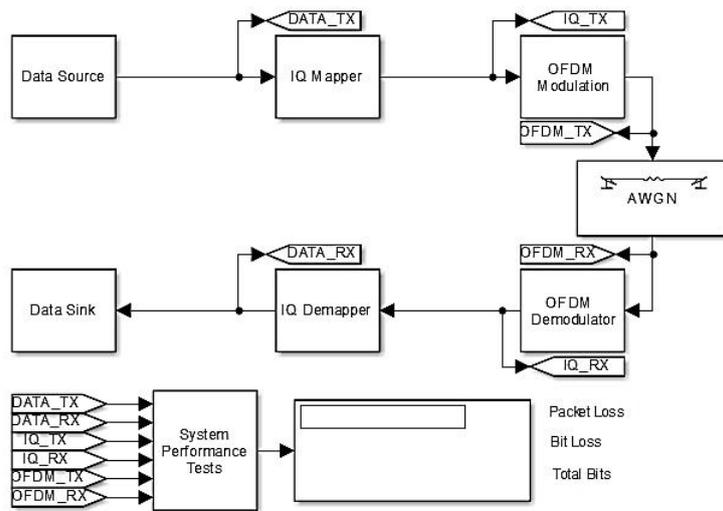


Рис. 3. Имитационная блок-схема канала OFDM для 16QAM

На рис. 4а), 4б) и рис. 5а), 5б) представлены сигнальные плоскости канального символа 16-QAM и её изменение после прохождения по каналу сигнала с затуханием.

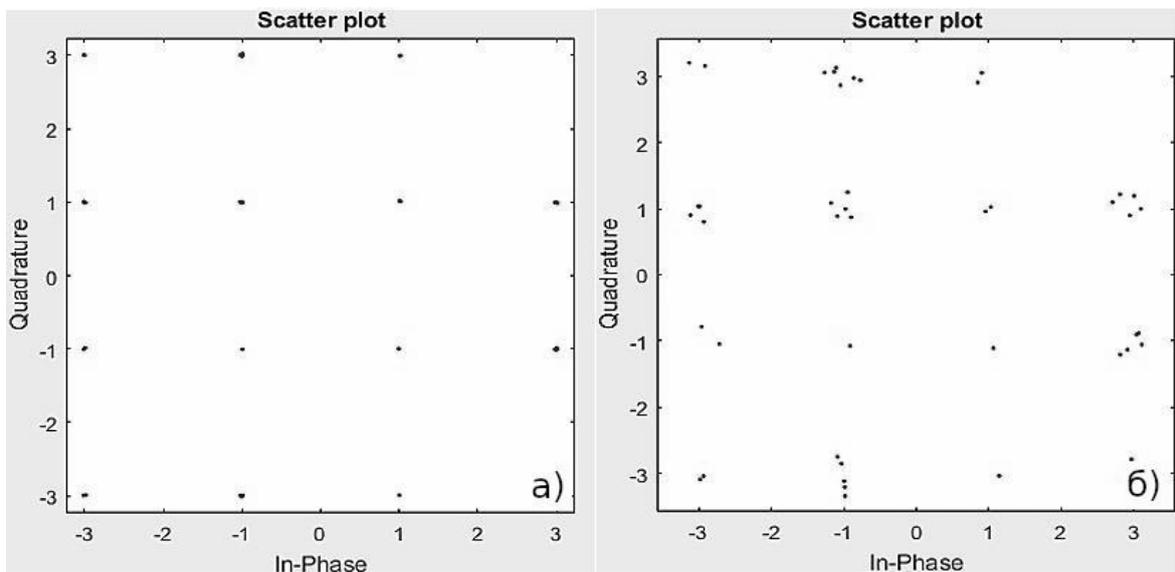


Рис. 4. Сигнальная плоскость канального символа: а) при 16-QAM, б) изменение положения сигналов

тракта 0, среднее усиление тракта 0, среднее усиление тракта нормализовано до 0 дБ, затухающее распределение — релейевское, максимальный доплеровский сдвиг частоты 100 Гц.

В блоке Variance (дисперсии) значение дисперсии определяется по каждому столбцу матрицы, в нём происходит преобразование кадров и перевод входного значения мощности в дБ. В радиоканале к сигналу до-

бавляется белый шум. Обработка данных производится на основе представления входных столбцов в качестве отдельных каналов. Параметр начальных данных для гауссовского генератора шума 67. Начальные данные могут принимать как скалярные значения, так и быть вектором, длина которого равна числу каналов входного сигнала. Блок Squeeze (блок уплотнения) удаляет одноэлементные значения многомерного входного сигнала, измерения которого равны 1.

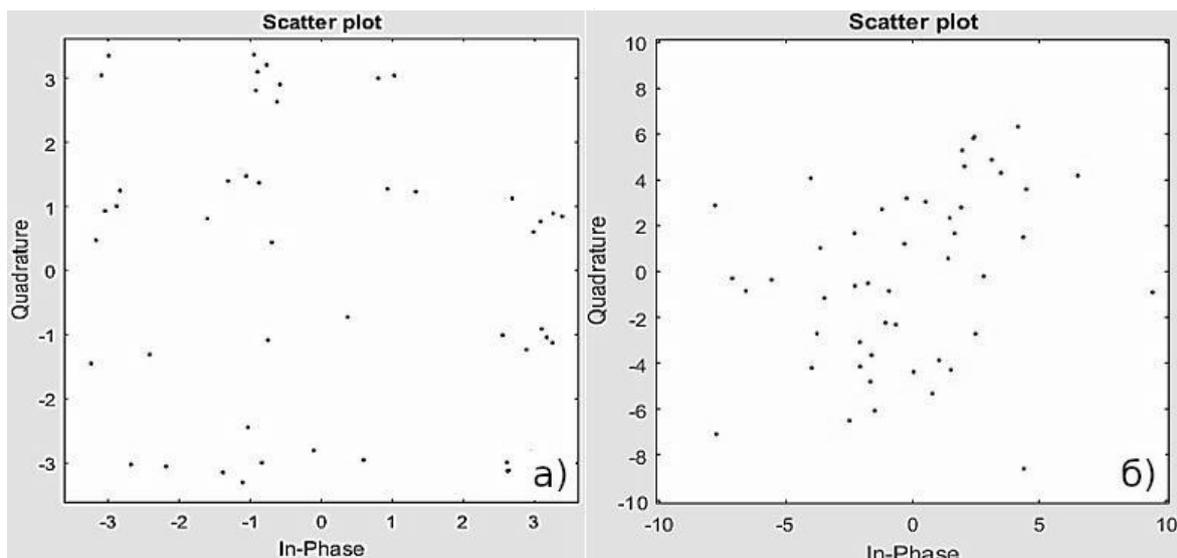


Рис. 5 Изменение сигнальной плоскости при 16-QAM:  
а) затухание сигнала, б) ослабление с потерей сигнала

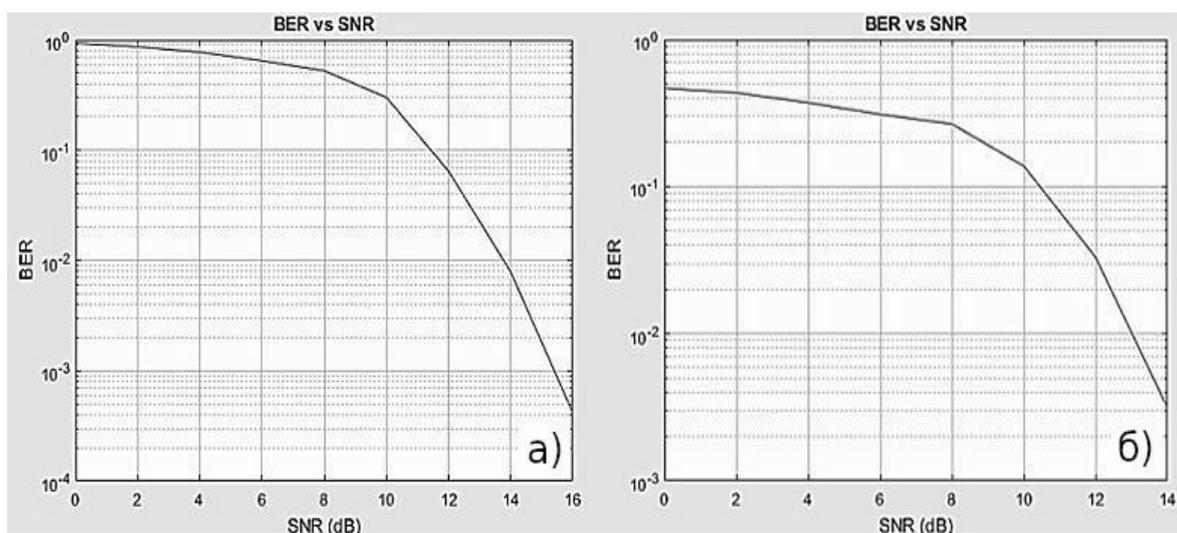


Рис. 6 Графики зависимости вероятности ошибки на бит (BER):  
а) отношение сигнал/шум (SNR), б) с применением коррекции ошибки

В результате запуска программного кода получены спектры передаваемых OFDM сигналов в канале без шума (рис. 2а) и с внесением в схему аддитивного белого гауссовского шума (рис. 2б).

Сравнение полученных данных позволяет заметить, что отдельные «пики» под действием шума объединились и изменили значение амплитуды, что усложняет их распознавание на приёмной стороне и вносит ошибки. Для анализа принятых сигналов используются сигнальные созвездия, с помощью которых можно определить

некоторые виды искажения сигнала. Оценка происходит из условия наилучшего приближения к переданному сигналу, так, при больших искажениях на приеме может быть выбрана неверная точка, что приведёт к ошибке. Тогда можно утверждать, что помехоустойчивость сигнала определяется расстоянием между двумя ближайшими точками созвездия.

Для изучения 16QAM сигнала в среде Simulink, реализована имитационная блок-схема канала OFDM, представленная на рис. 3.

Таблица 1. Допустимые значения отношения сигнал/шум SNR для различных типов модуляции

Тип модуляции	Допустимые значения SNR (max) по спецификации, дБ
BPSK	3
QPSK	9
16QAM	15,5
64QAM	21

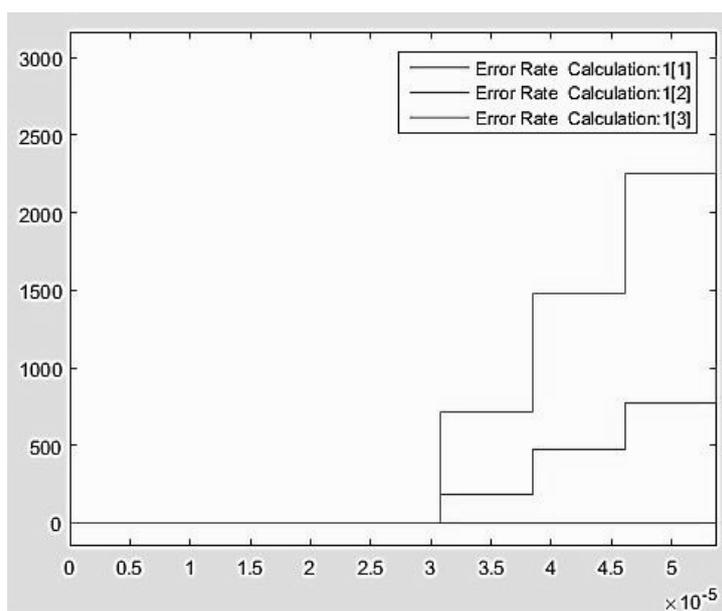


Рис. 7. График выходных данных блока расчета битовых ошибок

Гауссовский шум на сигнальной плоскости созвездия представляется в виде размытых точек, а некогерентная интерференция — в виде кругов; фазовые искажения распределены точками по окружности, а затухание сигнала — в виде точек ближе к центру.

На рисунках 6а) и 6б) представлены полученные графики зависимости вероятности ошибки на бит (BER) от отношения сигнал/шум (SNR) в зависимости от воздействующего на сигнал шума.

Для коррекции ошибок в сигнале применялся код Хэмминга, который позволяет обнаружить ошибки, возникшие при передаче данных в канале. Применение коррекции уменьшает вероятность ошибки на бит и на уровне BER=10<sup>-2</sup> энергетический выигрыш от применения кодирования составляет около 0,7 дБ. В результате моделирования максимальные полученные значения SNR составили 16 дБ и 14 дБ, что соответствует значениям в таблице 1.

В OFDM приемнике преобразуются матричные данные, удаляется циклический префикс, осуществляется быстрое преобразование Фурье, усиливается сигнал, образуются фреймы и удаляются защитные интервалы. В блоке пространственно-временного объединения происходит оценка канала. Далее, извлекаются данные поднесущих и отделяются от пилотных. Данные, кодированные сверточным кодером, декодируются с применением алгоритма Витерби с глубиной трассировки равной 56. На основе имеющихся в модели данных о передатчике и приемнике сигнала, а также о канале распространения симулятор делает вывод о наличии или отсутствии ошибки при приеме. При этом могут учитываться такие факторы, как расстояние между приемником и передатчиком, тип модуляции, уровень шума, воздействие мешающих сигналов.

В симуляторе моделируется воздействие белого гауссовского шума при задании моделей затухания и задержки. Основываясь на исходных данных моделей, си-

мулятор рассчитывает вероятности ошибочного приема одного OFDM-символа, откуда выводится вероятность ошибочного приема кадра в целом. Для оценки ошибки используются формулы (1–4). В случае интерференции с кадром данных от другого источника мешающий кадр увеличивает эквивалентный уровень шума. Параметры блока расчета коэффициента ошибок: задержка приема — 56, задержка вычислений  $768 \cdot 4$ .

В результаты запуска симуляции схемы получены следующие результаты: частота ошибок — 0,3442, количество обнаруженных ошибок 1038 и общее количество сравниваемых символов 3016. Расчет коэффициента ошибок в данном случае производится путем сравнения полученных данных с задержанной версией передаваемых данных. В блок вносятся значения задержки приёма и задержки вычислений, выбирается режим вычислений.

Параметры Рэлеевского канала для второй модели: максимальное доплеровское смещение —  $1/1000$ , средний вектор усиления — 0–12 дБ. Параметры канала АБГШ (аддитивный белый гауссовский шум) для второй модели: начальные данные для гауссовского генератора шума — 1000, SNR — 15 дБ, мощность сигнала, приведенная к 1 Ом — 0,004 Вт. Данные блока расчёта коэффициента ошибок для схемы с многолучевым Рэлеевским затуханием: частота ошибок — 0,0005647, количество обнаруженных ошибок 525 и общее количество символов

9,297 $\cdot 10^5$ . Большое разнесение результатов связано с различием параметров модулируемых схем, во второй схеме применялась 64-QAM (рис. 7).

## Результаты

моделирования показали, что на распространение радиосигнала влияют внешние факторы и методы обработки данных в приёмно-передающем тракте радиоэлектронного устройства; система коррекции улучшает работу приемника с функцией оценки параметров канала, частотно-временным рассеянием и фазовых флуктуаций приемно-передающего тракта. Использование методов модуляции цифровых сигналов с частотным разделением ортогональных несущих частот вместе с технологией пространственного разнесения радиосигнала MIMO-OFDM систем способствует более качественной работе радиоустройств. Рассмотренные методы и построенная модель могут быть использованы при решении исследовательских задач.

Работа выполнена в рамках проекта в области фундаментальных и прикладных исследований «Комплект приборов для экологического мониторинга и нефтегазового комплекса» при поддержке Департамента образования и молодежной политики (приказ от 25.08.2017 № 1281) Ханты-Мансийского автономного округа — Югры и Сургутского государственного университета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулин М. Г. Технология MIMO. Принципы и алгоритмы / М. Г. Бакулин, Л. А. Варукина, В. Б. Крейнделин; Горячая линия — Телеком. — М., 2014. — 244 с.
2. Hanzo L., Akhtman Y., Wang L., Jiang. M. MIMO-OFDM for LTE, WiFi and WiMAX. — IEEE Press, 2011. — 694 с.
3. Рашич А. В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учебное пособие / А. В. Рашич; Издательство Политехнического университета. — СПб., 2011. — 180 с.
4. Семенов О. Ю. Моделирование передачи данных с применением технологии ортогонального частотного мультиплексирования / А. И. Дёмко, М. И. Ганиев, О. Ю. Семенов, А. Ф. Шафикова // Научный потенциал молодежи и технический прогресс: Материалы II международной научно-практической конференции. — СПб.: СПбФ НИЦ МС, 2019. — 75 с.
5. Казаков Л. Н., Кукушкин Д. С., Исмаилов А. В. Система коррекции фазы в каналах передачи с ортогональным частотным и пространственным разделением сигналов / Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов для связи и вещания: Сборник материалов научно-технического семинара. Одесса, — 2007, — С. 24–29.
6. Agarwal A. Implementation and Performance Evaluation of OFDM System in Diverse Transmission Channel Using Simulink / A. Agarwal, K. Agarwal // American Journal of Electrical and Electronic Engineering. — 2015. — № 5. — PP. 117–123.
7. Семенов О. Ю. OFDM-сигналы в телекоммуникационных системах беспроводной передачи данных / О. Ю. Семенов и др. // Техника. Технологии. Инженерия. — 2018. — № 3. — С. 6–8.
8. Лемме Д. В. Характеристики передачи сигналов OFDM в многолучевых каналах / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2015. — № 2 (30). — С. 207–216.
9. Caldeirinha R. Performance Evaluation of 60 GHz OFDM Communications under Channel Impairment over Multipath Fading Channels at 60 GHz / R Caldeirinha, A. Hammoudeh, P. Pires // Sensors & Transducers. — 2016. — Vol. 204, Issue 9. — PP. 29–38.
10. Абенев Р. Р. Исследование методов эквалайзирования для систем связи с использованием OFDM сигналов / Р. Р. Абенев и др. // Вестник СибГУТИ. — 2013. — № 1. — С. 21.
11. Семенов О. Ю. Организация связи передачи данных в SCADA-системе с нижним уровнем в автоматизированной системе управления технологического процесса / Давлетов Р. Р., Семенов О. Ю. // Роль физико-математического и инженерного образования в современном обществе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Сургут, 7 ноября 2017 г.). — Сургут. гос. ун-т. — Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. — С. 22–26.

12. Стругов Ю. Ф. Стохастическое моделирование каналов с аддитивными и мультипликативными помехами. Схема реализации / Ю. Ф. Стругов // Математические структуры и моделирование. — 2015. — № 2 (34). — С. 48–63.
13. Pokamestov D. A. Concepts of the physical level of the fifth generation communications systems / D. A. Pokamestov, Y. V. Kryukov, E. V. Rogozhnikov et al. // Radioelectronics and Communications Systems. — 2017. — V. 60, № 7, PP. 285–296.
14. Wu S., Kuang L., Ni Z., Lu J., Huang D., & Guo Q. Low-complexity iterative detection for large-scale multiuser MIMO-OFDM systems using approximate message passing. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2014, — V. 8(5), PP. 902–915.

---

© Дёмко Анатолий Ильич ( dai321@mail.ru ), Семенов Олег Юрьевич ( ous.tutor.phinma@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭМУЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЛОГИЧЕСКИХ УРОВНЯХ АРХИТЕКТУРЫ УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПЬЮТЕРОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Зарубский Владимир Георгиевич**

К.т.н., доцент, Пермский институт ФСИИ России  
volen3030@rambler.ru

**COMPARATIVE ANALYSIS  
OF EMULATION PROCESSES  
AT LOGIC LEVELS OF ARCHITECTURE  
OF CONTROL COMPUTERS  
OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS**

**V. Zarubskiy**

*Summary.* The basis of modern automated control systems are control computers with the property of functional redundancy at all logical levels of their architecture. The reliability of the operation of such control systems directly depends on the reliability of the operation of control computers. An increase in their reliability is seen in the practical implementation of the theory of structural stability, based on the implementation of emulation processes due to the properties of functional redundancy present in them. The article presents the results of an analysis of the possibility of implementing emulation processes at all logical levels of the architecture of control computers and draws conclusions about their effectiveness at various levels.

*Keywords:* reliability, control computer, structural stability, functional redundancy, emulation.

*Аннотация.* Основой современных автоматизированных систем управления являются управляющие компьютеры, обладающие свойством функциональной избыточности на всех логических уровнях их архитектуры. Надежность функционирования таких систем управления напрямую зависит от надежности функционирования управляющих компьютеров. Повышение их надежности видится в практической реализации положений теории структурной устойчивости, основанной на выполнении эмуляционных процессов за счет присутствующих в них свойств функциональной избыточности. В статье представлены результаты анализа возможности реализации эмуляционных процессов на всех логических уровнях архитектуры управляющих компьютеров и сделаны выводы об их эффективности на различных уровнях.

*Ключевые слова:* надежность, управляющий компьютер, структурная устойчивость, функциональная избыточность, эмуляция.

## Введение

**П**роведенные ранее исследования в области выявления функциональной избыточности логических уровней архитектуры ЭВМ [1, 2, 5–8] и ее использования в целях повышения надежности компьютерного сопровождения процессов управления различными системами повышенной ответственности (ракетно-космические системы, системы атомной энергетики, транспортные системы, системы вооружения и др.), свидетельствуют о значительных ресурсах живучести управляющих компьютеров (УК) специального назначения. Однако, реализация обнаруженных запасов структурной устойчивости УК невозможна без разработки эффективных алгоритмов адаптации УК как функциональной системы к стохастически меняющемуся функциональному состоянию (ф-состоянию).

## Материал и методы исследования

Естественно, процессы адаптации на различных уровнях архитектуры УК (рис. 1) имеют отличительные

стороны вследствие специфики организуемых на них эмуляционных процессов. Но в них должно быть и много общего, связанного с единой методологией структурной устойчивости [8], что позволяет утверждать о целесообразности построения некоторой базовой методики разработки алгоритмов адаптации, которая с небольшими изменениями могла бы быть использована в более широком смысле. Для обоснованного выбора базового уровня архитектуры настоящего исследования, очевидно, следует провести сравнительный анализ эмуляционных процессов на ряде логических уровней архитектуры. В качестве универсального эталона можно предложить характеристики готовности исправного УК, относительно которых предполагается подвергнуть сравнительному анализу все изменения, сопровождающие этапы возникновения и алгоритмической компенсации отказов аппаратуры, и вытекающие из этого задачи адаптации.

Исправный УК характеризуется тройкой  $(\theta, T, A_0)$ , где  $\theta = \{\theta; |\theta|\}$  — система команд,  $T = \{t; |T| = |\theta|\}$  — временные характеристики ее быстродействия, причем,  $\theta \leftrightarrow T$ , т.е. введенные множества находятся во взаимо-



Рис. 1. Обобщенная архитектура перспективных УК

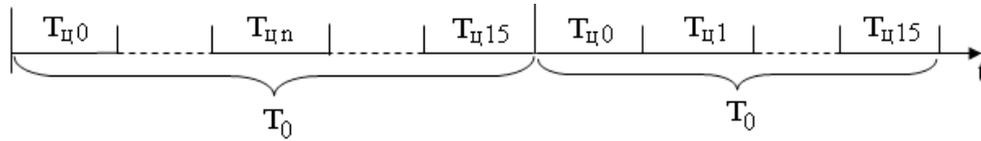


Рис. 2. Структура циклов работы УК

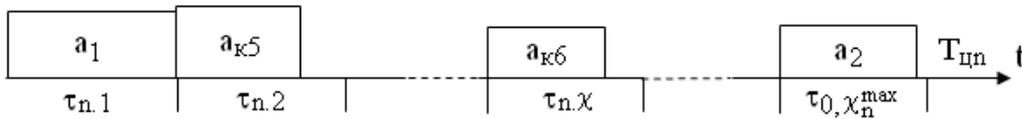


Рис. 3. Загрузка УК частными задачами управления из A

однозначном соответствии,  $A_0 = \{a; |A_0\}$  — множество алгоритмов (программ) специального программного обеспечения (СПО), на данном этапе исследования служащие временной характеристикой производительности, поскольку для каждого алгоритма  $a \in A$  его самая продолжительная реализация (доминанта) со смесью команд

$$\Xi_a^m = \{\xi_a^m; |\theta|\}$$

удовлетворяет отношению

$$\sum_{i=1}^{|\theta|} \xi_{ai}^m t_i \leq \tau_a, a \in A_0, \tau_a \in \mathfrak{T}_0, A_0 \leftrightarrow \mathfrak{T}_0, \quad (1)$$

где  $\tau_a$  — время, предоставляемое для решения а-го алгоритма в цикле УК  $T_{ц}$  из расчета

$$\sum_{\chi=1}^{\chi_n^{max}} \tau_{n\chi} \leq T_{ц}, n = \overline{0,15}, \tau_{n\chi} \in \mathfrak{T}_0, \quad (2)$$

что соответствует предельной загрузке УК на протяжении 16 циклов  $T_{ц}$ , составляющих большой цикл УК  $T_0$ , охватывающий все задачи управления из A (рис. 2, 3).

На рисунке 3 показана типовая загрузка управляющих алгоритмов в цикле  $T_{ц}$  УК согласно выражения (2). Традиционно в каждом цикле первые и последние алгоритмы повторяются: алгоритм  $a_1$  — является модулем выдачи готовности, а алгоритм  $a_2$  — модуль телеметрии. Остальные управляющие программы из множества A,  $a_{к1}, a_{к2}, \dots, a_{к8} \in A$  распределяются по телу цикла в соответствии с выполняемым этапом заданного режима системы управления.

Отказы в аппаратуре УК могут исказить ее логическое представление на одном или нескольких уровнях архитектуры в форме сокращения функциональной системы этих уровней. При этом УК теряет свою работоспособность даже в тех случаях, когда поврежденные

системы сохраняют функциональную полноту и потенциально способны решать все алгоритмы из  $A$ . Это обстоятельство объясняется тем, что микропрограммные и программные средства изначально разрабатываются из расчета целостности всех функциональных подсистем УК. Поэтому каждая утрачиваемая функция системы становится для этих средств нетерминальной, а сами средства — неприемлемы. Создание же альтернативных вариантов алгоритмов для каждого теоретически возможного функционально полного состояния УК нельзя считать перспективным из-за невозможности их размещения в ограниченной по емкости памяти.

Единственным способом поддержания работоспособности УК в условиях стохастически возникающих функциональных отказов (ф-отказов) следует считать восстановление утраченных функций на сохранившемся функциональном базисе, т.е. эмуляцию. Естественно, эмуляционные процессы влияют на характеристики восстанавливаемого УК, переводя тройку  $(\theta, T, A)$  в тройку  $(\theta', T', A')$  по схеме

$$(\theta, T, A) \rightarrow \text{ф-диагностирование} \rightarrow \xrightarrow{\text{Адаптация}} \xrightarrow{\text{ф-адаптация} \rightarrow A - \text{адаптация}} (\theta', T', A'), (3)$$

функциональное диагностирование (ф-диагностирование) — логическое представление УК после проявления отказа в аппаратуре [3], функциональная адаптация (ф-адаптация) — восстановление работоспособного состояния УК [4], алгоритмическая адаптация (А-адаптация) — установление состава алгоритмов, удовлетворяющих требованиям отношения (1).

Рассмотрим особенности предложенной схемы адаптации на различных уровнях архитектуры.

### Логический уровень аппаратного базиса архитектуры УК

В нерезервированной аппаратуре УК отказы физических элементов электронных схем немедленно приводят к распространению отказов на логические уровни согласно объективно существующим причинно-следственным связям, переводя УК в класс неработоспособных:

$$B_l \rightarrow \Phi_l \rightarrow M_l \rightarrow (\theta_l, T_l, -), (4)$$

где  $\Phi_l \subset \Phi$  — исправные физические элементы,  $\Phi_l \subset \Phi, M_l \subset M, \theta_l \subset \theta$  — функциональные состояния аппаратного базиса, микропрограммного и командного уровней архитектуры, неспособные обеспечить решение алгоритмов из  $A_0$ , предусматривающих наличие полной системы команд.

Если отказ УК компенсируется эмуляционными процессами на логическом уровне аппаратного базиса [6, 7] перебором ограниченного числа вариантов настройки (ф-диагностирование + ф-адаптация) толерантных элементов, то система микрокоманд как функциональная система восстанавливается, частично потеряв быстродействие относительно восстановленных микрокоманд  $M \setminus M_1$ :

$$t'_{\mu_j} > t_{\mu_j}, \mu_j \in M \setminus M_1. (5)$$

Тогда неизбежным станет снижение быстродействия команд из числа  $\theta \setminus \theta_1$

$$t'_i > t_i, \theta_i \in \theta \setminus \theta_1, (6)$$

что следует из

$$t'_i = \sum_{j_u=1}^{|M|} \xi_{Mj_u} t_{Mj_u} + \sum_{j_u=|M_1|+1}^{|M \setminus M_1|} \xi_{Mj_u} t'_{Mj_u} (7)$$

и (5). Это приводит к необходимости поиска наилучшего варианта управления подконтрольным объектом в ранжированном ряде  $A = \{A_0, A_1, \dots, A_\eta, \dots, A_{\eta_{\max}}\}$  удовлетворяющего отношению

$$\sum_{v=1}^{|\theta_1|} \xi_{ai_v}^{m'} t_{i_v} + \sum_{v=|\theta_1|+1}^{|\theta \setminus \theta_1|} \xi_{ai_v}^{m'} t'_{i_v} \leq \tau'_a, a \in A_\eta, \tau'_a \in \mathfrak{Z}_\eta (8)$$

где смеси  $\Xi_a$  в алгоритмах  $a \in A_\eta$ , в принципе сохранились, но в отношении (7) как самая продолжительная реализация алгоритма может оказаться другая —  $\Xi_a^{m'}$ , обусловленная сменой доминант. Соответственно изменится время  $\tau'_a > \tau_a$ , представляемое для решения в цикле УК  $T_\zeta$  из расчета

$$\sum_{\chi=1}^{\chi_{n\eta}^{\max}} \tau'_{n\chi} \leq T_n, n = \overline{0,15}, \tau'_{n\chi} \in \mathfrak{Z}_\eta (9)$$

Схему адаптации к текущему ф-состоянию на уровне аппаратного базиса архитектуры УК можно представить следующим образом

$$(\theta, T, A) \xrightarrow{\text{ф-отказ}} (\theta_1, T_1, -) \xrightarrow{\text{ф-адаптация}} \rightarrow (\theta, T_1 \cup T'(7)) \xrightarrow{\text{А-адаптация}} (\theta, T_1 \cup T'(7), A_\eta(8)) (10)$$

Факт восстановления готовности УК устанавливается самопроверкой, принципиально не отличающейся от общепринятой, за исключением ее повторов при необходимости и возможности принятия новых структурных решений в аппаратном базисе при первом же отри-

цательном результате очередного проверочного теста. После восстановления системы команд на основе качества отработки контрольных смесей выбирается наилучший вариант использования УК  $A_n$ .

Микропрограммный уровень архитектуры УК

Если отказ УК компенсируется на микропрограммном уровне его архитектуры организацией эмуляционных процессов для каждой отказавшей микрооперации в виде композиции, построенной на базе функционально полного ф-состояния:

$$(\forall \mu \in M \setminus M_1)(\exists \ell_\mu \in (M_1)^*)p(\ell_\mu \sim \mu), \quad (11)$$

то избыточным становится ухудшение быстродействия системы микрокоманд

$$(\forall \mu \in M \setminus M_1)p(t_{\ell_\mu} \sim t_\mu), \quad (12)$$

откуда вытекает снижение быстродействия системы команд.

Действительно, если время выполнения команд из  $\theta_1$ , не содержащих эмулируемые макрокоманды, сохраняется в рамках значений из  $T$

$$(\forall \vartheta \in \theta_1)p(t_\vartheta = \sum_{\omega=1}^{|M|} \xi_{j_\omega}^\vartheta t_{M_{j_\omega}} = \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^\vartheta t_{M_{j_\omega}}), \quad (13)$$

т.к.

$$(\forall \mu_{j_v} \in M \setminus M_1)p(\xi_{j_v}^\vartheta = 0), \quad (14)$$

то для остальных  $\vartheta \in \theta \setminus \theta_1$

$$t_\vartheta = \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^\vartheta t_{M_{j_\omega}} + \sum_{v=|M_1|+1}^{|M|} \xi_{j_v}^\vartheta t'_{M_{j_v}}, \vartheta \in \theta \setminus \theta_1, \quad (15)$$

где

$$t'_{M_{j_v}} = \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^{j_v} t_{M_{j_\omega}}, \quad (16)$$

т.е.

$$\begin{aligned} t'_\vartheta &= \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^\vartheta t_{M_{j_\omega}} + \sum_{v=|M_1|+1}^{|M|} \xi_{j_v}^\vartheta \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^{j_v} t_{M_{j_\omega}} = \\ &= \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^\vartheta t_{M_{j_\omega}} + \sum_{v=|M_1|+1}^{|M|} \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_v}^\vartheta \xi_{j_\omega}^{j_v} t_{M_{j_\omega}} = \\ &= \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \xi_{j_\omega}^\vartheta t_{M_{j_\omega}} + \sum_{\omega=1}^{|M_1|} \sum_{v=|M_1|+1}^{|M|} \xi_{j_v}^\vartheta \xi_{j_\omega}^{j_v} t_{M_{j_\omega}} = \end{aligned}$$

$$= \sum_{\omega=1}^{|M_1|} (\xi_{j_\omega}^\vartheta + \sum_{v=|M_1|+1}^{|M|} \xi_{j_v}^\vartheta \xi_{j_\omega}^{j_v}) t_{M_{j_\omega}} \quad (17)$$

Снижение быстродействия системы команд приводит к уменьшению производительности УК и необходимости выбора наилучшего варианта управления объектом в рамках выражений (8) и (9).

Схема адаптации к текущему ф-состоянию на микрокомандном уровне архитектуры УК имеет вид:

$$\begin{aligned} (\theta, T, A) &\xrightarrow{\text{ф-диагностирование}} (\theta_1, T_1, -) \xrightarrow{\text{ф-адаптация}} \\ &\rightarrow (\theta, T_1 \cup T'(17), -) \xrightarrow{\text{А-адаптация}} (\theta, T_1 \cup T'(17), A_\eta(8)). \quad (18) \end{aligned}$$

Обнаружение ф-отказа и факт восстановления готовности УК устанавливается традиционной самопроверкой, а функциональное диагностирование и организация адекватных эмуляционных процессов достигается как в предыдущем случае в соответствии методологией, опирающейся на процедуру адаптации, реализацию, в данном случае, в микропрограммной среде. Без применения дополнительного диагностического оборудования данный подход сталкивается с проблемой обеспечения достоверности результата методом самоконтроля неисправного устройства. А-адаптация осуществляется аналогично варианту, рассмотренному в подразделе ранее.

Командный уровень архитектуры УК

Организация эмуляционных процессов на данном уровне архитектуры УК [2-4] происходит путем замены отказавших команд эквивалентными композициями, построенными на базе сложившегося функционально полного ф-состояния  $\theta_1$ :

$$(\forall \vartheta \in \theta \setminus \theta_1)(\exists \ell_\vartheta \in (\theta_1)^*)p(\ell_\vartheta \sim \vartheta). \quad (19)$$

При этом очевидно, что быстродействие восстанавливаемой в логическом смысле системы команд уменьшается:

$$(\forall \vartheta \in \theta \setminus \theta_1)p(t_{\ell_\vartheta} > t_\vartheta), \quad (20)$$

откуда вытекает снижение производительности системы команд. Так, для произвольного алгоритма  $a \in A$

$$\tau'_a \geq \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} \xi_{ai_\omega}^{m'} t_{i_\omega} + \sum_{v=|\theta_1|+1}^{|\theta|} \xi_{ai_v}^{m'} t'_{i_v} > \tau_a \quad (21)$$

где

$$t'_{i_v} = \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} \xi_{i_\omega}^{i_v} t_{i_\omega}, \vartheta_{i_v} \in \theta \setminus \theta_1, \vartheta_{i_\omega} \in \theta_1. \quad (22)$$

Таблица 1. Сводная таблица схем адаптации УК

№ п/п		ф-диагност.	ф-адаптация	А-адаптация
1	Логический уровень аппаратного базиса	$\theta_1$ $T_1$ -	$\theta$ $T_1 \cup T'(7)$ -	$\theta$ $T_1 \cup T'(7)$ $A_\eta(8)$
2	Микропрограм-мный уровень архитектуры	$\theta_1(M_1)$ $T_1(T_{M_1})$ -	$\theta$ $T_1 \cup T'(7)$ -	$\theta$ $T_1 \cup T'(7)$ $A_\eta(8)$
3	Командный уровень архитектуры	$\theta_1$ $T_1$ -	$\theta_1$ $T_1 \cup T'(22)$	$\theta_1$ $T_1 \cup T'(22)$ $A_\eta(23)$
4	Макрпрограм-мный уровень архитектуры	$\theta_1$ $T_1$ -	$\theta_1$ $T_1$ $\mu_1 \cup \mu'$	$\theta_1$ $T_1$ $A_\eta(26)$

Тогда, аналогично выражения (17)

$$\tau'_a \geq \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} \xi_{ai\omega}^{m'} t_{i\omega} + \sum_{v=|\theta_1|+1}^{|\theta|} \xi_{ai v}^{m'} \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} \xi_{i\omega}^{i v} t_{i\omega} =$$

$$= \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} (\xi_{ai\omega}^{m'} + \sum_{v=|\theta_1|+1}^{|\theta|} \xi_{ai v}^{m'} \xi_{i\omega}^{i v}) t_{i\omega}, \quad (23)$$

и А-адаптация завершается в соответствии с выражением (8).

Схема адаптации к текущему ф-состоянию на командном уровне архитектуры:

$$(\theta, T, A) \xrightarrow{\text{ф-диагностирование}} (\theta_1, T_1, -) \xrightarrow{\text{ф-адаптация}}$$

$$\rightarrow (\theta_1, T_1 \cup T'(22), -) \xrightarrow{\text{А-адаптация}} (\theta_1, T_1 \cup T'(22), A_\eta(23)). \quad (24)$$

В данном случае на самопроверку УК кроме определения вида технического состояния возлагаются и задачи функционального диагностирования с параллельным установлением эмуляционных процессов. А-адаптация осуществляется аналогично уровню архитектуры.

### Макропрограммный уровень архитектуры УК

Эмуляционные процессы на этом уровне архитектуры УК [1] строятся на основе замены нетерминальных макрокоманд из состава  $M \setminus M_1$ , где  $M_1$  — множество работоспособных, опирающихся на сохранившуюся подсистему команд  $\theta_1$ , эквивалентными макрокомандами из некоторого дополнительного (запасного) списка  $M'$ :

$$(\forall M \in \mu \setminus \mu_1, M \in (\theta_1)^*) (\exists M' \in \mu', M' \in (\theta_1)^*,$$

$$|\mu_1| + |\mu'| = |\mu| p(M' \sim M). \quad (25)$$

В результате восстановления работоспособности УК без восстановления исходной системы команд  $\theta$  быстрое действие оставшихся исправными команд  $T_1$  сохраняется, но меняются смеси рабочих алгоритмов, а, следовательно, производительность УК, по схеме

$$\tau'_a \geq \sum_{v=1}^{|\mu_1|} \xi_{akv}^{m'} t_{Mk} + \sum_{v=|\mu_1|+1}^{|\mu|} \xi_{akv}^{m'} t'_{Mk} =$$

$$= \sum_{v=1}^{|\mu_1|} \xi_{akv}^{m'} \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} \xi_{Mi\omega} t_{i\omega} + \sum_{v=|\mu_1|+1}^{|\mu|} \xi_{akv}^{m'} \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} \xi'_{Mi\omega} t_{i\omega} =$$

$$= \sum_{\omega=1}^{|\theta_1|} (\sum_{v=1}^{|\mu_1|} \xi_{akv}^{m'} \xi_{Mi\omega} + \sum_{v=|\mu_1|+1}^{|\mu|} \xi_{akv}^{m'} \xi'_{Mi\omega}) t_{i\omega} \quad (26)$$

А-адаптация завершается в соответствии с выражением (26) и (9).

Схема адаптации к текущему ф-состоянию на макрокомандном уровне архитектуры примет вид:

$$(\theta, T, A) \xrightarrow{\text{ф-диагностирование}} (\theta_1, T_1, -) \xrightarrow{\text{ф-адаптация}}$$

$$\rightarrow (\theta_1, T_1, \mu_1 \cup \mu') \xrightarrow{\text{А-адаптация}} (\theta_1, T_1, A_\eta(26)). \quad (27)$$

Требования к самопроверке УК аналогичны предыдущему уровню архитектуры.

### Заключение

Обобщение результатов сравнительного анализа целесообразно выполнять, опираясь на справочную таблицу схем адаптации УК к текущему функциональному состоянию (таблица 1).

По мнению автора, итоги анализа могут быть сформулированы следующим образом:

1. Эмуляционные процессы на любом уровне архитектуры УК тем или иным образом проявляются на базовом [2–4] командном уровне, в конечном счете характеризующем текущее ф-состояние (состав команд) и ф-состояние после адаптации (быстродействие и остаточная производительность). В связи с этим методику адаптации структурно-устойчивого УК к текущему ф-состоянию целесообразно строить по принципу «ядра и оболочки»: в ее основу положить алгоритмы адаптации на командном уровне архитектуры («ядро»), которые, по мере необходимости модернизируются под особенности иного функционального уровня, создавая, своего рода, «оболочку».
2. Основным средством функционального диагностирования в условиях непривлечения специальной диагностирующей аппаратуры остается предэ-тапная самопроверка, которая может совмещать и задачи функциональной адаптации. Это обстоятельство острее, чем обычно, ставит проблему достоверности результатов, полученных по данным функционирования неисправного УК.
3. Не смотря на то, что к настоящему моменту проблема комплексирования эмуляционных процессов на различных уровнях архитектуры УК решена лишь в методологическом плане, необходимо исследовать возможные пути комплексирования и соответствующих процессов адаптации УК к текущему ф-состоянию в широком смысле.
4. Для математической постановки научной задачи и состава частных задач исследования необходимо разработать математическую модель процесса адаптации структурно-устойчивого УК к текущему ф-состоянию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков А.Ю., Харитонов В. А. и др. Формальная система в задаче синтеза средств организации эмуляционных процессов в управляющих вычислительных системах с адаптивными интерпретаторами. Сборник научных трудов ГосНИИУМС. Вып. 47. — Пермь, 1998. С. 131–141.
2. Зарубский В. Г. Вопросы разработки перспективных интегрированных систем охраны, отвечающих требованиям повышенной живучести, на базе структурно-устойчивых управляющих компьютеров. Вестник Пермского института ФСИН России. № 1 (5)/ 2012. С 4–9.
3. Зарубский В. Г. Особенности организации процесса функционального диагностирования управляющего компьютера повышенной живучести. Надежность. № 3/2016. — С. 35–38.
4. Зарубский В. Г., Рыбаков А. П. Математическая модель процесса адаптации управляющего компьютера интегрированной системы охраны к текущему функциональному состоянию. Вестник Воронежского института МВД России. № 1/ 2012. С. 170–178.
5. Олейников А. В., Харитонов В. А. Отказоустойчивая трансляция в динамических интерпретаторах управляющих программных комплексов. Моделирование вычислительных систем: межвузовский сборник научных трудов. — Пермь: ПГУ, 1991. С. 126–132.
6. Тюрин С. Ф. Скользящее резервирование толерантных элементов. Надежность. 2017. Т. 17. № 1 (60). С. 17–21.
7. Тюрин С. Ф. Функционально полные толерантные элементы ПЛИС FPGA для аэрокосмических вычислительных комплексов. Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2016. Т. 17. № 2. С. 490–497.
8. Харитонов В. А. Основы теории живучести функционально-избыточных систем. С.-Пб.: СПИИРАН, 1993. — 60 с.

© Зарубский Владимир Георгиевич ( volen3030@rambler.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ НА ПАВ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

## THE APPLICATION OF THE ACOUSTO-ELECTRONIC SAW SENSORS IN THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS FACILITIES MONITORING

**V. Leontiev**  
**A. Sorokin**  
**V. Nenashev**  
**G. Wattimena**

*Summary.* This paper examines the application of the passive SAW sensors in industrial IOT systems. Modern industrial multisensor monitoring systems interrogate sensors of various physical quantities. Automatic monitoring systems should simultaneously interrogate several sensors in order to make received data more informative. It also improves the ability to timely response to emergencies. The number of monitored facilities could be large. The further the sensors interrogation should be wireless. The development of Industrial IoT systems based on SAW sensors is limited due to the problem of a signal collision that occurs during simultaneous interrogation under industrial noise conditions. The paper considers the designs and physical principles of passive acousto electronic sensors. It is shown that existing radio-frequency automatic and semi-automatic control systems built on the passive acoustoelectronic identification tags can use sensors whose response signal contains information about the physical quantities (temperature SAW sensors). The paper discusses the possibility of simultaneously reading the various types of passive acoustoelectronic sensors (temperature, humidity, tension) under conditions of the high probability of collision case.

The study was carried out with a grant from the Russian Science Foundation (project No. 19–79–00303).

*Keywords:* acousto-electronic devices, IIoT, monitoring systems, SAW, magnetic impedance, sensors, RFID, SAW tags.

**Леонтьев Владимир Васильевич**

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
volodya.leo@gmail.com

**Сорокин Александр Васильевич**

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
aleksandr.sorokin.v@gmail.com

**Ненасhev Вадим Александрович**

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
nenashev.va@yandex.ru

**Ваттимена Гисбертх Мауритс**

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
mauritswattimena@yahoo.com

*Аннотация.* В статье рассматривается применение пассивных акустоэлектронных датчиков на поверхностных акустических волнах (ПАВ) в системах промышленного интернета вещей (IIoT). Современным промышленным мультисенсорным системам для мониторинга состояния техногенных объектов необходимо опрашивать датчики различных физических величин. При этом ряд автоматических систем контроля должны одновременно опрашивать несколько датчиков для повышения информативности мониторинга и возможности своевременного прогнозирования аварийных ситуаций, технического и эксплуатационного контроля. Количество контролируемых объектов может быть достаточно большим, а опрос должен осуществляться по радиоканалу. Показано, что развитие таких систем ограничено из-за проблемы коллизии сигналов, возникающей при одновременном опросе в условиях промышленных помех.

В статье показаны конструкции и физические принципы работы современных и перспективных пассивных акустоэлектронных датчиков, не использующих источников энергии для передачи измеренной физической величины.

Показано, что существующие известные радиочастотные системы автоматического и полуавтоматического контроля, построенные на использовании пассивных акустоэлектронных идентификационных меток способны опрашивать датчики, ответный сигнал которых содержит информацию о контролируемой физической величине (датчики температуры на ПАВ). В статье обсуждается возможность одновременного опроса пассивных акустоэлектронных датчиков различного типа (температура, влажность, растяжение) в условиях высокой вероятности коллизии сигналов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19–79–00303).

*Ключевые слова:* акустоэлектроника, IIoT, системы контроля, ПАВ, магнитный импеданс, датчики, РЧИД, ПАВ метки.

## Введение

**В** настоящее время активно внедряются системы промышленного интернета вещей (IIOT) на различных техногенных объектах. Такие системы могут быть предназначены для контроля и прогнозирования аварийных ситуаций, таких как перегрев или обледенение проводов линий электропередач, мониторинга движения транспортных средств, контроля перемещений оборудования на производстве, мониторинга состояния основных узлов и агрегатов на производстве. При этом для обеспечения помехозащищенности каналов связи мощность излучаемых сигналов данной аппаратуры высока, так как ей приходится работать на фоне промышленных помех, сигналов, излучаемых мобильными телекоммуникационными системами и модемами. Задача обеспечения надежной идентификации и повышенной помехозащищенности, обладающими высоким быстродействием, низким уровнем мощности излучаемых сигналов и высокой надежностью и долговечностью при эксплуатации может быть решена с помощью систем, построенных на использовании IIOT систем мониторинга использующих ПАВ датчики. Современный уровень развития технологий устройств на поверхностных акустических волнах (ПАВ) и микропроцессорных устройств обработки сигналов сверхвысокой частоты и малой мощности позволяет создать аппаратуру для решения поставленной выше задачи.

В настоящее время существуют примеры использования радиочастотных систем на ПАВ для мониторинга техногенных объектов. При мониторинге состояния техногенных объектов, осуществляемого группой беспилотных летательных аппаратов, предполагается использование датчиков на основе пассивных радиочастотных меток, позволяющих контролировать температуру объектов, химические и радиоактивные выбросы, а также механические напряжения, которые могут привести к разрушению объектов, например мостов.

Для таких систем предполагается разработка алгоритмов обнаружения датчиков, информирующих о состоянии техногенных объектов.

Решение данной задачи является чрезвычайно важным, в связи с тем, что на территориях РФ находятся много потенциально опасных техногенных объектов, кроме того, в летний период возникают лесные пожары, а зимой соответствующим службам приходится довольно часто спасать рыбаков — любителей подводного лова. Этот подход осуществляет мониторинг в полностью автоматизированном режиме, что позволит своевременно выявлять загрязнения морской и земной поверхностей (нефть, грязь), своевременно обнаруживать очаги возгорания в лесных массивах, выявлять опасное состояние

техногенных объектов (возможность возгорания, возможного разрушения из-за возрастания механического напряжения и т.п.).

Создание подобного комплекса позволит своевременно информировать соответствующие службы о возможных экологических катастрофах, разрушениях техногенных объектов, что в свою очередь позволит принимать превентивные меры предотвращения подобных катастроф.

Современные мультисенсорные системы используют несколько датчиков для мониторинга объектов. Как правило в системах IIOT считывающее устройство постоянно опрашивает датчики.

В системах контроля электроэнергетических объектов [1] показано, что применяемые системы для автоматического мониторинга могут использовать несколько одновременно опрашиваемых датчиков температуры для контроля одной ячейки комплектно-распределительного устройства (КРУ).

При автоматизации высокотехнологичных производств большое внимание уделяется контролю перемещения изделий и их комплектующих между цехами, а также контролю качества изготавливаемых технических систем. При этом зачастую требуется, чтобы информация о процессе производства автоматически передавалась в центральный пункт управления и контроля, что позволяет оперативно вмешиваться в процесс производства, предотвращая простои из-за нехватки или ошибочности комплектующих и сбои производства, приводящие к браку. Для решения проблемы автоматического контроля в последнее время все чаще используются радиочастотные акустоэлектронные метки, обладающие высокой устойчивостью к экстремальным условиям производства (высокая температура, влажность, давление и т.п.), что позволяет надежно определять индивидуальные номера меток и следовательно идентифицировать соответствующие изделия.

Одной из проблем, сдерживающей широкое использование радиочастотных идентификационных меток (РЧИД меток), являющихся акустоэлектронными устройствами, при их использовании для автоматизации процессов управления производством, является проблема коллизий. В работе рассматривается один из возможных подходов к решению этой проблемы.

### 1. Виды датчиков на ПАВ и их физические принципы работы

В типовых радиочастотных системах, применяющих акустоэлектронные датчики, считывающее устройство

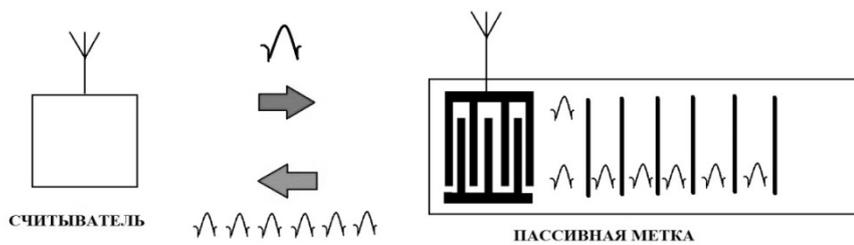


Рис. 1. Упрощенная конструкция типowego пассивного акустоэлектронного датчика.

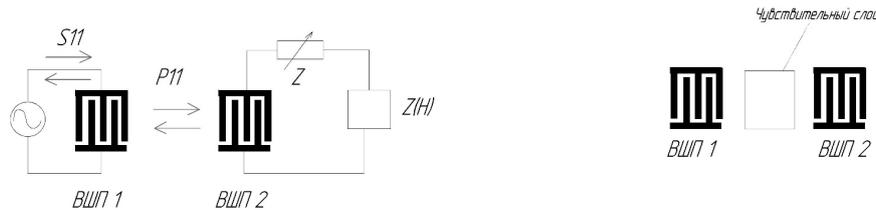


Рис. 2. Гибкий магнитный датчик на ПАВ: а) — структурная схема; б) — функциональная схема

осуществляет опрос пассивного датчика по радиоканалу. Опросный сигнал от приемо-передающего устройства приходит на антенну, расположенную на поверхности датчика. Топология содержит последовательно расположенные встречно-штыревой преобразователь (ВШП) и отражающие структуры (рефлекторы) [2,3,4]. ВШП преобразует электромагнитную волну в ПАВ, которая распространяется вдоль подложки из ниобата лития  $LiNbO_3$  или танталата лития  $LiTaO_3$ . В момент, когда ПАВ встречает неоднородность в виде рефлектора, часть ее отражается в ВШП, а часть распространяется далее вдоль поверхности, отражаясь от последующих рефлекторов. Таким образом, ответный сигнал представляет собой ряд задержанных во времени импульсов. Время задержки между импульсами определяется топологией РЧИД ПАВ датчика. Полученный сигнал обрабатывается в приемо-передающем устройстве и преобразуется в идентификационный код датчика и информацию о температуре [4].

Получение уникального идентификационного кода называется ее кодированием [2,3]. Необходимо отметить, что кодирование, применяемое к подобным конструкциям, является временным, так как получаемый идентификационный код определяется, как правило, относительно временных задержек между ответными импульсами. Получение информации считывающим устройством об измеряемой величине контролируемого объекта возможно только при облучении опросным сигналом в зоне действия считывателя.

Существуют различные варианты акустоэлектронных датчиков на ПАВ. В датчиках тока на ПАВ применяется магнетострикционный материал на тонкой плёнке.

Резонансная частота такого устройства изменяется в ответ на изменение внешнего магнитного поля. На этом явлении основан метод детектирования магнитного поля.

На рисунке 2 представлена схема тонкоплёночного датчика магнитного импеданса на ПАВ, содержащего в себе приёмопередатчик с ВШП, чувствительную часть и согласующую цепь [5].

Датчик магнитного импеданса представляет собой структуру, имеющую один проводящий слой, расположенный между двух слоёв ферромагнетика. Магнитный импеданс, измеряемый датчиком, определяется по выражению 1:

$$Z = R_{dc} (\xi x_1 + x_2) \left[ \frac{\coth(x_1) \cdot \coth(x_2) + \xi}{\coth(x_1) + \xi \cdot \coth(x_2)} \right] \quad (1)$$

$$\text{где } R_{dc} = \frac{l}{t_1 w \cdot k_1 + 2t_2 w \cdot k_2}$$

значение сопротивления по постоянному току, в выражении которой коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$ , являются величинами проводимости металлического и магнитного слоев соответственно,  $t_1$  и  $t_2$  — толщины слоев,  $l$  — длина подложки датчика,  $w$  — апертура датчика.

$$\text{При этом } x_1 = \frac{(i-1)t_1}{\delta_1}, x_2 = \frac{(i-1)t_2}{\delta_2}, \text{ где}$$

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{2}{k_1 w \cdot \mu_0}}, \delta_2 = \sqrt{\frac{2}{k_2 w \cdot \mu_0}}$$

Датчики температуры на ПАВ подробно описаны в [4,6]. На рисунках 3а и 3б показаны возможные конструкции датчиков, состоящие из пьезоэлектрической

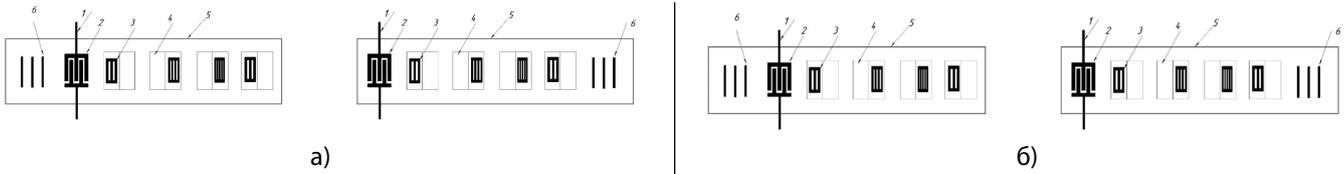


Рис. 3 а,б. Конструкции ПАВ меток, используемых в качестве датчиков температуры

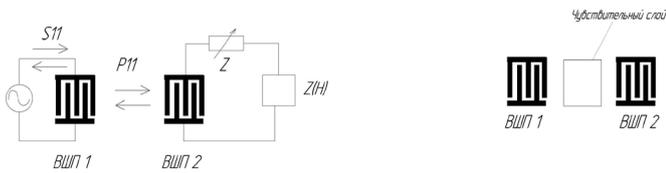


Рис. 4. Акустоэлектронный датчик химических веществ

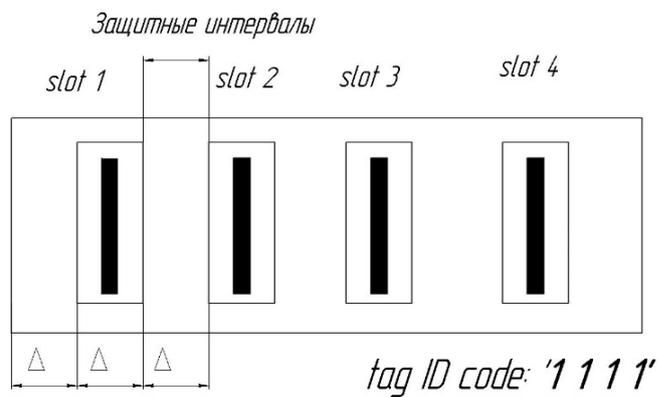


Рис. 5. Вариант расположения рефлекторов во временных слотах.

подложки 5, на поверхности которой последовательно расположены однонаправленный широкополосный встречно-штыревой преобразователь 2 с антенной 1, ортогонально-частотно кодированные отражающие структуры 3, расположенные в условных временных слотах 4, положение в которых определяет идентификационный код датчика температуры, рефлекторы 6, позволяющие получить сигнал, при обработке которого определяется величина температуры.

Приведенные конструкции отличаются местоположением и типом ВШП. На рис. 3б ВШП позволяет отражать ПАВ волны, как в правую часть подложки, так и в левую, что усложняет конструкцию, но позволяет уменьшить затухание сигнала, несущего информацию о температуре.

Принцип работы датчика концентрации химических веществ в воздухе основан на фиксации изменений количества частиц, попадающих в устройство. Структурная схема датчика химических испарений представлена на рисунке 5.

Устройство состоит из двух ВШП, нанесенных на пьезоэлектрическую подложку. Область между двумя ВШП покрыта чувствительным слоем, взаимодействующим с химическими парами или газами. Молекулы химических веществ, попадая на чувствительную плёнку, способны возбудить поверхностные электрические волны в подложке.

В основе конструкции датчиков как правило, лежит конструкция линии задержки. Для формирования индивидуального кода датчика возможно использование конструкции, показанной на рисунке 6.

Конструкция, условно показанная на рисунке, отличается от предлагаемой конструкции в работах [7]. Как правило, отражающие структуры располагаются в условных временных слотах [2,3]. В каждом слоте может располагаться только одна структура. В работе [7] описаны конструкции, содержащие две возможные позиции отражающей структуры в каждом из четырех слотов. Идентификация каждого датчика, основывается как правило, на получении ответных импульсов, временные задержки между которыми определяются расстояниями между отражающими структурами. Анализируется наличие отражающей структуры в заданном месте топологии.

В предлагаемом подходе, реализуемом с помощью показанной конструкции, уменьшаются энергетические потери сигнала, за счет сокращения расстояния распространения акустической волны вдоль поверхности пьезоэлектрической подложки. Относительные энергетические соотношения сигналов меток для временного, частотного и частотно-временного антиколлизийных алгоритмов подробно описаны в [7].

Соотношения вероятностей правильной идентификации меток с временным кодированием, описанной

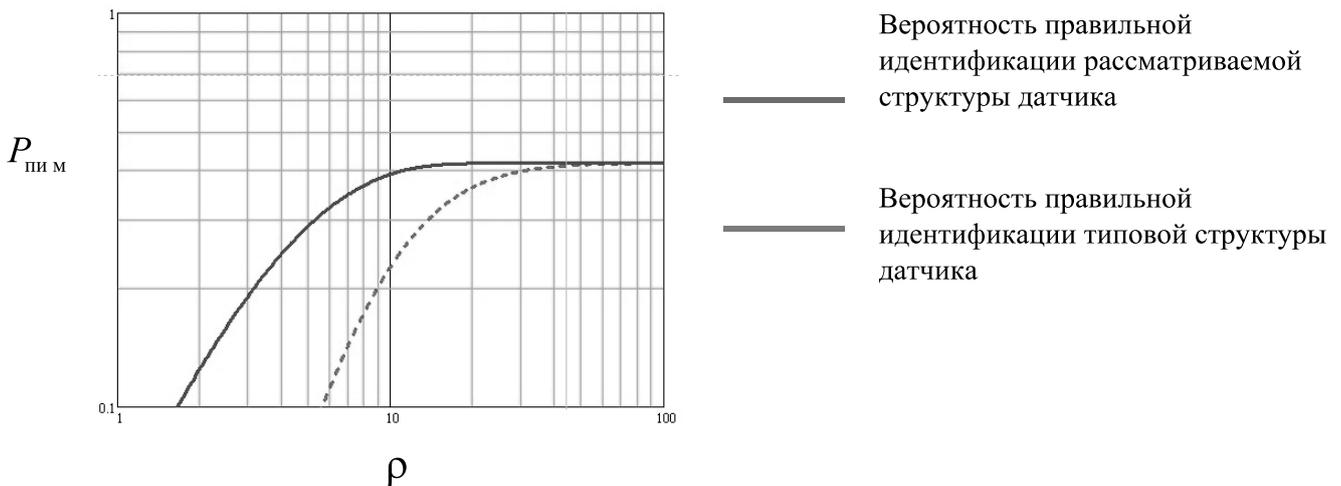


Рис. 6. Вероятность идентификации акустоэлектронных датчиков, при  $P_{лт м} = 10^{-2}$  в зависимости от соотношения сигнал/шум  $\rho$

в работе [7] и предлагаемой моделью конструкции, позволяют оценить эффективность рассматриваемого решения.

Для рассмотрения правильной идентификации различных моделей меток введены понятия ложной тревоги на слот, на обнаружитель и на метку. Эти понятия, а также их выражения описаны в работах [7]. В отличие от подхода описанного в статье [7] для предлагаемой конструкции, вероятность появления ложной тревоги в слоте  $P_{лт с i}$  возможно четыре возможных события: появление рефлектора в одном из двух положений в слоте, а также ситуации отсутствия рефлектора в заданный промежуток времени и возникновение ложного импульса.

Код метки определяется правильно, если во всех  $m$  слотах, определяющих двоичный  $m$  разрядный код метки, происходит правильная идентификация разрядов. Вероятность правильной идентификации кода метки  $P_{пн м}$  вычисляется по формуле

$$P_{пн м} = \prod_{i=1}^m P_{пн с i} = (1 - P_{лт})^m \prod_{i=1}^m P_{по i}, \quad (2)$$

где  $P_{пн с i}$  — вероятность правильной идентификации двоичного разряда  $i$ -го кода метки,  $P_{по i}$  — вероятность правильного обнаружения информационного импульса от  $i$ -го разряда кода метки.

Сокращение возможных вариантов положения рефлекторов в слотах приводит к уменьшению энергетических потерь, и к увеличению вероятности правильной идентификации метки в условиях промышленных помех. При промышленной помехе, носящей случайный характер, идентификация кода метки происходит при

приеме пачки радиоимпульсов размером  $n_e = n/M$ , где  $M$  количество одновременно опрашиваемых меток, находящихся в зоне опроса. Что делает используемый подход более помехоустойчивым по сравнению с традиционными подходами.

### Результаты моделирования

Рассматриваются  $M$  датчиков, имеющих описанную выше конструкцию. При оптимизированных коэффициентах отражения мощность  $P_{\hat{a} i}$  информационного сигнала, обусловленного рефлектором  $i$ -го разряда метки, на входе излучающего ВШП равна

$$P_{\hat{a} i} = P_{\hat{a}} = P_0 \cdot e^{-3\alpha\Delta} \cdot \frac{e^{6\alpha\Delta} - 1}{e^{6\alpha m\Delta} - 1}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

В выражении (3) принято, что защитные интервалы и полуслоты имеют одинаковый размер  $\Delta$ , как показано на рисунке 1, коэффициент отражения от последнего слота равен 1, во всех слотах записана «1» двоичного разряда.

Идентификация кода метки происходит при приеме пачки радиоимпульсов размером  $n_e = n/M$ , где  $M$  количество одновременно опрашиваемых меток, находящихся в зоне опроса.

Расчеты выполнены для следующих значений параметров антиколлизционных алгоритмов: количество слотов  $m=4$ ; количество меток в зоне опроса  $M=4$ ;

В данной статье в расчетах мы ограничились вероятностью ложной тревоги на метку  $P_{лт м} = 10^{-2}$ ; количеством

опросов меток  $n_g=8$ ; пороги цифровых компараторов  $k_g=4$ ; затухание акустической волны при распространении в подложке метки на интервале между крайними рефлекторами принято равным — 20 Дб.

При накоплении  $N$  пачек вероятность правильной идентификации, равная  $P_{ni\ m} = 1 - (1 - P_{ni\ m})^N$ , стремится к единице «1» для всех трех алгоритмов при любой ложной тревоге  $P_{лт\ м} < 1$ .

### Заключение

В статье рассмотрены несколько типов акустоэлектронных датчиков: датчики температуры, концентрации химических веществ и др., построенные на принципах линии задержки, ограничены в применении из-за проблем коллизии. Некоторые работы предлагают различ-

ные решения данной проблемы. Например, для датчика температуры целесообразно использовать ортогонально-частотное кодирование. Однако получение импульсной характеристики таких устройств в классическом смысле ограничено и требует особых условий опроса и обработки информации. Использование частотно-временного метода способно существенно снизить риск возникновения коллизии. Показано, что использование предлагаемой конструкции в датчиках позволяет, как показано на графике увеличить вероятность правильной идентификации датчика за счет уменьшения энергетических потерь при распространении ПАВ волны.

Рассмотренное решение возможно использовать в системах промышленного интернета вещей (IIOT) для датчиков с частотно-временным методом кодирования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Marek Budyn, Harsh Karandikar, M G Urmsom. Switchgear Condition Monitoring. Conference: CIGRÉ Conference on Power Systems, Vancouver, October 17–19, 2010
2. Plesky V., Reindl L. Review on SAW RFID tags. IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control. 2010.
3. Дмитриев В. Ф. Устройства интегральной электроники: Акустоэлектроника. Основы теории, расчета и проектирования: учеб. пособие/ ГУАП. — СПб., 2006. С. 3–6.
4. Malocha C., Gallagher M., Fisher B., Humphries J., Gallagher D., Kozlovski N. A Passive Wireless Multi-Sensor SAW Technology Device and System Perspectives. Electrical Engineering & Computer Science Department, University of Central Florida, Orlando, FL 32816, USA. 2013. P. 10–14.
5. Li. B. Advanced Magnetoimpedance Sensors. /B. Li// Computer, Electrical and Mathematical Sciences and Engineering (CEMSE) Division. — 2015. P. 35–38, 48–51, 98–100.
6. Sorokin, A. V. Wireless SAW passive tag temperature measurement in the collision case / A. V. Sorokin, A. P. Shepeta, M. G. Wattimena //Journal of Physics: Conference Series. — IOP Publishing, 2018. — Т. 1008. — № . 1. — С. 012015.
7. Sorokin, A. V. Comparative characteristics of anti-collision processing of radio signal from identification tags on surface acoustic waves / A. V. Sorokin, A. P. Shepeta, V. A. Nenashev, G. M. Wattimena //Информационно-управляющие системы, 2019, No 1, с. 48–56. doi:10.31799/1684–8853–2019–1–48–56

© Леонтьев Владимир Васильевич ( volodya.leo@gmail.com ), Сорокин Александр Васильевич ( aleksandr.sorokin.v@gmail.com ),  
Ненасhev Вадим Александрович ( nenashev.va@yandex.ru ), Ваттимена Гисбертх Мауритс ( mauritswattimena@yahoo.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В СУБЪЕКТАХ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ МЯСНОГО ПРОИЗВОДСТВА В НЕРЧИНСКОМ РАЙОНЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

## FORECASTING THE NEED FOR SMALL BUSINESSES ON THE EXAMPLE OF MEAT PRODUCTION IN THE NERCHINSK REGION OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

**E. Mikhaylova  
L. Trukhina**

*Summary.* The article describes the method of forecasting the needs of the economy of the TRANS-Baikal territory in small businesses in the field of meat production. Forecasts are obtained using two approaches. The first approach is based on the use of only statistical information, the second—on the simultaneous accounting of statistical and expert information. The main stages of forecasting and mathematical apparatus are described. As a result of the analysis, the forecast values of meat production for 2019 were obtained.

*Keywords:* multivariate forecasting, economic and mathematical model, multiple regression model, expert estimates.

**Михайлова Елена Александровна**

*К.т.н., доцент, Читинский институт ФГБОУ ВО  
«Байкальский государственный университет»  
lmaa@mail.ru*

**Трухина Людмила Ивановна**

*К.ф.-м.н., доцент, Читинский институт ФГБОУ ВО  
«Байкальский государственный университет»  
litrukhdina@gmail.com*

*Аннотация.* В статье описана методика прогнозирования потребности экономики Забайкальского края в субъектах малого предпринимательства в сфере мясного производства. Прогнозы получены с помощью двух подходов. Первый подход основан на применении только статистической информации, второй — на одновременном учете статистической и экспертной информации. Описаны основные этапы прогнозирования и математический аппарат. В результате проведенного анализа получены прогнозные значения объемов производства мяса на 2019 год.

*Ключевые слова:* многофакторное прогнозирование, экономико-математическая модель, модель множественной регрессии, экспертные оценки.

## Введение

**М**алое предпринимательство играет существенную роль в экономике развитых стран. Малый бизнес ввиду своей массовости во многом определяет условия социально-экономического развития страны, способствуя улучшению рыночных механизмов и конкуренции, наполнению рынка высококачественными товарами, формированию среднего класса, росту занятости населения. На малых предприятиях занято более половины трудоспособного населения и производится большая часть валового внутреннего продукта. Кроме того, малый бизнес более адаптивен к внешней среде по сравнению с крупным [7].

Забайкальский край обладает потенциалом для развития предпринимательства в различных отраслях. Производство и переработка сельскохозяйственной продукции — одно из направлений, пригодных для развития малого предпринимательства. На сегодняшний день это один из важнейших приоритетов развития экономики Забайкальского края, который нашёл отражение в Стратегии развития Забайкальского края до 2030 г. [1] и других документах.

Целью данной работы является исследование потребности в субъектах малого предпринимательства в Забайкальском крае на примере мясного производства в Нерчинском районе.

При изучении экономической деятельности практически невозможно обойтись без прогнозирования. Построение прогноза может быть как конечной целью, так и является вспомогательным инструментом огромного числа самых разнообразных исследований [3, 9, 10, 12].

В современной литературе представлено большое многообразие методов прогнозирования [2, 5, 11]. Среди классических методов широко распространены регрессионные модели. Они же являются наиболее разработанными среди всей совокупности методов прогнозирования. Перечень программных средств для их реализации на ЭВМ постоянно пополняется, что существенно облегчает построение прогнозов.

Регрессионный анализ позволяет описывать зависимости между переменными и предсказывать значения зависимой переменной по значениям независимых переменных (факторов).

Таблица 1. Значения парных коэффициентов корреляции

	ПрМяса	ПогКРС	ПогСвин	ПогОвецКоз	ПогПтиц	ЧисНас	ЗП	СХУгодья
ПрМяса	1,00	0,92	0,26	-0,70	-0,42	-0,95	0,98	0,87
ПогКРС	0,92	1,00	0,22	-0,79	-0,42	-0,90	0,95	0,97
ПогСвин	0,26	0,22	1,00	-0,24	0,19	-0,18	0,21	0,18
ПогОвецКоз	-0,70	-0,79	-0,24	1,00	0,28	0,72	-0,79	-0,85
ПогПтиц	-0,42	-0,42	0,19	0,28	1,00	0,49	-0,52	-0,46
ЧисНас	-0,95	-0,90	-0,18	0,72	0,49	1,00	-0,97	-0,87
ЗП	0,98	0,95	0,21	-0,79	-0,52	-0,97	1,00	0,93
СХУгодья	0,87	0,97	0,18	-0,85	-0,46	-0,87	0,93	1,00

В работе предлагается использовать для прогнозирования результирующего показателя многофакторную регрессионную модель. Для каждого фактора также разрабатываются прогнозные модели на основе временных рядов с применением двух типов информации — статистической и экспертной. Это даёт возможность использовать два подхода к прогнозированию:

1. на основе только статистических данных (используется только «предыстория» рассматриваемого показателя);
2. одновременное использование статистической и экспертной информации (кроме предыстории используется информация, полученная от специалистов-экспертов в рассматриваемой области).

Прогнозные значения факторов, полученные по данным моделям, можно использовать в многофакторной модели.

### Построение модели

В рамках исследования потребности в субъектах малого предпринимательства в Забайкальском крае по имеющимся данным статистической отчётности по региону за 2004–2018 годы была собрана необходимая информация и проведён корреляционно-регрессионный анализ.

Он включал следующие этапы:

#### 1. Первоначальный отбор наиболее существенных факторов

Данный этап основывается на качественном теоретическом анализе и сочетается с использованием статистических приемов. Как правило, отбор факторов проходит в две стадии. На первой стадии намечают перечень факторов, теоретически существенно влияющих на признак-результат. На второй стадии качественный анализ дополняют количественными оценками, которые позволяют отобрать статистически существенные факторы для рассматриваемых конкретных условий реализации связи [6, 8].

Объем производства мяса зависит от множества факторов, которые необходимо проанализировать с точки зрения их статистической значимости.

В качестве факторов, влияющих на объем производства мяса, первоначально были выбраны:

- ◆ поголовье КРС, тыс. голов,
- ◆ поголовье свиней, тыс. голов,
- ◆ поголовье овец и коз, тыс. голов,
- ◆ поголовье птиц, тыс. голов,
- ◆ как основные источники сырья;
- ◆ численность населения, тыс. чел. (в данном случае за целевую аудиторию принимается все население);
- ◆ среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике, руб. (как основа платежеспособного спроса населения);
- ◆ площадь сельскохозяйственных угодий (без учета пашен), тыс. га (возможность выпаса скота, заготовки кормов).

Проведение корреляционного анализа позволяет выявить характер и взаимосвязи между результирующим показателем и влияющими факторами, а также между самими влияющими факторами. Итогом данного этапа является окончательный отбор факторов, включаемых в модель, и исключение мультиколлинеарных связей.

В таблице 1 представлена матрица выборочных значений парных коэффициентов корреляции, построенная с помощью пакета MS EXCEL.

Как видно из данных таблицы, на показатель Производство мяса такие факторы, как Поголовье свиней и Поголовье птиц оказывают несущественное влияние, а некоторые факторы коррелируют между собой (значения парных коэффициентов корреляции для них в таблице 1 выделены жирным шрифтом). Привлекая мнение экспертов, факторы Поголовье свиней, Поголовье птиц и Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике были исключены из анализа.

Таблица 2. Значения оценок коэффициентов модели

	Значения параметров	Стандартные ошибки параметров	Фактические значения t-критерия	P-значение
$b_0$	6034,74	1871,931	3,22	0,007
ПогКРС	47,35	19,44924	2,43	0,031
ЧисНас	-180,28	56,18099	-3,21	0,007

## 2. Построение многофакторной регрессионной модели

При построении регрессионных моделей, прежде всего, решается вопрос о виде функциональной зависимости, характеризующей взаимосвязь между признаком-результатом и признаками-факторами. Выбор формы связи всегда основывается на качественном, теоретическом и логическом анализе сущности изучаемых явлений.

В настоящей работе для прогнозирования объема производства мяса используется модель множественной линейной регрессии:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_p \cdot x_p.$$

В результате построения регрессионной многофакторной модели зависимости объема производства мяса от указанных величин получили, что по  $t$ -критерию не все её показатели значимы (на уровне значимости 5%). После исключения из модели таких факторов как Поголовье овец и коз и Площадь сельскохозяйственных угодий, была построена новая модель.

Результаты оценивания неизвестных параметров модели, выполненные в пакете программ, приведены в таблице 2.

Модель с оцененными параметрами имеет следующий вид:

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot \text{ПогКРС} - 180,28 \cdot \text{ЧислНас} \quad (1)$$

## 3. Оценка качества и проверка адекватности полученной многофакторной модели прогнозирования

Фактические значения  $t$ -критерия Стьюдента, рассчитанные для соответствующих коэффициентов регрессии (табл. 2), превышают критическое ( $t_{\text{табл}} = 2,23$ ) с вероятностью 95%. Из чего можно сделать вывод, что полученные в ходе применения МНК параметры регрессионного уравнения статистически значимы.

Множественный коэффициент корреляции  $R = 0,96$  показывает, что связь между исследуемыми признаками тесная. Полученное уравнение является статистически значимым:  $F$ -критерий Фишера  $F = 81,54$  значительно превышает критическое значение при заданном уровне вероятности.

На завершающей стадии формирования регрессионного уравнения рассчитывается средняя ошибка аппроксимации. Качество модели считается удовлетворительным, если её величина не превышает 8–10%.

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_i \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%,$$

где  $y_i$  — фактическое значение результирующего признака;

$\hat{y}_i$  — рассчитанные (теоретические) значения результирующего признака;

$n$  — число наблюдений.

Рассчитав среднюю ошибку аппроксимации, получим  $\bar{A} = 2,31\%$ . Так как полученное значение существенно меньше 8%, можно сделать вывод о хорошем качестве построенной модели.

График наблюдаемых и предсказанных по модели (1) значений объемов производства мяса представлен на Рисунке 1.

Этот рисунок подтверждает вывод о большой точности прогноза, поскольку теоретическая (прогнозная) графическая линия объемов производства мяса в Нерчинском районе достаточно достоверно отображает фактическую линию и имеет только небольшие отклонения.

Модель множественной линейной регрессии (1) хорошо аппроксимирует статистические данные и может быть использована для дальнейшего прогнозирования.

## 4. Прогноз по полученной модели.

Модель (1) позволяет рассчитать объем производства мяса в Нерчинском районе, зависящий от числен-

Таблица 3. Прогноз факторов на 2019 год по статистической информации

№	Название модели	ПогКРС	ЧислНас
1	Линейная модель	19,74	26,95
2	Экспонента	19,99	26,91

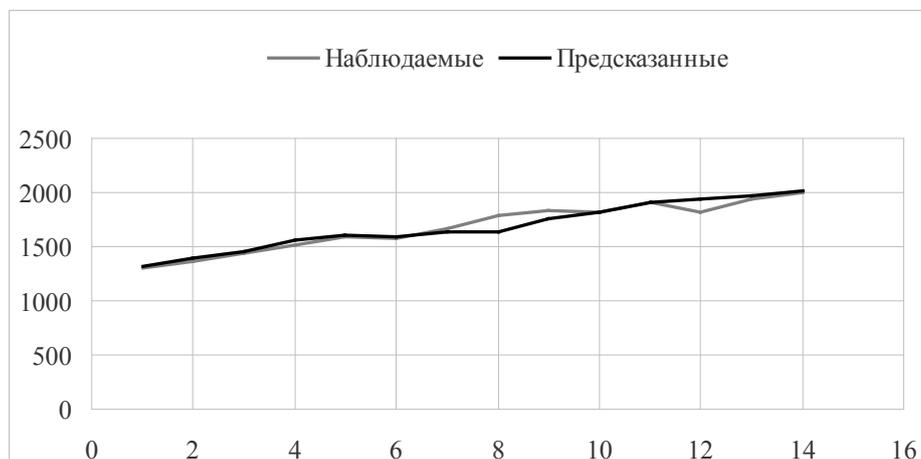


Рис. 1. График наблюдаемых и предсказанных по модели (1) значений объемов производства молока

ности населения и поголовья КРС, путём подстановки в уравнение прогнозных значений факторов.

Для прогнозирования факторов в работе предлагается аппроксимация временных рядов одним из шести типов функций, которые описывают основные и чаще всего встречающиеся тенденции изменения факторов:

- ◆ полиномиальная функция:  $\psi(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 + \dots + a_{n-1}t^{n-1}$ ;
- ◆ экспонента:  $\psi(t) = ab^t$ ;
- ◆ логарифмическая парабола  $\psi(t) = ab^t c^{t^2}$ .
- ◆ модифицированная экспонента:  $\psi(t) = k + ab^t$ ;
- ◆ кривая Гомперца:  $\psi(t) = ka^{b^t}$ ;
- ◆ логистическая кривая:

$$\psi(t) = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-kt}}$$

Использование разнообразных функций для аппроксимации временных рядов позволяет повысить качество прогнозирования. Получение качественных результатов прогнозирования позволит повысить эффективность мер, принимаемых для улучшения социально-экономического развития региона.

Прогнозирование значений факторов на основе статистической информации

При оценке параметров прогнозных моделей только по статистическим данным, применяется метод наи-

меньших квадратов, когда значения вектора параметров минимизируют функцию

$$S(\alpha) = \sum_{t=1}^m (y_t - (\alpha, \psi(t)))^2$$

Прогноз получается путем подстановки в полученное уравнение с численно оцененными параметрами значений независимой переменной t.

Для оценки прогнозных свойств моделей использован ретроспективный прогноз на 2018 год по данным с 2004 года по 2017 годы. В результате были выбраны две лучшие модели (по значению абсолютной ошибки прогноза): линейная модель тренда (прямая) и экспоненциальная модель тренда.

Прогнозные значения факторов на 2019 год по этим моделям приведены в таблице 3.

Линейная модель тренда (прямая):  
 ПогКРС =  $12,39 + 0,4596 \cdot t$ ;  $R^2 = 0,9187$ .  
 ЧислНас =  $29,512 - 0,1632 \cdot t$ ;  $R^2 = 0,9454$ .

Экспоненциальная модель тренда:  
 ПогКРС =  $12,695 \cdot e^{0,0284 \cdot t}$ ;  $R^2 = 0,9202$ .  
 ЧислНас =  $29,529 \cdot e^{-0,0058 \cdot t}$ ;  $R^2 = 0,949$ .

Подставим найденные значения факторных переменных в уравнение (1).

Таблица 4. Экспертные суждения на 2018 год

ПогКРС	ЧислНас
Значение показателя будет в интервале от 15 до 20 тыс. голов	Значение показателя будет в интервале от 25 до 30 тыс. человек

Таблица 5. Прогноз факторов на 2019 год по статистической и экспертной информации

Фактор	Тип прогнозной модели	Прогнозное значение
ПогКРС	Логистическая кривая	18,241
ЧислНас	Кривая Гомперца	25,013

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot 19,74 - 180,28 \cdot 26,95 = 2111,13.$$

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot 19,99 - 180,28 \cdot 26,91 = 2129,79.$$

Прогнозирование значений факторов на основе статистической и экспертной информации

Традиционные методы прогнозирования социально-экономических процессов и явлений, основанные на применении аппарата математической статистики, приводят к удовлетворительным результатам лишь в случае, когда тенденции развития моделируемого процесса не изменяются во времени и их можно продолжить на прогнозный период. Если же это условие не выполняется, как, например, в экономике страны в последние годы, надежность прогноза можно увеличить путем привлечения, кроме статистических данных, суждений экспертов (специалистов в предметной области) об ожидаемом поведении и диапазонах конкретных значений переменных изучаемого процесса на прогнозном периоде.

Если прогнозная модель линейная или может быть линеаризована, а экспертные суждения являются интервальными, для оценки параметров модели рекомендуется метод наименьших модулей (МНМ) [4]. В этом случае искомые значения параметров прогнозной модели минимизируют функцию

$$S(\alpha) = \sum_{i=1}^m |y_i - (\alpha, \psi(t))|$$

Здесь  $\psi(t)$  — прогнозная функция с вектором параметров  $\alpha$ ;  $y_i$  — экспериментальные значения показателя;  $m$  — число членов временного ряда.

Если же прогнозная модель нелинейная, то можно использовать либо МНМ, либо МНК, а саму оценку проводить методом Ньютона–Гаусса [13].

Для построения прогноза при одновременном учете статистической и экспертной информации была

приглашена группа экспертов, которые являются специалистами в данной предметной области. В результате их работы были сформулированы непротиворечивые высказывания, представленные в таблице 4. При этом необходимо подчеркнуть, что экспертные суждения были сформулированы до получения истинных результатов.

В результате экспериментов по статистической и экспертной информации также были выбраны две лучшие модели (по значению абсолютной ошибки прогноза): логистическая кривая для прогнозирования фактора ПогКРС и кривая Гомперца для прогнозирования фактора ЧислНас.

Прогнозные значения факторов по этим моделям приведены в таблице 5.

Логистическая кривая:

$$\text{ПогКРС} = \frac{-324183065,768}{1 + 4,426e^{0,95t}}$$

Кривая Гомперца:

$$\text{ЧислНас} = 1,2 \cdot 1,1^{1,241t}$$

Тогда, подставляя значения факторных переменных в модель многофакторной регрессии (1), получим:

$$\text{ПрМяса} = 6034,74 + 47,35 \cdot 18,241 - 180,28 \cdot 25,013 = 2389,11.$$

На основании полученных результатов можно утверждать, что увеличение объемов производства мяса имеет устойчивую тенденцию. Согласно прогнозу в 2019 году объём производства мяса может увеличиться не менее чем на 1% к уровню 2018 г. (объём производства мяса в 2018 году в Нерчинском районе составил 2074 тонн) по первому варианту прогноза и на 1,15% по второму.

Оба варианта прогноза указывают на увеличение показателя Производство мяса. Из этого следует вывод, что

Нерчинский район нуждается в открытии новых предприятий по переработке мяса.

## Выводы

Особенности малого предпринимательства обосновывают необходимость его масштабного изучения и формирования перечня мер поддержки. Однако осуществляемые в условиях российской экономики мероприятия по поддержке не оказывают существенного эффекта, что приводит к целесообразности использования ряда методов, которые помогут более качественно проанализировать и оценить состояние и потенциал развития малого предпринимательства для конкретных территорий. Один из таких методов — это экономико-математическое моде-

лирование. Для проведения исследования была выбрана модель многофакторной линейной регрессии, которая учитывает множество разнонаправленных факторов, влияющих на производство в выбранных сферах деятельности.

Полученные в результате формирования многофакторных линейных регрессий результаты подтверждают качество модели, которая в дальнейшем может использоваться для прогнозирования необходимого числа субъектов малого предпринимательства в конкретных отраслях в целях более полного удовлетворения потребностей населения в продукции собственного производства, что в свою очередь будет способствовать увеличению объемов производства продукции АПК и в целом экономическому росту территории.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства забайкальского края от 26 декабря 2013 года N586 Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Забайкальского края на период до 2030 года.
2. Бережная Е. В. Математические методы моделирования экономических систем / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 368 с.
3. Болданова Е. В. Прогнозирование финансового состояния нефтедобывающих предприятий / Е. В. Болданова // Государственный советник. — 2019. — № 1 (25). — С. 5–9.
4. Головченко В. Б. Прогнозирование с использованием разнородной информации / В. Б. Головченко. — Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2005. — 71 с.
5. Дуброва Т. А. Статистические методы прогнозирования / Т. А. Дуброва. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 206 с.
6. Елисеева И. И. Эконометрика / И. И. Елисеева. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 344 с.
7. Кондрацкая Т. А. Адаптация и эффективность малого бизнеса: сравнительная оценка / Т. А. Кондрацкая // Азимут научных исследований: экономика и управление. — 2019. — Т. 8. — № 1 (26). — С. 180–184.
8. Кремер Н. Ш. Эконометрика: учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 311 с.
9. Крикун Е. С. Проблемы прогнозирования несостоятельности предприятий в условиях государственно-частного партнерства / Крикун Е. С. // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 4. — С. 20–28.
10. Сорокина П. Г. Моделирование налоговой базы по налогу на имущество организаций и прогнозирование поступлений на примере иркутской области / П. Г. Сорокина, О. В. Леонова, Л. Ю. Волченко // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. — т. 17. — № 2 — С. 310–328.
11. Тихомиров, Н. П. Методы социально-экономического прогнозирования [Электронный ресурс] / Н. П. Тихомиров, Е. Ф. Сабуров, М. А. Сидоров. — М.: Изд-во МГОУ, 2005. — URL: <http://www.knigafund.ru> (дата обращения 18.06.2019).
12. Шуплецов А. Ф. Прогнозирование потребности промышленности Иркутской области в квалифицированных рабочих кадрах / А. Ф. Шуплецов, М. С. Муравьева // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 4. — С. 50–57.
13. Johnston J. *Econometric Methods* / J. Johnston, J. DiNardo. — McGraw-Hill Inc. — 1997.

© Михайлова Елена Александровна (lmaaa@mail.ru), Трухина Людмила Ивановна (litrukchina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗАГРУЗКИ ВИРТУАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

## APPROACH OF MACHINE LEARNING APPLICATION IN PREDICTING THE LOAD OF VIRTUAL COMPUTING SYSTEMS

**Yu. Nesterov  
A. Kalistratov  
G. Afanasyev**

*Summary.* The article presents an approach towards predicting the load on the computational systems, expressed in the number of incoming requests for the execution of various tasks, based on the methods of machine learning. By applying the implementation of gradient boosting technology, the authors train the model and then restore the time series with its help. Authors estimate the accuracy and completeness of the obtained forecast. Obtained data can be used to further solution of the problem of forecasting the amount of computing resources required to perform the selected class of tasks.

**Нестеров Юрий Григорьевич**

*К.т.н., доцент, Московский Государственный  
Технический Университет им. Н.Э. Баумана  
ugn@bmstu.ru*

**Калистратов Алексей Павлович**

*Аспирант, Московский Государственный Технический  
Университет им. Н.Э. Баумана  
akalistratov@gmail.com*

**Афанасьев Геннадий Иванович**

*К.т.н., доцент, Московский Государственный  
Технический Университет им. Н.Э. Баумана  
gaipcs@bmstu.ru*

*Аннотация.* В статье представлен подход к прогнозированию загрузки вычислительных систем, выражающийся в количестве поступающих за отрезок времени заявок на выполнение различного рода задач, основывающийся на методах машинного обучения. Путем применения реализации технологии градиентного бустинга авторы производят обучение модели и последующее восстановление временных рядов с ее помощью. Оцениваются точность и полнота полученного прогноза. Полученные данные могут быть использованы для дальнейшего решения задачи прогнозирования объема вычислительных ресурсов, требуемых для выполнения выбранного класса задач.

## Введение

**П**роизводственная деятельность любого предприятия в настоящее время невозможна без применения различных информационных систем, функционирование которых обеспечивается вычислительными системами (ВС). В зависимости от масштабов предприятия, требований к коэффициенту готовности и производительности ВС, определяются как количественные требования к вычислительным ресурсам, из которых состоит ВС (количество процессорных ядер, их частота, объем оперативной памяти, объем устройств хранения данных и так далее), так и качественные требования, например, применение виртуализации или использование физических вычислительных ресурсов [1]. В данной статье рассматривается вопрос использования технологий машинного обучения при решении подзадачи прогнозирования загрузки вычислительных систем, которая, в свою очередь, является шагом в решении задачи выбора оптимального набора виртуальных вычислительных систем для решения заданного класса задач. Класс (-ы) задач, решаемых при помощи систем, определяются бизнес-процессами, задействующими эти системы и предметной областью. В качестве предметной области в дан-

ной (и других работах авторов) работе выступает процесс разработки программного обеспечения (ПО).

Разработка ПО представляет собой комплекс мероприятий по сбору и разработке требований и преобразованию их в программное обеспечение. Основные этапы разработки ПО состоят из следующих стадий: проектирование, разработка, тестирование, ввод в эксплуатацию, сопровождение. Каждый из этапов разработки характеризуется требуемой для осуществляемой деятельности инфраструктурой, т.е., набором программных и аппаратных средств, позволяющих производить необходимые на этом этапе действия (написание кода, запуск тестов, составление документации, и так далее) [2].

## Построение инфраструктуры на основе облачных технологий

Предыдущие этапы решения задачи выбора оптимального набора вычислительных систем привели авторов к выводу, что наиболее рациональной основой построения инфраструктуры, состоящей из вычислительных систем на данный момент, является подход, использующий виртуализацию и облачные вычисления [3].

Облачные вычисления — подход к распределенной обработке данных (вычисление, хранение, преобразование), при котором доступ к серверным мощностям предоставляется как услуга с доступом через интернет или локальную сеть. Данный подход является развитием клиент-серверной архитектуры обработки данных. Под облачными вычислениями обычно понимается предоставление пользователю вычислительных ресурсов в виде услуги. Со стороны потребителя, облачные вычисления — это получение информационных ресурсов в виде услуги у внешнего поставщика, оплата за которую производится в зависимости от объема потребленных ресурсов согласно установленному тарифу.

Таким образом, можно производить оценку стоимости аренды инфраструктуры, необходимой для реализации проекта разработки ПО на основе прогнозирования времени и интенсивности использования выбранной инфраструктуры. Оценка стоимости необходима для анализа прибыльности нынешних и будущих технологических проектов, а значит, и целесообразности инвестиций в разработку. Если для проекта выделено больше ресурсов, чем реально необходимо, такой проект окажется более дорогостоящим, чем должен был быть при грамотной оценке, и приведет к запаздыванию с началом следующего проекта [4].

### Прогнозирование нагрузки

Так как задача выбора оптимального набора вычислительных систем решается на основе вводных данных, содержащих в себе загрузку каждой из систем набора, для ее решения необходимо измерить (если речь идет об изменении набора в режиме «реального времени») или спрогнозировать (если речь идет о планировании) эту загрузку. Фактически, эту задачу можно свести к классической задаче прогнозирования временного ряда. Прогнозирование временных рядов является важной научно-технической проблемой, т.к. позволяет предсказать поведение различных факторов в экологических, экономических, социальных и иных системах. Таким образом, основной целью любого прогнозирования является создание некой «машины времени», которая позволяет заглянуть в будущее и оценить тенденции в изменениях того или иного фактора. Такая «машина времени» в большинстве случаев базируется на методах математического моделирования, в частности на построении модельной авторегрессии, скользкой по временному ряду и позволяющей осуществлять экстраполирование на несколько шагов вперед. Качество прогноза в таком случае зависит от наличия предыстории изменяемого фактора, погрешностей измерения рассматриваемой величины, глубины памяти (т.е. числа одновременно учтенных членов временного ряда). [5]

Традиционный подход к прогнозированию включает в себя анализ временного ряда из одного параметра, например, значения оценки, выставленной пользователем [6–7]. Для прогнозирования нагрузки такой подход уместен, так как потребность в вычислительных ресурсах определяется в первую очередь количеством заявок за заданный промежуток времени (обычно час или день). Обычно назначение ресурсов происходит экспертным путем: администраторы вычислительных систем оценивают потребности в ресурсах в реальном времени и на основе своего профессионального опыта принимают решения и назначают те или иные наборы ресурсов виртуальным машинам.

В качестве основного преимущества использования машинного обучения при задаче прогнозирования нагрузки на вычислительные системы можно выделить возможность принятия решений без привлечения экспертов. В данной работе рассматривается несколько параметров, неявно связанных друг с другом: методология разработки, этап разработки, количество пользователей, количество предыдущих итераций. Этот набор можно представить как

$$Project_r = \{Method_r; Stage_r; UserAmount_r; Iteration_r\}$$

После представления каждого временного отрезка и сопоставления существующих данных о количестве заявок в каждой подсистеме можно составить массив данных, описываемый как

$$Set = \{(Project_r, JobAmount_r)\}_{r=1..n}$$

где  $Project_r = (Project_r^1, \dots, Project_r^4)$  —

вектор из параметров, описывающих взятый отрезок времени для выбранной системы, а  $JobAmount_r$  — количество заявок, поступивших в систему за этот отрезок времени. Задача машинного обучения в этом случае — минимизировать погрешность в результате, выдаваемом моделью относительно реальных значений. Было принято решение использовать модель обучения, основанную на градиентном бустинге, т.к., в предыдущей работе авторов она показала хорошие результаты на сопоставимых объемах данных [8].

Градиентный бустинг — это подход к решению задач путем составления итоговой модели из более простых моделей, например, моделей на основе деревьев решений. При этом каждая новая модель обучается на основе данных об использовании моделей предыдущей итерации, что позволяет снизить погрешность [9]. Алгоритмы на основе деревьев решений являются одними из самых

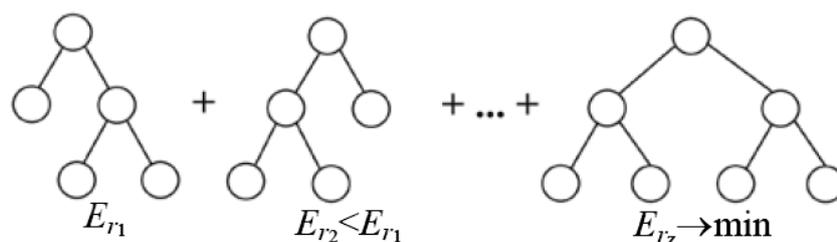


Рис. 1. Минимизация погрешности при использовании алгоритма CatBoost.

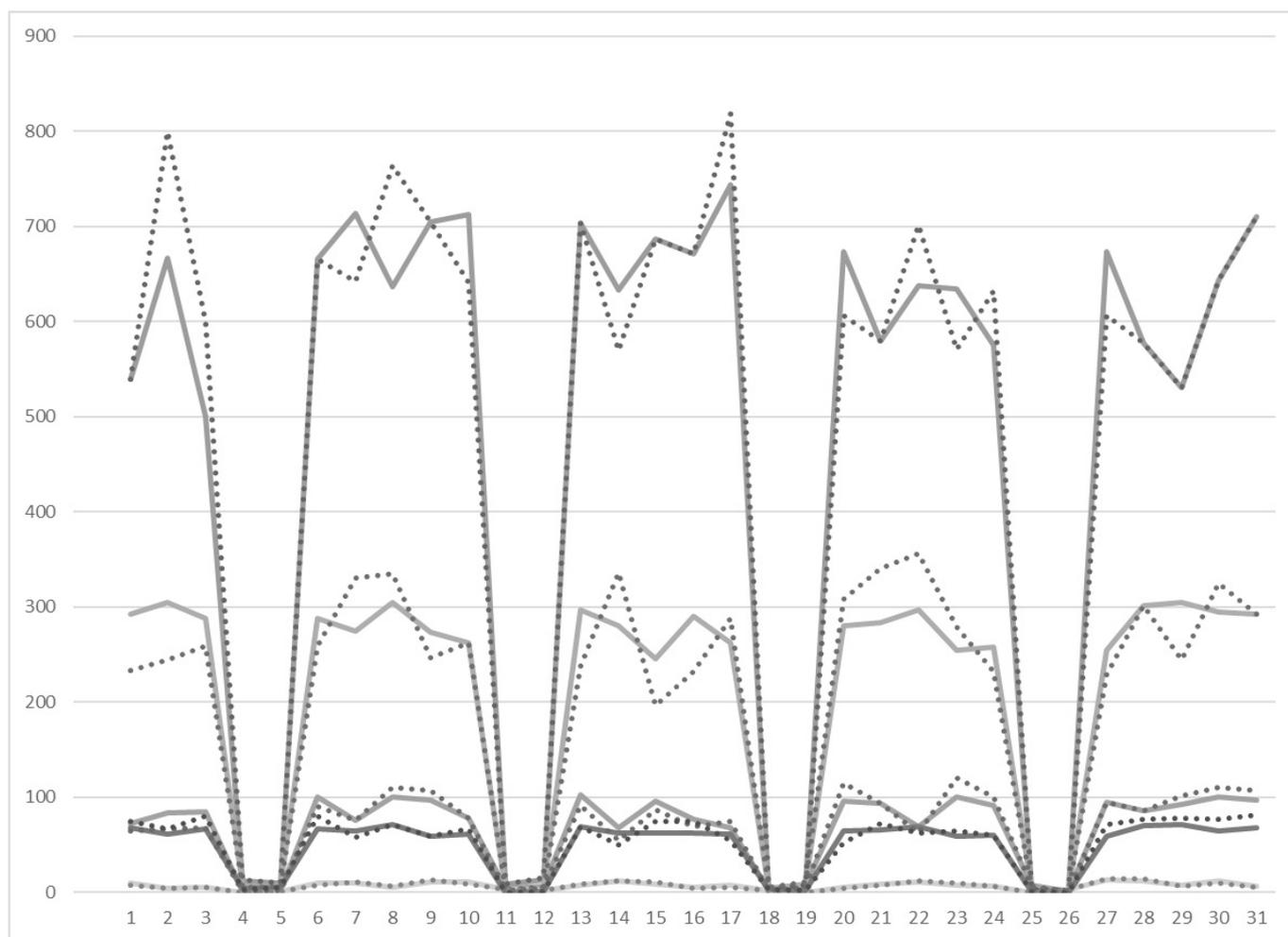


Рис. 2. Сравнение результатов работы модели с реальными данными.

популярных в машинном обучении благодаря их относительно хорошей точности, надежности и простоте использования. Для использования в данной работе был выбран алгоритм CatBoost, представленный компанией Yandex в 2017 году. Особенностью алгоритма является построение симметричных деревьев, возможность работы с категориальными признаками, кроме того, он позволяет обучаться на относительно небольшом количестве неоднородных данных и позволяет минимизировать погрешность путем сложения деревьев (рис. 1). [9]

### Эксперимент

Для обучения модели были использованы параметры, установленные в CatBoost по умолчанию, за исключением «Learning rate», «Depth», «N\_estimators» и «Количество признаков» =  $N$ , где  $N$  — общее число параметров для Project. Использовались данные 31 дня разработки, на них же и производилась проверка. После обучения и проверки результаты записывались, после чего один из признаков исключался и обучение повторялось. Ре-

зультаты работы модели графически отображены на рисунке 2: исходные данные указаны сплошными линиями, предсказанные — прерывистыми.

В качестве метода оценки точности предлагаемой модели прогнозирования была использована F1-мера. [11]

$$F = \frac{\frac{2 * TP}{TP + FP} * TP}{\frac{TP + FN}{TP}}$$

$$P = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$R = \frac{TP}{TP + FN}$$

где  $TP$  — истинноположительное решение,  
 $TN$  — истинноотрицательное решение,  
 $FP$  — ложноположительное решение,  
 $FN$  — ложноотрицательное решение.

Результат прогноза оценивается F1-мерой с оценкой 81% с точностью  $P=80\%$  и полнотой  $R=84\%$  (значения округлены до целых чисел). С учетом мнения о том, что

прогноз целесообразно строить на основе более чем одной модели, точность этого прогноза считается авторами удовлетворительной, а модель — пригодной для дальнейшего решения задачи после доработки.

## Заключение

В данной работе был представлен подход к прогнозированию загрузки вычислительных систем, выражающийся в количестве поступающих за отрезок времени заявок на выполнение различного рода задач.

Прогнозирование нагрузки и затрат важно при планировании и реализации проектов, как связанных с ИТ, так и нет. Получение достаточно точных (авторы считают точность более 80% достаточной) прогнозов помогает принимать управленческие решения как в рамках единичного проекта, так и в рамках управления предприятием, при планировании его развития или выявлении узких мест функционирования. В дальнейшем авторы планируют подробнее изучить вопрос повышения точности модели и затронуть тему интерпретируемых моделей машинного обучения, т.к., по мнению авторов некая идеальная модель прогнозирования должна не только предоставлять результат заданной точности, но и предоставлять объяснение принятых решений или выданного результата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Калистратов, А.П., Афанасьев, Г.И. Постановка задачи выбора оптимальной виртуальной машины для решения вычислительных задач предприятия. «Приборостроение в XXI веке — 2019. Интеграция науки, образования и производства» [Электронный ресурс]: сб. материалов XV Всерос. науч.-техн. конф. (Ижевск, 20–22 нояб. 2019 г.). — Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019. — 345 с
2. Голосовский, М. С. (2015). Информационно-логическая модель процесса разработки программного обеспечения. Программные системы и вычислительные методы, (1), 59–68
3. Калистратов А. П. Методика поиска точки насыщения для однопоточной вычислительной системы. Математические методы в технике и технологиях — ММТТ. 2019. Т. 2. С. 68–73.
4. Ваганова, Е. В., Земцов, А. А., Миньков, С. Л. (2016). Оценка стоимости разработки программного продукта: обзор. Проблемы учета и финансов, (1 (21)).
5. Козадаев А. С., Арзамасцев А. А. Прогнозирование временных рядов с помощью аппарата искусственных нейронных сетей. Краткосрочный прогноз температуры воздуха // Вестник российских университетов. Математика. 2006. № 3.
6. Тушавин В. А. Инженерная методика количественной оценки удовлетворенности потребителей // Информационно-управляющие системы. 2011. № 5.
7. Нетес В. А. Что нужно для успешного применения SLA // T-Comm. 2015. № 7.
8. MACHINE LEARNING IN IT SERVICE MANAGEMENT. Zuev D., Kalistratov A., Zuev A. В сборнике: Procedia Computer Science 9. Сер. "Postproceedings of the 9th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2018" 2018. С. 675–679.
9. Ye, J., Chow, J. H., Chen, J., & Zheng, Z. (2009, November). Stochastic gradient boosted distributed decision trees. In Proceedings of the 18th ACM conference on Information and knowledge management (pp. 2061–2064). ACM.
10. Salakhutdinova K. I., Lebedev I. S., Krivtsov I. E. The algorithm for gradient boosting of decision trees in problem of software identification // Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics. 2018. No. 6.
11. Луценко Е. В. Нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе «Эйдос» // Научный журнал КубГАУ — Scientific Journal of KubSAU. 2016. № 123.

© Нестеров Юрий Григорьевич (ugn@bmstu.ru),

Калистратов Алексей Павлович (akalistratov@gmail.com), Афанасьев Геннадий Иванович (gaipcs@bmstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЗ ДАННЫХ NOSQL ДЛЯ ЗАДАЧ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА

## ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF NOSQL DATABASE FOR INTEGRATED SITUATIONAL CENTER PROBLEMS

**V. Simankov  
M. Drilenko**

*Summary.* Increasing requirements for scalability and elasticity of data storage for web applications has made Not Structured Query Language NoSQL databases more invaluable to web developers. One of such NoSQL Database solutions is Redis. A budding alternative to Redis database is the SSDB database, which is also a key-value store but is disk-based. The aim of this research work is to benchmark both databases (Redis and SSDB) using the Yahoo Cloud Serving Benchmark (YCSB). YCSB is a platform that has been used to compare and benchmark similar NoSQL database systems. Both databases were given variable workloads to identify the throughput of all given operations. The results obtained shows that SSDB gives a better throughput for majority of operations to Redis's performance.

Keyword: NoSQL Redis SSDB database Yahoo Cloud Serving Benchmark (YCSB)

**Симанков Владимир Сергеевич**

*Д.т.н., профессор, Кубанский Государственный  
Технический Университет (Краснодар)  
vs@simankov.ru*

**Дриленко Максим Владимирович**

*Аспирант, Кубанский Государственный Технический  
Университет (Краснодар)  
mvdrilenko@gmail.com*

*Аннотация:* Повышение требований к масштабируемости и эластичности хранения данных для веб-приложений сделало неструктурированные базы данных языка запросов NoSQL более ценными для веб-разработчиков. Одним из таких решений для баз данных NoSQL является Redis. Многообещающей альтернативой базе данных Redis является база данных SSDB, которая также является хранилищем значений ключей, но является дисковой. Целью данной работы является оценка обеих баз данных (Redis и НПО), используя облака в Yahoo служба эталоном (YCSB). YCSB - это платформа, которая использовалась для сравнения и тестирования аналогичных систем баз данных NoSQL. Обеим базам данных были предоставлены переменные рабочие нагрузки для определения пропускной способности всех заданных операций. Полученные результаты показывают, что SSDB дает лучшую пропускную способность для большинства операций производительности Redis.

*Ключевые слова:* NoSQL , Redis , SSDB база данных, облачное хранилище Yahoo, Бенчмаркинг (YCSB).

## Введение

**С**итуационный центр — информационная аналитическая система, базирующаяся на распределенной системе баз данных, которые должны иметь высокую производительность. Проблемы производительности зависят не только от скорости обработки, но и от возможных уязвимостей безопасности данных, которые возникают из-за характера и характеристик больших данных (большой объем, скорость, разнообразие и достоверность данных) [2]. Одной из таких уязвимостей является необходимость запросов к зашифрованным базам данных без снижения производительности приложений [3, 4].

Целью данного исследования является нахождение оптимальной системы управления базами данных на основе NoSQL, соответствующую трём важным критериям при обработке данных СЦ [1]:

- ◆ Быстродействие (по скорости чтения/записи/изменения строки);
- ◆ Адаптируемость (к потребностям ситуационных центров);

- ◆ Надежность (возможность организации взаимодействия распределенных структур).

В результате анализа представленных систем управления базами данных (СУБД) выбраны две представляющие интерес СУБД NoSQL, а именно SSDB и Redis, которые распространяются по лицензии BSD и соответствуют указанным критериям. При помощи средств компьютерного моделирования разработана соответствующая программная модель.

Redis и SSDB — это хранилища структуры данных в памяти с открытым исходным кодом (лицензия BSD), используемое в качестве базы данных, кэша и брокера сообщений [7]. Модель данных является ключ-значение, хотя поддерживаются различные типы данных: строки, списки, наборы, сортированные наборы, хэши, гиперлоги и растровые изображения [10]. Средства имеют встроенную репликацию, она может быть реплицирована с помощью master-slave баз (основной-подчиненной) модели [2], то есть master (основная база) может иметь несколько slave (подчиненных баз) [13, 3], чем обеспечивают доступ к изменяемым структурам данных с помощью набора команд, которые отправляются с использо-

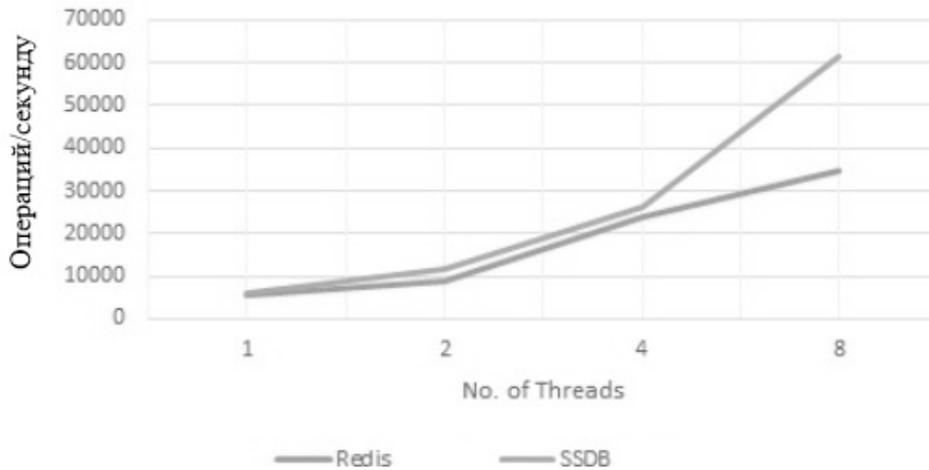


Рис. 1. Модификация файлов

ванием модели сервер-клиент с TCP-сокетами и простым протоколом [11].

Указанные инструменты можно использовать в качестве кэша LRU (least recently used) — это алгоритм, при котором вытесняются значения, которые дольше всего не запрашивались, используя приближенный алгоритм LRU для вытеснения старых данных при добавлении новых [9]. Он также предлагает возможность написания сценариев с использованием Lua — мощного, легкого скриптового языка, написанного на C и встроенного в оба указанных средства [8]. Redis и SSDB поддерживают автоматический переход, если master база не работает, как ожидалось, с этого начинается процесс отработки отказа, где slave становится master, дополнительные slave также перенастроены на новые master [12]. Сегментирование выполняется через кластеры платформ, где данные автоматически распределяются по нескольким узлам [14].

Среди ключевых преимуществ рассматриваемых продуктов — заявленная более быстрая и эффективная производительность, чем устаревшие системы управления реляционными базами данных (СУБД) [1]. Базы данных NoSQL также адаптированы к облачным вычислениям, что позволяет осуществлять масштабирование “по требованию» (эластичность) и упрощенную разработку приложений [2]. Тем не менее, есть ограничения в разработке больших данных и веб-приложений, отмечая, что не все базы данных NoSQL создаются одинаково, когда речь идет о производительности [3]. Утверждается [4], что, поскольку решения NoSQL не являются в достаточной мере всеобъемлющими и развиваются с разной скоростью, администраторы баз данных должны тщательно выбирать между NoSQL и реляционными базами данных в соответствии с их конкретными потребностями с точки зрения согласованности, производительности, безопас-

ности, масштабируемости, затрат и других нефункциональных критериев.

### Планирование эксперимента и спецификации системы

Оценка производительности баз данных NoSQL с любыми стандартными тестами осуществляется с использованием двух подходов: трассировки и генерации векторной нагрузки (операций с базами данных) [12, 13]. Системы тестирования на основе трассировки используют фактическую рабочую нагрузку приложений, созданную из приложений. В то время как векторные тестовые системы создают поведение приложения, используя векторы и применяя векторы, используя известные статистические модели распределения, имитируя фактический запрос приложения и ответ в аппаратной или виртуальной платформе. Инструменты оценки производительности можно классифицировать на встроенные и пользовательские. Примером первого является redis-benchmark. Пользовательские инструменты тестирования включают Yahoo! Cloud System Benchmark (YCSB) [4], BigBench [4] и GraySort [4]. Целью этого процесса оценки производительности является сравнение производительности баз данных Redis и SSDB NoSQL с использованием экземпляров одного узла. Результаты подтверждают утверждения о пригодности SSDB в качестве альтернативы Redis, как предложили авторы [11]. Выбранным инструментом — является YCSB — спецификация и программный пакет с открытым исходным кодом для оценки возможностей поиска и обслуживания компьютерных программ. Он часто используется для сравнения относительной производительности систем управления базами данных NoSQL, архитектура на основе плагинов YCSB и простота расширения с помощью скриптов [10] делают его великолепным выбором. Согласно публикации [7], описывается два уровня тестов YCSB, а именно: производительность и масштабирование. Основное вни-

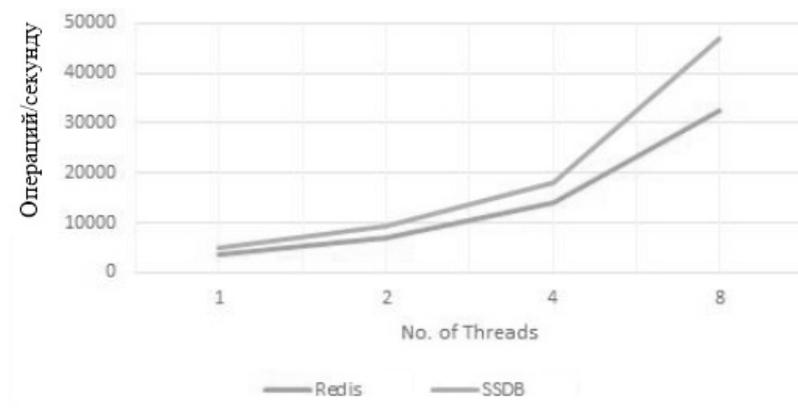


Рис. 2. Запись данных

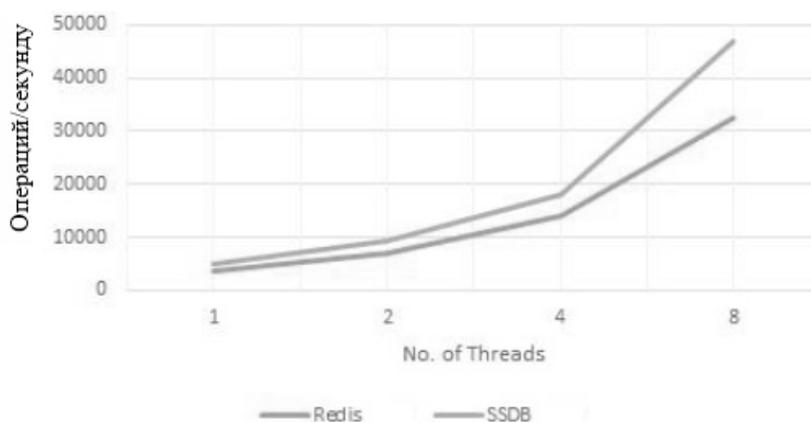


Рис. 3. Чтение данных

вание в настоящем исследовании уделяется оценке производительности SSDB по сравнению с Redis для ряда рабочих нагрузок, которые наиболее характерны при работе ситуационного центра. Эти рабочие нагрузки имитируют различные типы поведения запросов веб-приложений, такие как интенсивное чтение и запись. Рассматриваемые рабочие нагрузки включают:

**Модификация (Update)**

В этой рабочей нагрузки 50% операций чтения и на 50% записи.

**Нагрузки Б (Write)**

В этой рабочей нагрузки 95% операций чтения и остальные 5% это запись.

**Рабочая Нагрузка С (Read)**

**Рабочая нагрузка с 100% операций чтения.**

**Рабочая Нагрузка D (Write & Update)**

Нагрузки с 95% операций чтения и 5% операций вставки. Рабочая нагрузка вставляет новые записи и са-

мые последние вставленные записи являются наиболее популярными.

**Рабочая Нагрузка F**

Рабочая нагрузка, при которой клиент будет осуществлять чтение, изменение и обновление записи (Update). Ниже приведены сведения о конфигурации системы и спецификации для процесса оценки производительности.

Проведенные машинные эксперименты реализованы в при одинаковой конфигурации и спецификации системы.

**Результаты и анализ**

**Нагрузка А. Модификация (Update)**

Результаты сложных операций обновления (с одновременным изменением записей, 1000 записей). В результате SSDB превосходит Redis по количеству потоков и его пропускная способность расходится с увеличением количества потоков. Это говорит о том, что увеличе-

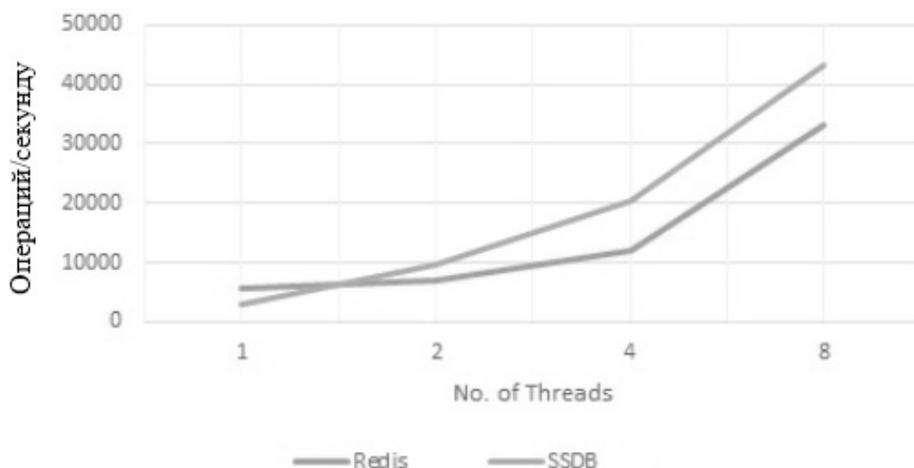


Рис. 4. Операция чтения и записи

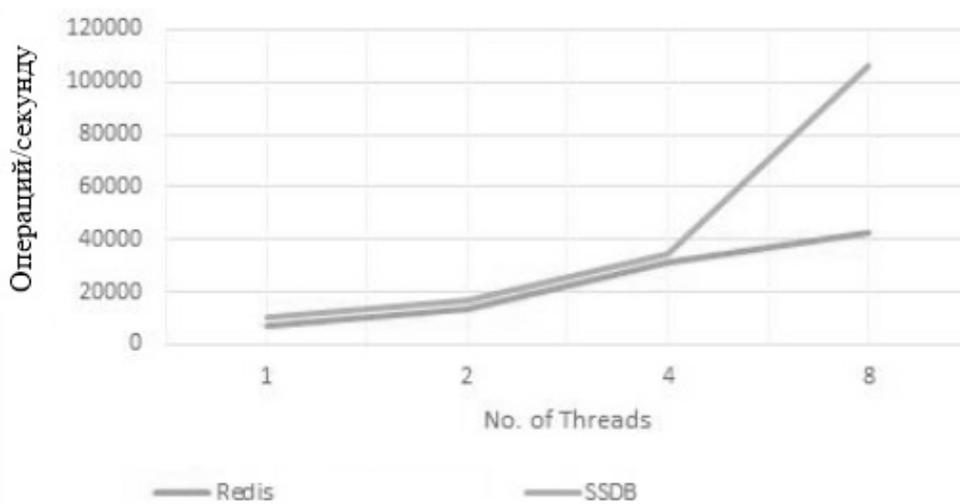


Рис. 5. Операции «чтение-модификация-запись»

ние потоков программного обеспечения увеличит производительность SSDB (рис. 1).

#### Нагрузки Б. Запись (Write)

В результате рабочей нагрузки, как показано на рис. 2, имеется сходство с операцией обновления. SSDB превосходит Redis для операций чтения. Однако это преимущество производительности, по-видимому, теряется, поскольку количество записей приближается к 10000. Redis явно восстанавливает потерянное на этом уровне.

#### Нагрузка С. Чтение (Read)

Как показано Сравнение Redis и SSDB с 1000 записями и 1000 операциями, пропускная способность SSDB отличается от пропускной способности Redis по мере увеличения числа развернутых потоков (рис. 3).

#### Нагрузка D.

##### Запись и модификация (Write & Update)

Сравнение Redis и SSDB с 1000 записями и 1000 операциями показывает, как в результате пропускная способность SSDB превосходит Redis. Это также показывает повышение пропускной способности, когда число потоков увеличивается до 8 (рис. 4).

##### Нагрузка F. Чтение-модификация-запись (Read-Update-Write)

В рабочей нагрузке «чтение-изменение-запись» (сравнение Redis и SSDB с 1000 записями и 1000 операциями), имеются оттенки сходства с рабочей нагрузкой D. SSDB отстает от Redis соразмерно с количеством потоков от 1, 2 и 4 соответственно. Однако расхождение наиболее заметно когда потоков 8.

Проведенное сравнение эффективности осуществления операций базируется на применении интенсивных алгоритмов обработки данных. Кроме того, совокупность проведенных экспериментов показывает, что увеличение числа потоков увеличивает скорость обработки информации, в среднем, на 86% (при добавлении каждого дополнительного потока).

## Вывод

В проведенном исследовании рассмотрены системы управления базами данных формата NoSQL, такие как Redis и SSDB. Выявлены отличительные особенности выбранных программных средств. Для серии проведенных машинных экспериментов использовались только единичные экземпляры узлов обеих баз данных. Задействовались шесть общих нагрузок YCSB.

Установлено, что SSDB показывает себя эффективнее (по результатам 5 экспериментов, циклы A-F), чем Redis. Вместе с тем, заметно сокращение числа операций чтения-изменения и записи. Это показывает, что при реше-

нии задач ситуационного центра следует рассмотреть вопрос об использовании SSDB для масштабирования в сценариях приложений, где выполняются обновления, операции чтения, изменения и записи. В то время как Redis следует использовать для коротких или небольших (<10 000) запросов сканирования диапазона, что делает его непригодным для использования в СЦ.

Кроме того, при решении задач ситуационного центра, направленных на масштабирование и одновременную обработку неструктурированной информации при наличии количества потоков обработки более восьми с дальнейшей репликацией извлеченных и обработанных сведений для предоставления конечному потребителю SSDB является наиболее производительным инструментом по результатам проведенных экспериментов, а именно количеству обрабатываемых операций.

Таким образом, сравнительный анализ двух выбранных программных продуктов указывает на целесообразность использования SSDB для решения задач обработки данных в интеллектуальном ситуационном центре.

## ЛИТЕРАТУРА

1. C.U. Kumarasinghe, K.L.D.U. Liyanage, W.A.T. Madushanka and R.A.C.L. Mendis. (2015, September). Performance Comparison of NoSQL Databases in Pseudo Distributed Mode: Cassandra, MongoDB & Redis [Online].
2. B. F. Cooper, A. Silberstein, E. Tam, R. Ramakrishnan, and R. Sears, "Benchmarking cloud serving systems with ycsb". In Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing (New York, NY, USA, 2010), SoCC '10, ACM, pp.143–154.
3. Y. Abubakar, T. S. Adeyi, and I. G. Auta, "Performance Evaluation of NoSQL Systems using YCSB in a Resource Austere Environment," International Journal of Applied Information Systems, vol. 7, pp. 23–27, Sep. 2014.
4. Oussous, F. Z. Benjelloun, A. A. Lahcen, S. Belfkih, "Comparison and Classification of NoSQL Databases for Big Data," in Proc. of the 2015 International Conference on Big Data, Cloud and Applications, BDCA 2015, 25–26 May 2015, Tetuan, Morocco [Online]. Available: ResearchGate, <https://www.researchgate.net>. [Accessed: 24 June 2016].
5. H. Khazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi-Mohammadi, B. Ramprasad, M. Shtern, P. Gaikwad, and M. Litoiu. "How do I choose the right NoSQL solution? A comprehensive theoretical and experimental survey." In: Submitted to Journal of Big Data and Information Analytics (BDIA) (2015). [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Hamzeh\\_Khazaei/publication/282679529\\_How\\_Do\\_I\\_Choose\\_The\\_Right\\_NoSQL\\_Solution\\_A\\_Comprehensive\\_Theoretical\\_And\\_Experimental\\_Survey/links/5618781808ae044edbad2437.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hamzeh_Khazaei/publication/282679529_How_Do_I_Choose_The_Right_NoSQL_Solution_A_Comprehensive_Theoretical_And_Experimental_Survey/links/5618781808ae044edbad2437.pdf). Accessed: Jun. 29, 2016.
6. E. Anderson, X. Li, M. A. Shah, J. Tucek, and J. J. Wylie, "What consistency does your key-value store actually provide?" HotDep, vol. 10, pp. 1–16, 2010.
7. B. Atikoglu, Y. Xu, E. Frachtenberg, S. Jiang, and M. Paleczny. Workload analysis of a large-scale key-value store.
8. In Proceedings of the SIGMETRICS'12, June 2012.
9. K. Ma, A. Abraham, "Toward lightweight transparent data middleware in support of document stores" in WICT 2013: Proceedings of the third World Congress on Information and Communication Technologies (2013)
10. C. Chasseur, Y. Li, and J. M. Patel. Enabling JSON document stores in relational systems. In Proceedings of the 16th International Workshop on the Web and Databases (WebDB), pages 1–6, 2013.
11. R. Cattell, "Scalable sql and nosql data stores," ACM SIGMOD Record, vol. 39, no. 4, pp. 12–27, 2010. [11] D. J. Abadi. Column stores for wide and sparse data. In CIDR, Asilomar, CA, USA, 2007.
12. V. Kacholia, S. Pandit, S. Chakrabarti, S. Sudarshan, R. Desai, and H. Karambelkar, "Bidirectional expansion for keyword search on graph databases," in Proc. of VLDB Conference, 2005, pp. 505–516.
13. J. Han, E. Haihong, G. Le, and J. Du, "Survey on NoSQL database," In Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 2011 6th International Conference on, Oct. 2011, pp. 363–366.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КРИМИНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ОРИОН»

### DEVELOPMENT OF A MODEL OF CRIMINAL ACTIVITY USING THE INFORMATION-ANALYTICAL COMPLEX «ORION»

**S. Sukhov**  
**S. Smirnov**  
**S. Krygin**  
**S. Kuvychkov**

*Summary.* Questions of qualitative change of information and analytical activity of law enforcement agencies are extremely actual and topical in modern conditions of informatization of practically all spheres of development of society. There is a need for new approaches to the training of personnel to counteract criminal activity, a key role in which the educational process in the specialized organizations of law enforcement agencies plays. The paper describes the results of deployment and testing in educational activities of information and analytical complex, which allows to develop an information model of criminal activity in certain areas of law enforcement.

*Keywords:* information and analytical complex, criminal activity, education, law enforcement.

Современное состояние информационного обеспечения характеризуется разрозненностью сведений, которые могут представлять интерес в деятельности правоохранительных органов. На протяжении последних 10 лет все активнее реализуются проекты построения логически обоснованных систем информационно-аналитического обеспечения деятельности правоохранительных органов. В отдельных правоохранительных органах успешно внедряются в повседневную деятельность комплексные системы. Примером может выступать Министерство внутренних дел Российской Федерации, которое с 2015 года активно внедряет единую систему информационно-аналитического обеспечения деятельности органов внутренних дел. От территориально-распределённых узлов связи, расположенных в каждом субъекте, с небольшими серверными мощностями и разрозненными базами данных

**Сухов Сергей Николаевич**  
К.ю.н., Нижегородская академия МВД России  
atlawdd@yandex.ru

**Смирнов Сергей Александрович**  
Старший преподаватель, Нижегородская академия  
МВД России  
ser-smir@yandex.ru

**Крыгин Сергей Владимирович**  
К.ю.н., Нижегородская академия МВД России  
kryginsv@mail.ru

**Кувычков Сергей Иванович**  
К.ю.н., доцент, Приволжский филиал Российского  
государственного университета правосудия, г. Нижний  
Новгород  
redsxrjd@mail.ru

*Аннотация.* Вопросы качественного изменения информационно-аналитической деятельности правоохранительных органов являются крайне актуальными и злободневными в современных условиях информатизации практически всех сфер развития общества. Необходимы новые подходы к вопросам подготовки кадров для противодействия криминальной активности, ключевую роль в которой играет образовательный процесс в профильных организациях правоохранительных органов. В работе описаны результаты развертывания и апробации в образовательной деятельности информационно-аналитического комплекса, позволяющего проводить разработку информационной модели криминальной активности по отдельным направлениям деятельности правоохранительных органов.

*Ключевые слова:* информационно-аналитический комплекс, криминальная активность, образование, правоохранительная деятельность.

в 2005–2009 годах МВД РФ перешло к мощной, защищённой инфраструктуре с системой центров обработки данных, функционирующих по единому регламенту и использующих унифицированное программное обеспечение.

Современная потребность в информационно-аналитическом обеспечении деятельности органов внутренних дел не может обеспечиваться просто компьютерной техникой и разрозненными базами данных, имеется потребность в конструировании сложных информационно-аналитических комплексов, которые позволят обеспечить выполнение задач, стоящих перед правоохранительными структурами.

Авторским коллективом Нижегородской академии МВД России разработан информационно-аналитический

комплекс «Орион»<sup>1</sup>. Информационно-аналитический комплекс «Орион» разработан на языке программирования Visual Basic входящего в состав интегрированной среды разработки Microsoft Visual Studio и представляет собой специализированное приложения с графическим интерфейсом, работающее в среде операционной системы Microsoft Windows. Основной целью при разработке информационно-аналитического комплекса «Орион» выступила необходимость построения и исследования информационной модели криминальной активности лиц по различным видам преступной деятельности, анализ и выявление имеющихся закономерностей с последующей разработкой конкретных алгоритмов действий сотрудников правоохранительных органов.

Криминальную активность, как рассматриваемый объект, содержащий  $N$  элементов, в общем виде можно описывать в виде матрицы

$$A = (a_{ij})_{N \times N},$$

где  $a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если связь между } i \text{ и } j \text{ присутствует,} \\ 0, & \text{если связь между } i \text{ и } j \text{ отсутствует.} \end{cases}$

Представляя элементы системы в виде вершин и соединяя вершины дугами, в случае наличия связи между ними, получим, что систему рассматриваемых элементов можно представить в виде графа. Данные положения легли в основу формирования теоретической концепции формирования модели информационно-аналитического комплекса «Орион» [1].

Данный комплекс прошел апробацию и успешно используется в образовательном процессе академии.

Моделирование криминальной активности с учетом аналитической работы сотрудников правоохранительных органов осуществляется в несколько этапов.

1. Сформированы критерии отнесения информации к объектам анализа:

- ◆ Современные информационные ресурсы содержат массивы информации, которые могут и не содержать сведений о криминальной активности напрямую, однако выступать ориентирующими в сборе первоначальной информации;
- ◆ необходимо анализировать информационные источники, разрозненные по отраслям народного хозяйства;
- ◆ банк данных объектов анализа должен содержать значительное количество информации, для осу-

ществления смены объектов вместе со сменой учебной группы;

- ◆ среда и инструменты для работы должны быть привычными и знакомыми обучаемым.

В качестве такой среды, способной соответствовать подобному рода требованиям, была выбрана имитационная модель новостной ленты поисковой системы Интернета.

В данной модели создавались различные блоки информации, соответствующие различным сторонам общественной жизни: «Экономика», «Политика», «Спорт», «Общество» и др. В них информация, свидетельствующая о возможной противоправной деятельности, также размещается не сплошным массивом, а разделяется по элементам отдельных новостных статей, а в максимально сложном режиме смоделированные новости перемешиваются с новостями, которые «Орион» получает из поисковых систем «Google» и «Yandex» в режиме реального времени.

Подобного рода методика в первую очередь преследует цель недопущения линейности сценария и проверяет возможности синтезировать обучающимися информацию на основе ранее полученных знаний, опыта и т.п.

2. Следующим этапом формирования информационной модели является поиск обучающимися дополнительной информации с целью подтверждения или опровержения выдвигаемых предположений исходя из аналитической работы на первом этапе.

На данном этапе возник еще один вопрос: «Что объединяет всех оперативных работников (какая система) при проверке информации, ее добывании и поиске дополнительных источников информации?». Ответом должен стать определенный алгоритм, позволяющий не просто получать дополнительную или интересующую информацию, а профессионально совершенствоваться оперативному работнику. Используемый при работе с «Орионом» алгоритм должен применяться и в повседневной оперативно-служебной деятельности.

Однако проведение данных оперативно-розыскных мероприятий возможно лишь при получении исходной информации, необходимой в качестве критериев поиска запрашиваемых сведений.

При этом часть оснований для проведения одного оперативно-розыскного мероприятия не повторяет критерии, необходимые для проведения другого. Это сделано с целью расширения объектов анализа, предлагаемых обучаемым, и увеличения объемов разносторонней информации, подлежащей изучению, а соответственно

<sup>1</sup> Информационно-аналитический комплекс «Орион». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018666344. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ — 17 декабря 2018 года.

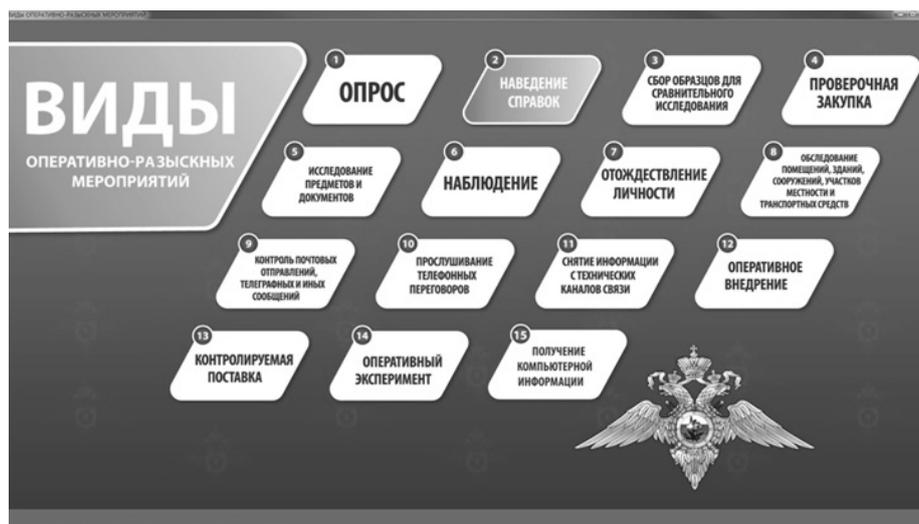


Рис. 1. Рабочая область «Виды оперативно-розыскных мероприятий» информационно-аналитического комплекса «Орион»

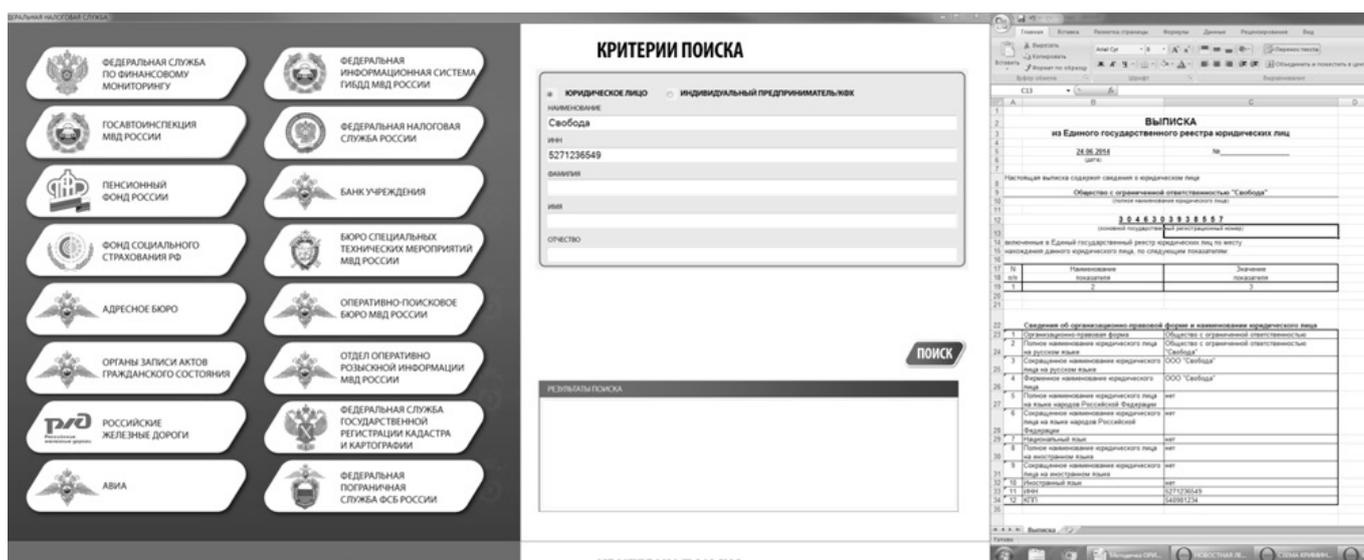


Рис. 2. Рабочая область «Наведение справок» информационно-аналитического комплекса «Орион»

и расширения комплекса мероприятий, направленных на добытие данной информации.

Таким образом, обучающийся вынужден находиться в постоянном поиске интересующей информации, а программа фактически «заставляет» проводить большое количество оперативно-розыскных мероприятий для достижения цели (рис. 1).

Отдельно следует остановиться на информации, которую должен получать обучающийся в результате проведения оперативно-розыскных мероприятий.

Основным требованием к этой информации является ее максимальное приближение (как по форме вывода, так и по содержанию) к той информации, которую в реальной оперативно-служебной деятельности получают сотрудники.

Если в результате оперативно-розыскного мероприятия «Наведение справок» в территориальных подразделениях Федеральной налоговой службы чаще всего оперативного работника интересует выписка из ЕГРЮЛ/ЕГРИП, то и представляться в качестве результата данного запроса должна именно она (рис. 2).

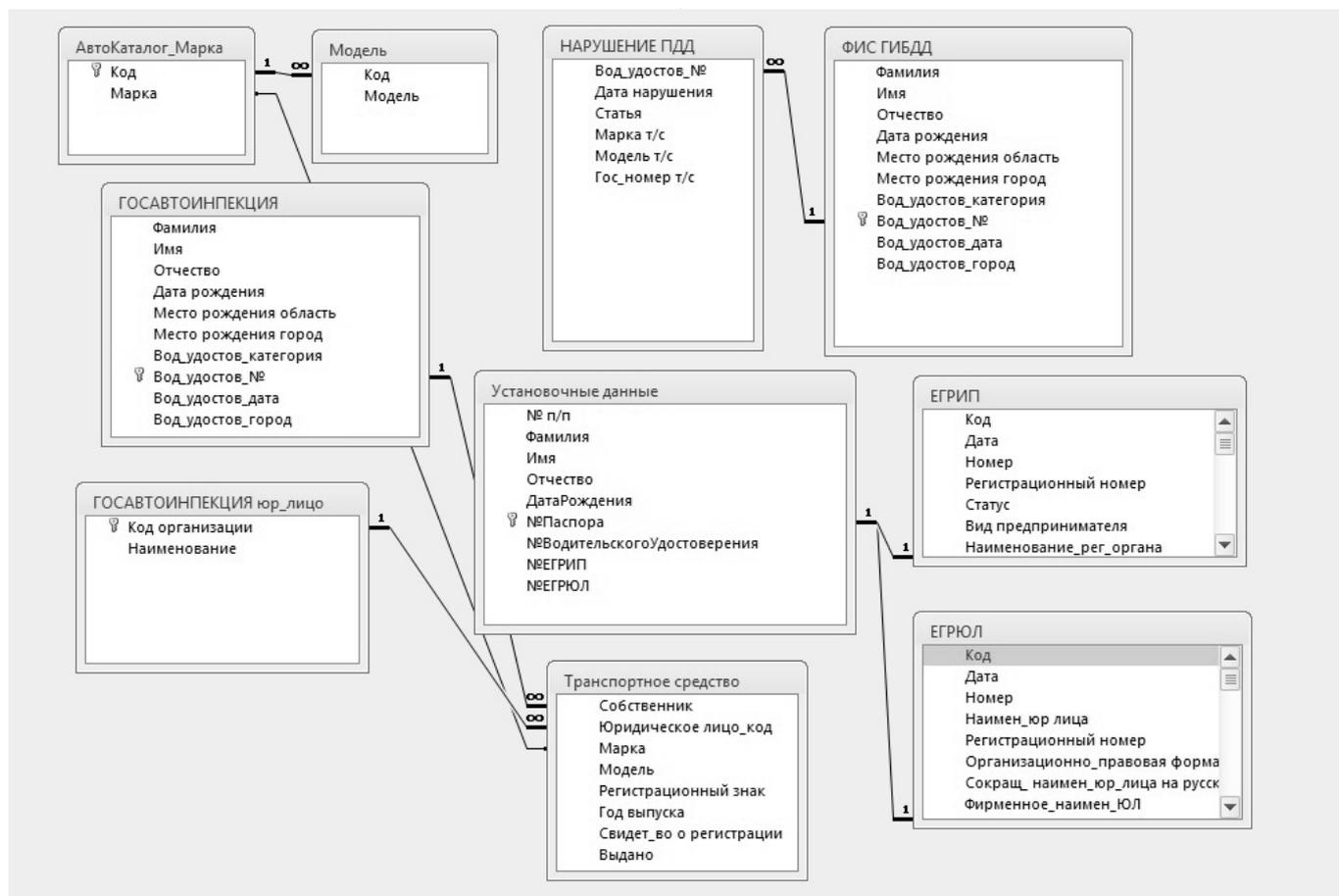


Рис. 3. Фрагмент базы данных Microsoft Access

Еще одним из диалоговых окон, которыми располагает «Орион», является окно, в котором обучающийся отражает результаты своей аналитической деятельности (рис. 3). Это представлено в виде криминальных связей, куда имеется возможность поместить по своему усмотрению все установленные объекты (юридические и физические), задействованные в противоправной деятельности.

Данное приложение взаимодействует с различными специализированными базами данных в системе управления базами данных Microsoft Access (рис. 3).

На завершающем этапе, в специальном окне «Схема криминальных связей» (рис. 4) приложение позволяет графически отобразить пользователю результаты своего расследования.

Алгоритм решения этой задачи выглядит следующим образом:

Получаем координаты первой точки и присваиваем переменным значения  $x_1$  и  $y_1$ .

Получаем координаты второй точки и присваиваем переменным значения  $x_2$  и  $y_2$ .

Составляем уравнение прямой в  $y = kx + b$ , проходящей через две заданные точки  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$ . Для этого находим коэффициенты  $k$  и  $b$  по следующему правилу:

$$\begin{aligned} y_1 &= kx_1 + b \\ y_2 &= kx_2 + b \\ b &= y_2 - kx_2 \\ y_1 &= kx_1 + y_2 - kx_2 \end{aligned}$$

$$k = \frac{(y_1 - y_2)}{(x_2 - x_1)}$$

Кроме этого используется встроенная в операционную систему функция выбора цвета.

Полученные значения подставляются в соответствующий оператор (фрагмент листинга программы приводится ниже):

```
pen.Color = GetColor()
```

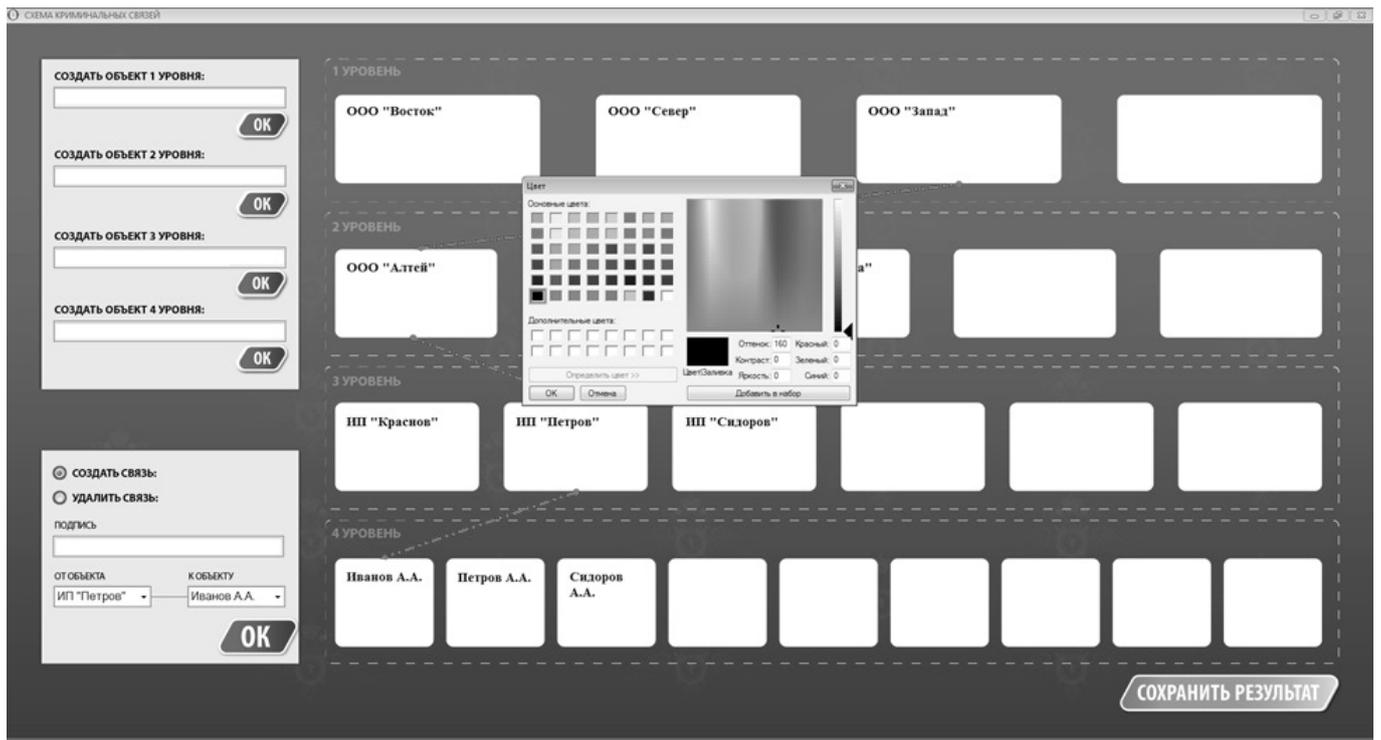


Рис. 4. Рабочая область «Схема криминальных связей» информационно-аналитического комплекса «Орион»

```

If selectedItem1.ToString() = Label4_1.Text And
selectedItem2.ToString() = Label3_1.Text Then
a1 = TextBox5.Text
pen.StartCap = LineCap.ArrowAnchor
pen.EndCap = LineCap.RoundAnchor
pen.DashStyle = DashStyle.DashDotDot 'Стиль
d.DrawLine(pen, 560, 662, 525, 756) 'четвертый уро-
вень с низу вверх
    
```

Первичная информация доступна обучаемым из открытых информационных источников (например, новостные ленты поисковых систем, социальные сети, интернет-медиа и другие). Проводя изучение данных информационных объектов, обучаемые выявляют первичные сведения, которые могут содержать информацию о криминальной активности. Педагогическими работниками заранее подготовлена информационная составляющая, в которой содержится как реальное противоправное поведение, так и имитационное. Проводя анализ первоначальной информации, задачей обучающихся является выделение в общем объеме информации той, которая содержит признаки криминальной активности, на которую необходимо обратить повышенный оперативный интерес.

Базовым информационным модулем, необходимость обращения к которому у обучаемых присутствует на всем протяжении работы с «Орион» является окно «Виды ОРМ».

Данное окно необходимо для проведения последующих действий после анализа первичной информации, позволяет формировать запросы по направлениям поисковой работы. Особенностью является тот факт, что обращение к данному окну необходимо как по результатам проведения первичного анализа, так и по результатам ранее проведенных оперативно-розыскных мероприятий.

Педагогические работники заранее формируют учебную базу данных, которая является составной частью «Орион». В случае формирования ответа на запрос с большим объемом информации — выгрузка осуществляется в отдельное окно, в случае отсутствия информации или ее незначительном объеме отображение осуществляется в запросном окне.

В информационно аналитическом комплексе «Орион» присутствует возможность блокировки проведения определенных ОРМ на различных этапах аналитической и поисковой работы, в результате чего, обучаемый вынужден выбирать иные способы получения необходимой ему информации.

При анализе информации, осуществлении поисковой работы вся полученная информация аккумулируется на рабочем окне «Схема криминальных» данных», которое является базовым для обучаемого и на кото-

ром отображаются все результаты работы в виде логической схемы. Анализируя данную схему в реальном времени обучаемый видит неохваченные направления поиска и результаты своей работы, может проводить их дальнейшую корректировку. Педагогический работник, в свою очередь, анализируя полученную схему данных, имеет возможность указывать на допущенные ошибки и неохваченные направления поисковой работы.

Проведение подобного рода анализа данных направлено на обнаружение в имеющемся массиве информации закономерностей, сведений о совершаемых либо готовящихся преступных деяниях, а также лицах, их осуществляющих, их связях и способах реализации преступного умысла [2]. При этом реализованный программно-аппаратный комплекс позволяет решать поставленные задачи различными способами с проведением полного комплекса оперативно-розыскных мероприятий и привлечением всевозможных сил и средств.

Для удобства обучаемых комплекс оснащен современным компьютерным оборудованием, имеющим пять рабочих мест обучаемых и одно рабочее место педагогического работника, который является администратором данного комплекса. Рабочие места обучаемых оборудованы тремя мониторами, которые позволяют значительно расширить рабочий стол обычного персонального компьютера и одновременно отображать информацию, значимую для обучаемого. Для демонстрации наиболее общих ошибок, доведения общей информации и подведения итогов работы учебная аудитория оснащена двумя TV-панелями, объединенными с рабочим местом администратора.

Учебный комплекс осуществляет запись в лог-файл всех действий обучаемых, что позволяет не только осуществлять разбор проводимого занятия, но и обобщать и анализировать результаты аналитической работы обучаемых с последующим формированием обобщенной модели документирования криминальной активности по определенным направлениям

Таким образом, анализ действий обучающихся позволяет скомпилировать результаты проведенных ими оперативно-розыскных мероприятий, что, в свою очередь, дает серьезную эмпирическую основу описания документирования отдельных составов преступлений.

Развитие подобного рода информационно-аналитических комплексов при незначительном изменении алгоритмов работы позволит осуществлять подготовку сотрудников и для других подразделений и служб.

Подводя итоги, следует отметить, что уникальность информационно-аналитического комплекса «Орион» заключается в следующем:

- ◆ возможность построения информационной модели в условиях нетипичной криминальной активности;
- ◆ возможность формирования сценариев, отклоняющихся от прямо пропорциональной зависимости;
- ◆ определение закономерностей противоправной деятельности
- ◆ групповое участие в решении поставленных учебных задач;
- ◆ использование динамических баз данных;
- ◆ оценка эффективности документирования противоправных деяний;
- ◆ возможность обучения как рядовых работников, так и руководителей подразделений правоохранительных органов;
- ◆ запись в лог-файл действий и результатов работы обучаемых;
- ◆ возможность применения комплекса к различным направлениям оперативно-служебной деятельности правоохранительных органов.

#### Заключение и результаты самоанализа

Необходимость внедрения в образовательный процесс аппаратно-программных комплексов продиктована различными причинами, среди которых основными выступают следующие:

- ◆ многообразие и гибкость механизмов преступной деятельности (в первую очередь в сфере экономики);
- ◆ межотраслевой характер противоправных деяний;
- ◆ быстрая интеграция противоправных элементов в законные механизмы финансово-хозяйственной деятельности.

Учитывая данные обстоятельства, формирование управленческих решений различного уровня должно опираться на аналитическую деятельность по определенным направлениям, формировать которую и позволяет рассматриваемый комплекс.

Применение подобного рода комплексов, безусловно, требует от педагогических работников внимательного подхода к составлению сценариев и анализу результатов работы обучающихся, наличия практического опыта. Однако системное применение в образовательном процессе аналогичных аппаратно-программных решений существенно снизит статичность обучения, создаст творческие предпосылки к решению различного рода профессиональных задач (как педагогических, так и оперативно-служебных).

За период эксплуатации информационно-аналитического комплекса «Орион» повысили профессиональную квалификацию более 350 сотрудников подразделений экономической безопасности и противодействия коррупции.

#### Результаты самоанализа и выводы

1. значительно повысился уровень аналитических возможностей по документированию преступлений экономической направленности;

2. многократно улучшился уровень усвоения получаемых знаний, умений и навыков сотрудников при выявлении преступлений в условиях нетипичной криминальной активности;
3. вырос потенциал действующих оперативных сотрудников по таким вопросам, как:
  - ♦ организация документирования преступлений экономической и коррупционной направленности;
  - ♦ организация работы по противодействию финансированию терроризма и экстремизма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пилюгина Т. В. Использование метода математического моделирования при прогнозировании региональной преступности в вопросах ее предупреждения / Т. В. Пилюгина, Д. А. Натура // Всероссийский криминологический журнал. — 2017. — Т. 11, № 1. — С. 61–70. — DOI: 10.17150/2500-4255.2017.11(1).61-70.
2. Сухов С. Н. Использование методов Data Mining при исследовании модели преступления / С. Н. Сухов, С. В. Крыгин, С. И. Кувычков // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: «Естественные и технические науки» — 2019. — № 9. — С. 83–88.

© Сухов Сергей Николаевич (amlawdd@yandex.ru), Смирнов Сергей Александрович (ser-smir@yandex.ru),  
Крыгин Сергей Владимирович (kruginv@mail.ru), Кувычков Сергей Иванович (redsxrjd@mail.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Нижний Новгород

# ОЦЕНКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА У ПАЦИЕНТОВ С ПЛОСКОКЛЕТОЧНЫМ РАКОМ ОРОФАРИНГЕАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

## EXAMINATION OF DENTAL STATUS IN PATIENTS WITH SQUAMOUS CELL CARCINOMA OF THE OROPHARYNGEAL REGION

**A. Avanesov**  
**E. Gvozdikova**  
**T. Tarasova**  
**D. Hajdar**  
**A. Vinogradova**  
**I. Zakharkin**

*Summary.* The earliest and most frequent complication after radiation therapy of squamous cell cancer of the oropharyngeal region is oral mucositis. This study aims to assess dental status in patients with squamous cell cancer of the oropharyngeal region before and after radiation therapy. The study was conducted in the examination of 69 patients with verified squamous cell cancer of the oropharyngeal region. Before and after radiation therapy, we evaluated the oral cavity with indices: prevalence and intensity of caries, individual hygiene index (Green V.), gums inflammation intensity index (PMA), periodontal disease prevalence index (CPITN). After the end of radiation therapy, oral mucositis was recorded in all patients. In the course of the study, we found a significant deterioration of the oral cavity for all indicators, especially the PMA index, gingivitis increased by 16.1% ( $p < 0.05$ ). The development of oral mucositis in both the early and late post-ray period leads to physical suffering, and a decline in the patient's quality of life. An important point in the prevention of oral mucositis is the early sanitization of the oral cavity and the training of the patient in the correct hygienic skills.

*Keywords:* head and neck cancer, squamous cell carcinoma of the oropharyngeal region, oral mucositis.

**Аванесов Анатолий Михайлович**

Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», (Москва)  
 9023060@mail.ru

**Гвоздикова Евгения Николаевна**

К.м.н., ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», (Москва)

**Тарасова Татьяна Викторовна**

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», (г. Саранск)

**Хайдар Далила Али**

Ассистент, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», (Москва)

**Виноградова Анна Александровна**

Ассистент, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», (Москва)

**Захаркин Илья Александрович**

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», (г. Саранск)

*Аннотация.* Наиболее ранним и частым осложнением после лучевой терапии плоскоклеточного рака орофарингеальной области является оральная мукозит. Данное исследование направлено на оценку стоматологического статуса у пациентов с плоскоклеточным раком орофарингеальной области до и после лучевой терапии. Исследование проводилось при обследовании 69 пациентов с верифицированным плоскоклеточным раком орофарингеальной области. Всем пациентам до начала лучевой терапии и после ее завершения мы оценивали ротовую полость с помощью индексов: распространенности и интенсивности кариеса, индекс индивидуальной гигиены (Green V.), индекс интенсивности воспаления десны (PMA), индекс распространенности болезней пародонта (CPITN). После окончания лучевой терапии у всех пациентов был зафиксирован оральная мукозит. В ходе исследования мы выявили существенное ухудшение состояния ротовой полости по всем показателям, особенно по индексу PMA, гингивит усилился на 16,1% ( $p < 0,05$ ). Развитие оральной мукозита как в раннем, так и в позднем постлучевом периоде приводит к физическим страданиям, и снижению качества жизни пациента. Важным моментом профилактики оральной мукозита является заблаговременная санация ротовой полости и обучение пациента правильным гигиеническим навыкам.

*Ключевые слова:* рак головы и шеи, плоскоклеточный рак орофарингеальной области, оральная мукозит.

**Р**ак полости рта и ротоглотки представляет собой две наиболее распространенные злокачественные опухоли в области головы и шеи. Ежегодно во всем мире рак головы и шеи является причиной более 550 000 случаев заболевания и 300 000 случаев смерти ежегодно. Самая высокая заболеваемость наблюдается в Южной и Юго-Восточной Азии: ежегодно регистрируется 1 055 000 новых случаев рака головы и шеи. Пятилетняя общая выживаемость у этой группы пациентов составляет 40–50%. Поэтому данная нозология занимает 5–6 место среди онкологических заболеваний. В Северной Америке подавляющее большинство злокачественных опухолей головы и шеи представляют собой плоскоклеточный рак верхних дыхательных путей. Чем выше стадия рака при постановке диагноза, тем ниже частота ответа на терапию. Кроме того, пациенты с верифицированным диагнозом плоскоклеточный рак орофарингеальной области, при поздних стадиях заболевания имеют высокий риск развития метастазов (как в регионарные лимфоузлы, так и отдаленные) и рецидивов.

Чтобы диагностировать орофарингеальный рак исследуют рот и горло, а так же применяются такие тесты и процедуры: первоначальную проверку на наличие признаков заболевания, таких как опухшие лимфатические узлы на шее осуществляют с помощью физического осмотра пациента и изучения истории болезни. Врач или дантист делает полный осмотр рта и шеи и смотрит под язык и вниз по горлу с помощью небольшого зеркала с длинным рулем, чтобы проверить наличие аномальных областей. Экзамен глаз может быть сделан для проверки проблем со зрением, вызванных нервами в голове и шее. Также будет проведена история привычек здоровья пациента и прошлых болезней и лечения. Следующий шаг: сканирование ПЭТ-КТ: процедура, которая объединяет изображения с помощью сканирования позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) и сканирования компьютерной томографии (КТ). Сканирование ПЭТ и КТ выполняется одновременно с одной и той же машиной. Комбинированное сканирование дает более подробные изображения областей внутри тела, чем сканирование дает само по себе. Сканирование ПЭТ-КТ используют для диагностики заболеваний, планирование лечения или выяснения, насколько хорошо работает лечение.

Многие авторы признают, что плоскоклеточный рак орофарингеальной области связан с несколькими факторами риска: папилломавирусная инфекция, употребление алкоголя, курение табака, в том числе и с гигиеной полости рта [1, 2, 3].

#### Цель исследования

Оценить стоматологический статус у пациентов с плоскоклеточным раком орофарингеальной области до и после лучевой терапии.

**Материалы и методы:** нами были обследованы 69 пациентов с подтвержденным морфологически плоскоклеточным раком орофарингеальной области. Всем пациентам была выполнена лучевая терапия по поводу основного заболевания.

При осмотре ротовой полости изменения в стоматологическом статусе мы регистрировали с помощью индексов:

- ◆ распространенности и интенсивности кариеса (КПУ)
- ◆ индекс индивидуальной гигиены (Green V.)
- ◆ индекс интенсивности воспаления десны (РМА)
- ◆ индекс распространенности болезней пародонта (СРITN).

Степень тяжести орального мукозита определялась с помощью оценочной шкалы по RTOG.

Осмотр стоматологом исследуемых пациентов осуществлялся первично, до начала лучевой терапии, так и по окончании лучевой терапии.

Статистическая обработка материала проводилась с программы «STATISTICA 6.0». Оценку достоверности различий между количественными показателями выполняли с помощью критерия Манна — Уитни. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

#### Результаты исследования

Средний возраст больных был 54±12 года. Количество мужчин преобладало над количеством женщин: 47(68%) и 21(48%) соответственно. Распределение пациентов по локализации опухоли представлено на рисунке 1.

Среди плоскоклеточного рака орофарингеальной области преобладал рак языка (32%). Распределение пациентов по степени злокачественности опухоли представлено на рисунке 2.

В этом исследовании преобладали пациенты с умереннодифференцированным раком орофарингеальной области — 38 (55%). После окончания лучевой терапии у всех пациентов был зафиксирован оральный мукозит.

Показатели осмотра ротовой полости стоматологом до лучевой терапии и после ее окончания представлены в таблице 1. Результаты, представленные в таблице 1 наглядно демонстрируют существенное ухудшение состояния ротовой полости, особенно по показателю РМА, гингивит усилился на 16,1% ( $p < 0,05$ ). Показатели тяжести клинического течения орального мукозита в зависимости от суммарной дозы облучения представлены

Таблица 1. Показатели осмотра ротовой полости стоматологом до старта лучевой терапии и после ее окончания

Стоматологические индексы	КПУ	Green V.	PMA	СРITN
До лечения	14,62±1,08	1,81±1,19	41,71±4,98	2,54±0,62
После лечения	15,26±0,90	2,47±0,21	49,75±5,28	3,36±0,58
p	p<0,05			

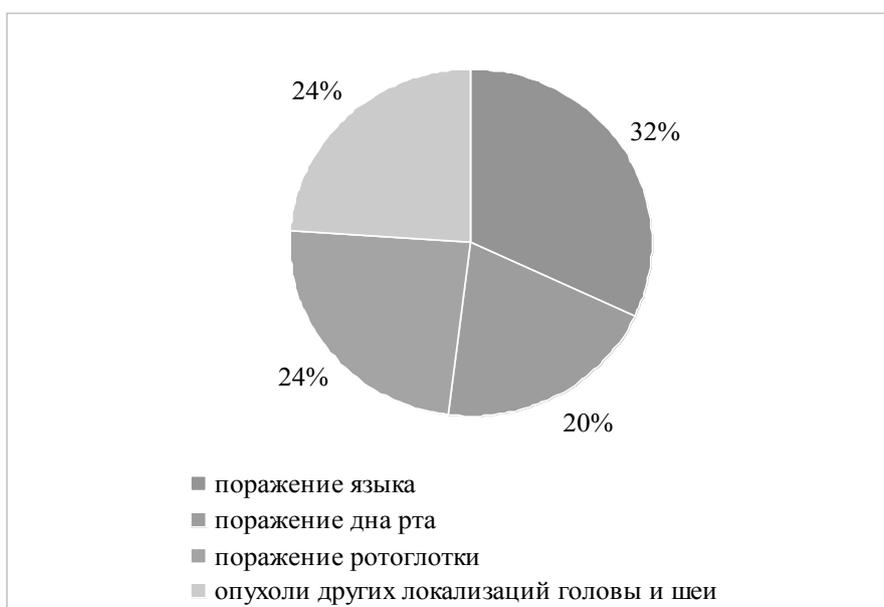


Рис. 1. Распределение пациентов по локализации опухоли.

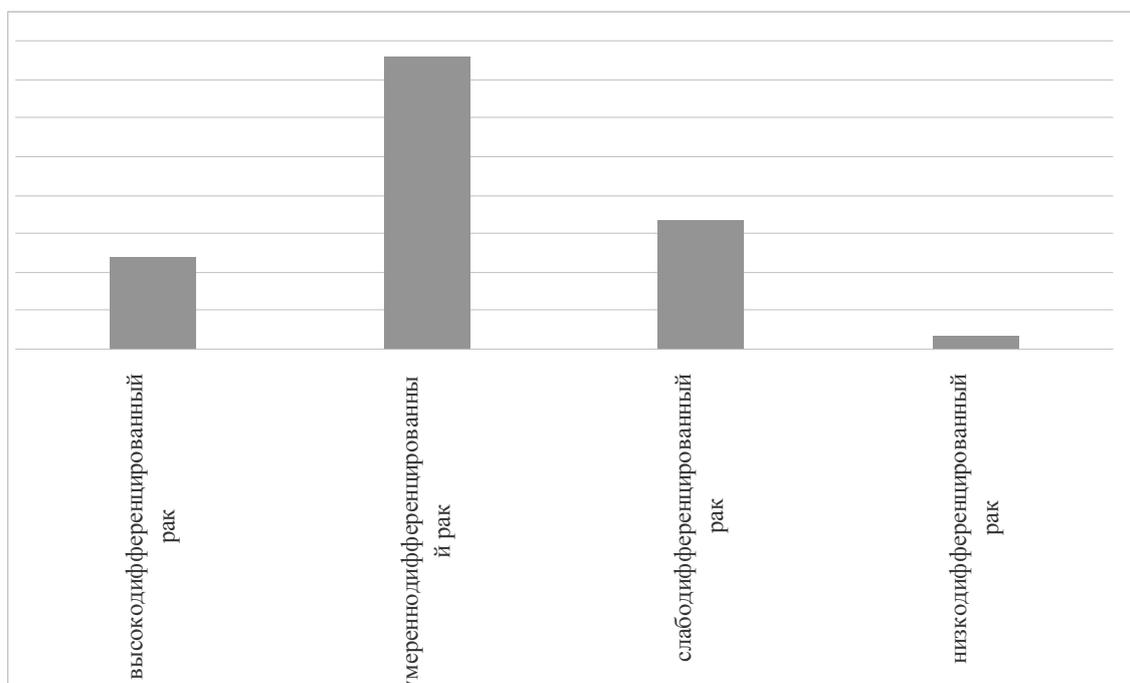


Рис. 2. Распределение количества пациентов по выявленной степени злокачественности рака oroфарингеальной области

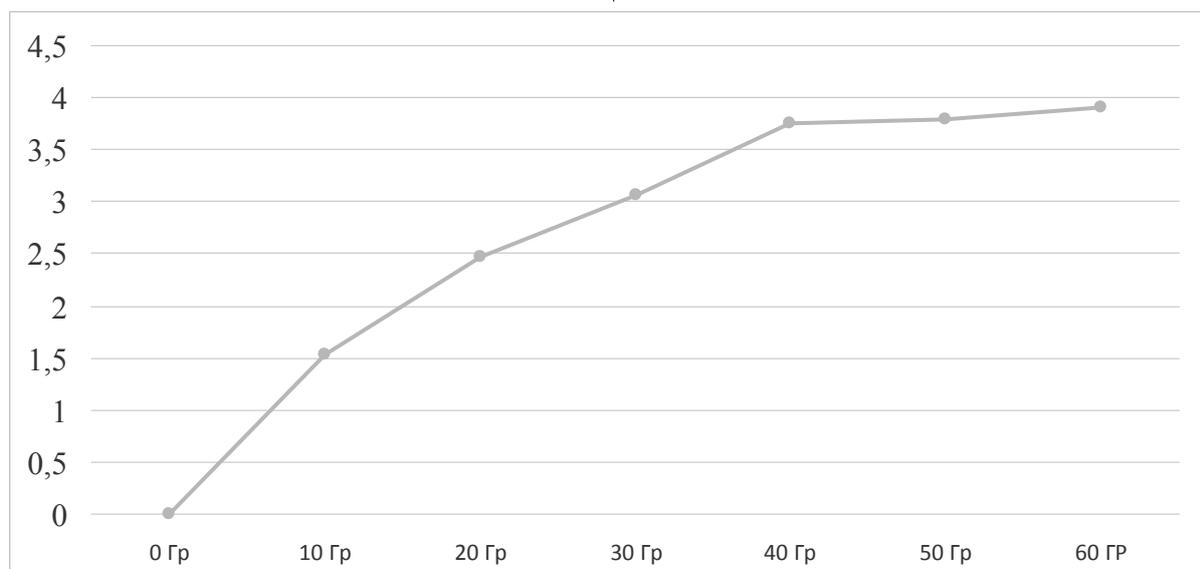


Рис. 3. Показатели тяжести клинического течения орального мукозита в зависимости от суммарной дозы облучения

на рисунке 3. Как видно из графика, представленного на рис. 3 оральный мукозит тяжелой степени тяжести развивается у пациентов с плоскоклеточным раком орорфарингеальной области при суммарной дозе облучения 30 Гр и выше.

Лучевая терапия связана с многочисленными побочными эффектами, вызванными прямым воздействием излучения на здоровые ткани. При плоскоклеточном раке орорфарингеальной области на фоне лучевой терапии развиваются такие осложнения как: мукозит, дисфагия, тризм, проблемы с зубами, ксеростомия и остеорадионекроз. Из них наиболее ранним и частым осложнением является оральный мукозит. Частота орального мукозита колеблется от 80% до 97% [4].

Радиационно-индуцированный оральный мукозит является следствием кумулятивной дозы и обычно начинает проявляться при суммарных дозах облучения около 15–20 гр. Язвенная форма мукозита, как правило, появляется при дозах 30 гр. Симптомы лучевого орального мукозита включают сильную боль, дисфагию, анорексию, затруднение речи. Боль от мукозита часто настолько интенсивна, что может предотвратить пероральный прием

пищи и медикаментов, что существенно влияет на качество жизни пациента и может быть причиной прерывания терапии основного заболевания [5].

Уход за ротовой полостью как до начала лечения, так и на протяжении всего наблюдения за пациентом играет важное значение в прогнозе развития орального мукозита. Интенсивная профилактика заболеваний полости рта (лечение кариеса, гингивита, парадонтита и т.д.) рекомендовано выполнять за две-три недели до лучевой терапии плоскоклеточного рака орорфарингеальной области.

## Выводы

Одним из ранних осложнений лучевой терапии плоскоклеточного рака орорфарингеальной области является оральный мукозит, который сопровождается сложными динамичными патобиологическими процессами. Развитие орального мукозита как в раннем, так и в позднем постлучевом периоде приводит к физическим страданиям, и снижению качества жизни пациента. Важным моментом профилактики орального мукозита является заблаговременная санация ротовой полости и обучение пациента правильным гигиеническим навыкам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоренко Р. А. Морфологическая оценка жевательных мышц у экспериментальных животных при ограничении движений нижней челюсти / Р. А. Сидоренко, И. А. Захаркин, А. Н. Сидоренко, Т. В. Тарасова, А. М. Аванесов // *Здоровье и образование в XXI веке*. — 2017. — № 8. — Том 19. — С. 177–180 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://clinical-journal.co.uk/gallery/177-180-19-8.pdf>
2. Захватов А. И. Коррекция регенеративных процессов коллагена при посттравматическом артрите в эксперименте / А. И. Захватов, Т. В. Тарасова, И. А. Захаркин, Ю. А. Захватова // *Гены и клетки: материалы III национального конгресса по регенеративной медицине*. — Том XII. — № 3. — 2017. — С. 98.

3. Trubitsyna I. Autoimmune component in experimental pancreatic necrosis: factor of protection or damage? / I. Trubitsyna, L. Vinokurova, T. Tarasova, D. Bordin, A. Guliaev, A. Smirnova // *Pancreatology*. — № 17. — 2017. — S65.
4. Сидоренко Р. А. Мониторинг функционального состояния жевательной мускулатуры у больных с фиброзным анкилозом височно-нижнечелюстных суставов при традиционной терапии и применении транскраниальной электростимуляции / Р. А. Сидоренко, И. А. Захаркин, А. Н. Сидоренко, Т. В. Тарасова, И. В. Саушев // *Здоровье и образование в XXI веке*. — 2017. — № 8. — Том 19. — С. 63–66 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://clinical-journal.co.uk/gallery/63-66-19-8.pdf>
5. Родин А. Н. Эффективность регионарной фармакотерапии в комплексном лечении гнойно-некротических осложнений сахарного диабета / А. Н. Родин, А. Н. Захватов, А. Н. Беляев, Т. В. Тарасова, И. А. Захаркин // *Современные проблемы науки и образования*. — 2017. — № 5; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=26808>

© Аванесов Анатолий Михайлович (9023060@mail.ru), Гвоздикова Евгения Николаевна, Тарасова Татьяна Викторовна,  
Хайдар Далила Али, Виноградова Анна Александровна, Захаркин Илья Александрович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский Университет Дружбы Народов

## СОВРЕМЕННЫЕ АППАРАТНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ОЖГОВЫХ ПАЦИЕНТОВ

**Агаджанова Кристина Викторовна**

К.б.н., преподаватель, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. Скрябина  
applicant.id@mail.ru

### MODERN HARDWARE METHODS FOR TREATING BURN PATIENTS

**K. Agadzhanova**

*Summary.* The article is devoted to modern hardware methods for treating burn patients. Effective hardware methods for treating burn wounds are presented. The positive effects of plasma-mediated radiofrequency ablation of burn wounds, ultrasonic cavitation method, hydrosurgical treatment of burns are described. It is shown that hardware methods are promising methods for cleansing burn wounds, the use of which allows to reduce the negative consequences of burn injuries, to increase the social rehabilitation of burn patients.

*Keywords:* burn wounds, plasma-mediated radiofrequency ablation, ultrasonic cavitation, hydrosurgical method.

*Аннотация.* Статья посвящена современным аппаратным методам лечения ожоговых пациентов. Представлены эффективные аппаратные методы лечения ожоговых ран. Описаны положительные эффекты технологии плазменно-опосредованной радиочастотной абляции ожоговых ран, метода ультразвуковой кавитации, гидрохирургического метода обработки ожогов. Показано, что аппаратные методы являются перспективными методами очищения ожоговых ран, применение которых позволяет снизить негативные последствия ожоговых травм, повысить социальную реабилитацию ожоговых пациентов.

*Ключевые слова:* ожоговые раны, плазменно-опосредованная радиочастотная абляция, ультразвуковая кавитация, гидрохирургический метод.

**П**роблема лечения и реабилитации ожоговых пациентов до настоящего времени остается одной из самых актуальных и сложных в современной медицине. Данные медицинской статистики показывают, что удельный вес ожогов среди всех видов травм составляет 10–12% [3]. Причинами инвалидности ожоговых пациентов являются образование грубых рубцов, контрактуры суставов, обезображивающие деформации, рубцовотрофические язвы, которые в большинстве случаев являются неизбежными из-за тяжести первичного ожогового поражения. В связи с этим актуальным является проблема применения современных аппаратных методов лечения ожогов, которые позволяют снизить негативные последствия ожоговых травм, повысить социальную и трудовую реабилитацию ожоговых пациентов.

Аппаратные методы лечения ожоговых ран в последнее десятилетие нашли широкое применение в комбустиологической практике и показали свою эффективность. В частности, с целью физического воздействия на ожоговую поверхность для очищения ожоговых ран применяются вакуум-терапия, ультразвуковая обработка, ультрафиолетовое облучение, лечение в условиях флюидизирующих установок [1]. С целью активной санации ожоговых ран используют гидрохирургическую обработку, ультразвуковую кавитацию, плазменноопосредованную радиочастотную и лазерную абляцию [7].

В основе методики лазерной абляции ожоговых ран лежит удаление тканей с помощью энергии лазера.

В лазерной абляции используются углекислые и эрбиевые лазеры. Современным и малоизученным методом воздействия на ожоговые раны является метод плазменно-опосредованной радиочастотной абляции или плазменная абляция, который основан на диссоциации молекул воды с образованием свободных радикалов при прохождении радиочастотной энергии. Достоинством технологии плазменно-опосредованной радиочастотной абляции является то, что при ее использовании значительно снижается бактериальная нагрузка ран, при этом не возникают аэрозольные условия распространения бактерий в окружающей среде, как, например, при гидрохирургическом методе [2].

Другим эффективным методом очищения ожоговых ран является ультразвуковая кавитация. Очищение ожоговых ран при использовании данной методики построено на эффекте кавитации, основанном на механическом воздействии струи физиологического раствора постоянной силы, которая совместно с низкочастотными ультразвуковыми волнами через специальную насадку, вызывает образование мелких пузырьков газа [9]. В отечественной практике метод ультразвуковой кавитации хорошо изучен и показал свою эффективность в комплексном применении со стандартной некрэктомией для удаления остатков струпа и раневого детрита, а также с целью быстрой подготовки ран к аутодермопластике. Опыт применения метода ультразвуковой кавитации в группе пациентов с ожогами IIIA-B степени показал сокращение сроков пребывания в стационаре [6]. Достоинствами данного метода является снижение бакте-

риальной и биологической нагрузки на ожоговые раны [9]; более низкая кровопотеря и кровоизлияния в ткани по сравнению с некрэктомией глубоких ожогов скальпелем; жизнеспособность дна раны после иссечения некротических тканей; высокая приживаемость аутодермотрансплантатов, достигающей 85% случаев [4]. Ограничением данной методики является ее неэффективность при некрэктомии до начала отторжения струпа, увеличение продолжительности хирургического вмешательства по сравнению с некрэктомиями острым путем [6].

Как в зарубежной, так и в отечественной лечебной практике наиболее изученным и показавшим свою эффективность является гидрохирургический метод обработки ожогов, который может служить в качестве альтернативы стандартной хирургической технике иссечения ожоговых ран [5]. Принцип действия гидрохирургического метода обработки ожогов основан на подаче на поверхность раны высокоскоростной струи стерильного физиологического раствора с непрерывной аспирацией в утилизационную емкость, в результате чего создается локальный вакуум с высоким атмосферным давлением,

мощность которого регулируется диапазоном режимов, определяющих силу воздействия на ткани. В результате происходят процессы разъединения, отсекаются и аспирации нежизнеспособных тканей с поверхности ожоговых ран без воздействия на жизнеспособные участки, что снижает риск формирования рубцовых осложнений дермальных ожогов [5; 8]. Достоинствами данного метода является и то, что отмечается незначительная кровопотеря, равномерное выравнивание раневого ложа, отсутствие травматизации окружающих тканей, сокращение сроков госпитализации ожоговых пациентов [8].

Таким образом, аппаратные методы лечения ожоговых пациентов имеют большие перспективы практического применения с целью очищения ожоговых ран. Успешная хирургическая тактика лечения ожоговых ран возможна лишь при адекватном и взвешенном использовании, как современных физических методов активной санации, так и стандартных методик некрэктомии с учетом имеющихся показаний, противопоказаний и особенностей течения раневого процесса при ожоговых поражениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А. А. Местное консервативное лечение ран на этапах оказания помощи пострадавшим от ожогов: клинические рекомендации // А. А. Алексеев, А. Э. Бобровников, М. Г. Крутиков, Ю. И. Тюриков, С. Б. Богданов. Общероссийская общественная организация «Объединение комбустиологов «Мир без ожогов». — 2014. — 22 с.
2. Алмазов И. А. Патогенетическое обоснование выполнения хирургической дермабразии при ожогах: диссертация ... кандидата Медицинских наук: 14.03.03. — Санкт-Петербург, 2017. — 160 с.
3. Дмитриев Г. И., Арефьев И. Ю., Короткова Н. Л., Меньшенина Е. Г., Поято Т. В., Богосьян Р. А., Полякова А. Г. Совершенствование комплексной реабилитации больных с последствиями ожогов // Травматология и ортопедия. — 2010. — № 2 (11). — С. 225–228.
4. Кичемасов С. Х. Использование ультразвуковой диссекции и кавитации при лечении глубоких ожогов // С. Х. Кичемасов, Ю. Р. Скворцов, И. В. Чмыр в, А. А. Степаненко // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. — СПб, 2007. — № 1, Прил. 17 (часть II). — С. 568.
5. Погодин И. Е. Применение гидрохирургической системы Versajet и биополимера «Реперен» при лечении дермальных ожогов / И. Е. Погодин, М. В. Ручин // Сб. науч. тр. IV съезда комбустиологов России. — М., 2013. — С. 145–146.
6. Фисталь, Э. Я. Метод ультразвуковой кавитации при лечении ран различной этиологии [Электронный ресурс] / Э. Я. Фисталь, Д. М. Коротких, В. В. Солошенко и соавт. // Комбустиология. — 2007. — № 31. — Режим доступа: <http://combustiolog.ru/journal/metod-ul-trazvukovoj-kavitatsii-prilechenii-ran-razlichnoj-e-tiologii>.
7. Nusbaum A. G. Effective method to remove wound bacteria: comparison of various debridement modalities in an in vivo porcine model / A. G. Nusbaum, J. Gil, M. K. Rippey et al. // J. Surg. Research. — 2012. — Vol. 176, № 2. — P. 701–707.
8. Rappl T. Hydrosurgery-system in burn surgery — indications and applications [Электронный ресурс] / T. Rappl // InTech. — 2013. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.5772/51851>.
9. Shannon M. K. Low-frequency ultrasound debridement (Sonoca-185) in acute wound management: A case study / M. K. Shannon, A. Williams, M. Bloomer // Wound Pract. and Res. — 2012. — Vol. 20, № 4. — P. 200–205.

© Агаджанова Кристина Викторовна (applicant.id@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРАЖЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ БОЛЕЗНИ ЛАЙМА

**Арсакханова Гайна Абдулаевна**

К.м.н., доцент, Чеченский государственный университет  
qistoloqiya58@mail.ru

### CLINICAL FEATURES OF THE DEFEAT OF THE NERVOUS SYSTEM IN LYME DISEASE

**G. Arsakhanova**

*Summary.* At the present stage, for tick-borne borreliosis, characterized by a predominant lesion of the nervous system, the term "neuroborreliosis" is used. In patients with BL (Lyme disease), the frequency and severity of lesions of the nervous system varies depending on their place of residence and ranges from 11% to 40%. This figure in Central and North America is about 11%, in the European Union—29–33%, in Asia—16%. According to the latest data, the incidence of neuroborreliosis is 2–4 times higher than tick-borne encephalitis.

In Russia, to date, the statistics of the incidence of neuroborreliosis is not maintained. However, it is possible to get an idea about the level of morbidity indirectly.

*Keywords:* neuroborreliosis, nervous system disease, clinical features, Lyme disease.

*Аннотация.* На современном этапе для клещевого боррелиоза, характеризующееся преимущественным поражением нервной системы, используют термин «нейроборрелиоз». У больных БЛ (болезни Лайма) частота и тяжесть поражений нервной системы различается в зависимости от их места проживания и находится в пределах от 11% до 40%. Этот показатель в странах Центральной и Северной Америки составляет около 11%, в странах Евросоюза — 29–33%, в Азии — 16%. По последним данным, заболеваемость нейроборрелиозом в 2–4 раза выше, чем клещевым энцефалитом.

В России на сегодняшний день статистика заболеваемости нейроборрелиозом не ведется. Однако, получить представление об уровне заболеваемости можно косвенно.

*Ключевые слова:* нейроборрелиоз, заболевание нервной системы, клинические особенности, болезнь Лайма.

**П**оражения нервной системы при БЛ во время острого и хронического периодов заболевания, целесообразно разделить и классифицировать согласно локализации основного очага поражения: на центральные и периферические поражения нервной системы. Дальнейший анализ поражений нервной системы при БЛ будет проведен с учетом особенностей течения заболевания в острый и хронический период.

В клиническом течении БЛ выделяют три стадии. Инкубационный период длится от 2 до 30 дней, в среднем—14 дней.

Первая стадия длится до 2 нед и характеризуется признаками инфекционного заболевания. Имеющиеся общеинфекционный и общемозговой синдромы: головкружение, сонливость, головная боль, тошнота, повышение температуры тела до 40 °С. появляются внезапная общая слабость, быстрая утомляемость, боль в мышцах и суставах. Эритема в месте укуса клеща — основной клинический признак ХЛ. Сначала это округлое красное пятно, которое в течение нескольких недель увеличивается в диаметре до 15–20 см, а центральная ее часть регрессирует, светлеет, что придает ей характерной кольцевидной формы. Иногда появляются дочерние эритемы

на других участках кожи. Эти эритемы меньшего размера, без следов укуса клеща. Заболевание может протекать без появления эритемы, но с общеинфекционным синдромом. В таких случаях подтверждение диагноза основывается на лабораторной диагностике (в сыворотке крови и спинномозговой жидкости (СМЖ) часто выявляют повышение содержания специфических антител класса IgG и IgM к *Borrelia burgdorferi*) и появлению умеренной ригидности затылочных мышц без изменений в составе СМР. На этой стадии иногда может возникнуть лимфоцитарная лимфома кожи.

Вторая стадия заболевания характеризуется появлением неврологической симптоматики через 2–4 нед от начала заболевания, иногда — через несколько месяцев. Серозный менингит — основное клиническое проявление второй стадии заболевания. Наблюдают также появление симптомов поражения сердечно-сосудистой системы в виде миокардита, перикардита, нарушений ритма сердечной деятельности. Поражения кожи на этой стадии не выражены. В СМЖ — умеренный лимфоцитарный плеоцитоз, уровень глюкозы в норме, белок — 0,66–0,99 г/л. Исследование СМЖ проводят в один день с анализом сыворотки крови. В случае БЛ концентрация антител в СМЖ в 4 раза больше, чем в сыворотке крови.

Типичным расстройством со стороны нервной системы на 2-й стадии заболевания является синдром Баннварта: серозный менингит, поражение корешков спинальных нервов в шейно-грудном отделе спинного мозга с сильным корешковым болью и вовлечение в процесс черепных нервов (чаще лицевого нерва, иногда — с обеих сторон, реже — глазодвигательного, отводящего, слухового, тройничного, зрительного). Имеются сообщения в зарубежной литературе о синдроме Гийена — Барре, который возникает как проявление нейроборрелиоза.

Третья стадия, или поздний хронический боррелиоз, характеризуется мультифокальным поражением нервной системы, которое может возникнуть спустя несколько месяцев или 1–2 года после инфицирования, а симптоматика сохраняется более 6 мес.

Боррелии персистируют внутри клеток длительное время, вызывая активизацию аутоиммунных процессов в организме. Поражение головного мозга проявляется в виде острого или подострого энцефалита: возникают сонливость, снижение памяти и внимания, парциальные или генерализованные эпилептические припадки, атаксия в случае поражения мозжечка, хорея при поражении экстрапирамидной системы.

Бывают случаи прогрессирующего энцефаломиелита. У таких больных нет эритемы, которая может быть распознана. Это приводит к несвоевременной диагностике. Тогда энцефаломиелит за клиническими проявлениями подобный рассеянного склероза: на МРТ головного мозга — много очаговых поражения. В случае дифференциальной диагностики этих заболеваний нужно учитывать, что рассеянный склероз не имеет расстройств со стороны периферической нервной системы, почти у 80% больных наблюдают изменения глазного дна, симптомы поражения мозжечка, очаги демиелинизации в белом веществе спинного мозга во время МРТ.

В случае возникновения энцефалопатии возможны аффективные и когнитивные расстройства (памяти, внимания, быстрая утомляемость, расстройства сна, речи). Редко обнаруживают расстройство экстрапирамидной системы в виде синдрома паркинсонизма. В течение всей стадии сохраняются общая слабость, боль в костях, сустав лбах и мышцах, который мигрирует. Хроническая стадия протекает с чередованием ремиссий и рецидивов, иногда имеет рецидивный характер. Частым синдромом является остеопороз, потеря хряща крупных суставов (коленного, локтевого, тазобедренного). На коже можно увидеть доброкачественную лимфоцитому [1, с. 120; 4, с. 163].

Анализ статистических данных заболеваемости БЛ с преимущественным поражением центральной нерв-

ной системы показывает, что в течение острого периода болезни ее основными формами являются менингит и менингоэнцефалит [1, с. 115].

Кроме менингита около 30% случаев заболевания БЛ в остром периоде могут сопровождаться нарушениями сна, спутанностью сознания, повышенной возбудимостью, которые наблюдаются на фоне очаговой неврологической симптоматики, что позволяет рассматривать эти проявления как признаки энцефалитного процесса. Подтверждением этого являются результаты ряда работ [2, с. 216; 3, с. 551; 4, с. 165; 5, с. 421], в которых авторы указывают на наличие отклонений биоэлектрической активности в виде преобладания острых волн, которые регистрировались при проведении электроэнцефалографического исследования.

Многолетние исследования болезни Лайма на разных стадиях ее течения указывают на то, что во время острого периода заболевания в большинстве случаев наблюдаются неврологические проявления поражения периферической части нервной системы [2, с. 223; 5, с. 421]. Преимущественно весь спектр поражений периферической нервной системы во время острого периода заболевания можно описать двумя синдромами — алгичным и амиотрофическим [5, с. 421].

Алгичный синдром в большинстве случаев проявляется невралгией, миалгией, плексалгией, полирадикуллопатией [5, с. 422; 6, с. 1094].

Амиотрофический синдром сопровождается сегментарным радикулоневритом, изолированным невритом лицевого нерва, региональным к месту укуса мононевритом, парезом конечностей, радикулоалгией, плексалгией, моно — и полиневритами, корневыми чувствительными расстройствами во всех отделах позвоночника [6, с. 1094].

Результаты многочисленных исследований [3, с. 551; 4, с. 163; 6, с. 1095] показывают, что поражения черепной иннервации среди больных с неврологическими отклонениями наблюдается чаще других (50–90% от общего количества случаев). В большинстве случаев патогенному действию боррелий подвергаются III–VII, реже — IX–XII пары черепных нервов. Ряд исследователей [4, с. 163; 6, с. 1095] указывают на высокий процент (30%) невритов лицевого нерва, которые связывают с поражением VII пары черепных нервов.

Среди больных с установленным диагнозом «нейроборрелиоз» процент поражения лицевого нерва значительно выше. По данным [6, с. 1097] среди пациентов с нейроборрелиозом поражения лицевого нерва имели 30%, у 16% патологический процесс имел двусторонний характер.

Следует отметить, что амиотрофический синдром в ряде случаев может проявляться отдельным симптомом — лимфоцитарным менингополирадикулоневритом Банварта, классическое проявление которого было описано Банвартом [7, с. 10]. После открытия возбудителя болезни Лайма появились ряд сообщений в научной литературе, в которых описывалось, что синдром Банварта является одним из проявлений спирохетоза [6, с. 1098; 7, с. 24]. В этих исследованиях у большинства больных удалось установить связь между неврологической симптоматикой данного синдрома и укусом клеща. Неврологические нарушения, как правило, возникали после исчезновения эритемы и проявлялись болевым синдромом, обусловленным поражением корешков спинальных нервов, чаще шейно-грудного отдела позвоночника [7, с. 32].

В работе [8, с. 584] проведен анализ ряда случаев заболевания боррелиозным менингополирадикулитом, сопровождавшимся признаками лимфоцитарного менингита и Корешковыми поражениями черепных нервов, особенно лицевого. В последнее время в научной медицинской периодике появляются сообщения о клинические проявления нейроборрелиоза в виде синдрома Гийена-Барре (Guillain-Barre) [8, с. 584; 9, с. 198]. В то же время, вероятно, этот вопрос до конца не решен и требует дальнейших исследований.

В течение хронического периода заболевания поражения центральной и периферической нервной системы характеризуются почти одинаковой частотой появления [7, с. 45].

Поражения центральной нервной системы проявляются в виде энцефалопатии, энцефалита, энцефаломиелита, цереброваскулярного нейроборрелиоза [7, с. 59; 8, с. 584; 9, с. 199].

При хроническом энцефалите, энцефаломиелите наблюдаются зрительные нарушения, слабость в конечностях и нарушение чувствительности (сенсомоторные нарушения), ангиопатия глазного дна, дизартрия, дисфагия, экстрапирамидные нарушения, эпилептиформные припадки, афазия, гемипарез [9, с. 198].

Зрительные нарушения при энцефалите и энцефаломиелите могут проявляться в виде неврита зрительного нерва (ретробульбарного неврита) и сопровождаются демиелинизирующим воспалением одного или двух зрительных нервов [9]. По литературным данным, поражение черепных нервов фиксируется у 50–90% больных, в виде неврита зрительного нерва при БЛ в около 2% больных [10, с. 737; 11, с. 1445].

Во многих случаях хронический энцефаломиелит имеет подобную рассеянному склерозу клиническую картину [1, с. 121; 9, с. 200]. При этом могут наблюдаться пара — и тетрапарезы, нарушения чувствительности, атаксия, расстройства функций тазовых органов (задержка мочеиспускания, императивные позывы), поражения черепных нервов и тяжелые психические расстройства (депрессия, маниакальный синдром, панические атаки) [8, с. 584; 9, с. 198].

На хронической стадии заболевания достаточно часто наблюдаются поражения ЦНС в виде церебрального васкулита (цереброваскулярный нейроборрелиоз), развивающийся у пациентов через 3–7 месяцев от начала заболевания [1, с. 120; 2, с. 217]. Эта патология проявляется умеренными проявлениями менингеального и прогрессирующего психоорганического (нарушение памяти, изменение личности) синдромов, периодическими ишемическими нарушениями в различных сосудистых ассоциированных зонах, тромбозом магистральных сосудов с развитием ишемических инсультов или субарохноидальных кровоизлияний [1, с. 122; 3, с. 551].

Заслуживают особого внимания исследования, посвященные установлению возможного этиологического фактора боррелиозного характера болезни Альцгеймера, представляет собой одну из форм пресенильной деменции. Так, в работе [6, с. 1097] было установлено наличие спирохет в сыворотке и ликворе у 13 пациентов из 14 обследованных пациентов больных болезнью Альцгеймера.

В педиатрической практике встречаются сообщения о возможных осложнениях боррелиозной инфекции, проявляющихся в торможении роста и полового развития [12, с. 259].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Попович О. О. Лайм-боррелиоз: современная проблема инфектологии (клиническая лекция) [Текст] / О. О. Попович // актуальная инфектология. 2016. № 3.
2. Bremell D. Clinical characteristics and cerebrospinal fluid parameters in patients with peripheral facial palsy caused by Lyme neuroborreliosis compared with facial palsy of unknown origin (Bell's palsy) [Text] / D. Bremell, L. Hagberg [et al] // BMC Infectious Diseases. 2011. V.11.
3. Farshad-Amacker N. A. Brainstem abnormalities and vestibular nerve enhancement in acute neuroborreliosis [Text] / N. A. Farshad-Amacker, H. Scheffel, T. Frauenfelder, H. Alkadhi // BMC Res Notes. 2013. V.6.
4. Khan S. Pediatric Acute Longitudinal Extensive Transverse Myelitis Secondary to Neuroborreliosis // S. Khan, N. Sing, A. Dow, A. Ramirez-Zamora // Case Rep Neurol. 2015. V.7(2).

5. Wang E. American neuroborreliosis presenting as cranial polyneuritis and radiculoneuritis / E. Wang, P.R. Shirvalkar, C.B. Maciel // *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm.* 2014. V.1(3).
6. Uhde M., Indart A., Fallon B. A., Wormser G. P., Marques A. R., Vernon S. D., Alaedini A. C-Reactive Protein Response in Patients With Post-Treatment Lyme Disease Symptoms Versus Those With Myalgic Encephalomyelitis. Chronic Fatigue Syndrome / M. Uhde, A. Indart, B. A. Fallon, G. P. Wormser, A. R. Marques, S. D. Vernon, A. Alaedini // *Clin Infect Dis.* 2018. Vol. 5, № 8.
7. Shiokawa T. Lyme disease with the triad of neurologic manifestations / T. Shiokawa, M. Hasegawa, M. Yamazaki [et al] // *Rinsho Shinkeigaku.* 1991. Vol. 31, N5
8. Gourmelen O. Meningo-radiculite de la maladie de Lyme resistaute a la penicilline G / O. Gourmelen, X. Le Loet, A. P. Doragon [et al] // *Presse med.* 1989. Vol.18, N.11.
9. Reimers C. D. Borrelia burgdorferi infection in Europe: an HLA-related disease? / C. D. Reimers, U. Neubert, W. Kristoferitsch [et al] // *Infection.* 1992. Vol. 20, N4.
10. Shehab N. Emergency department visits for antibiotic-associated adverse events / N. Shehab, P. R. Patel, A. Srinivasan, D. S. Budnitz // *Clin Infect Dis* 2008. V.47
11. Levin J. M. In vitro susceptibility of Borrelia burgdorferi to 11 antimicrobial agents / J. M. Levin, J. A. Nelson, J. Segreti [et al] // *Antimicrobial Agents & Chemotherapy.* 1993. Vol. 37, N7.
12. Buczek A. Seroepidemiological study of lyme borreliosis among forestry Workers in southern Poland / A. Buczek, A. Rudek, K. Bartosik [et al] // *Ann. Agric. Environ Med.* 2009. Vol. 16.

© Арсаханова Гайна Абдулаевна (qistoloqiya58@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Чеченский государственный университет

## КЛИНИКО-НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СОДЕРЖАНИЕ НЕЙРОАМИНОКИСЛОТ У БОЛЬНЫХ С СОМАТОГЕННЫМИ ТИПИЧНЫМИ ПРОЗОПАЛГИЯМИ

### CLINICO-NEUROLOGICAL PECULIARITIES AND THE CONTENT OF NEUROLINGISTIC PATIENTS WITH SOMATOGENIC TYPICAL PROSOPALGIA

*G. Arsakhanova*

*Summary.* In modern clinical practice of neurologists and neurosurgeons, one of the most common complaints is facial pain-prosopalgia, which occupies a leading place among neurogenic acute and chronic pain syndromes, is usually characterized by a long clinical course and severity of pain syndrome, neurological polymorphism and in many cases is resistant to conservative treatment.

According to epidemiological data of foreign researchers, the prevalence of facial pain is 100–200 per 100 thousand population.

More than a third of the Russian population suffers from facial pain syndromes of various localization. Prosopalgia have important medical, social and clinical significance. Despite the large number of works of domestic and foreign researchers in this area, many issues of diagnosis and pathogenesis of the formation of facial pain disorders require study.

*Keywords:* neuroaminidase, neurological features, somatogenic of prosopalgia.

*Арсакханова Гайна Абдулаевна*

*К.м.н., доцент, Чеченский государственный университет  
qistoloqiya58@mail.ru*

*Аннотация.* В современной клинической практике неврологов и нейрохирургов одной из самых распространенных жалоб является лицевая боль — прозопалгия, которая занимает ведущее место среди нейрогенных острых и хронических болевых синдромов, характеризуется обычно длительным клиническим течением и выраженностью болевого синдрома, неврологическим полиморфизмом и во многих случаях является резистентной к консервативному лечению.

Согласно эпидемиологическим данным зарубежных исследователей, распространенность лицевых болей составляет 100–200 на 100 тыс. населения.

От лицевых болевых синдромов различной локализации страдает более трети населения России. Прозопалгии имеют важное медико-социальное и клиническое значение. Несмотря на большое количество работ отечественных и зарубежных исследователей в этой области, многие вопросы диагностики и патогенеза формирования болевых лицевых расстройств требуют изучения.

*Ключевые слова:* нейроаминокислоты, неврологические особенности, соматогенные прозопалгии.

**Л**ицевые боли развиваются вследствие поражения различных отделов нервной системы лица: соматических и вегетативных нервных образований. К последним относятся парасимпатические узлы головы (цилиарный, ушной, подъязычный и подчелюстной), а также периферические образования симпатической нервной системы шеи, лица и головы [1].

В классификации прозопалгий [1; 2, с. 522] выделены две основные группы, связанные с поражением соматических и нейрогенных образований: А) соматические (офтальмогенные, оториногенные, одонтогенные, при поражении кожи, слизистых, десен, артрогенные, миогенные, при заболеваниях внутренних органов), типовые прозопалгии, обусловленные поражением тройничного нерва и других черепных нервов. Чаще всего случаются невралгия языкоглоточного нерва и невралгия верхнего гортанного нерва; Б) неврогенные прозопалгии, к которым также относятся атипичные формы.

Для исследования было отобрано больных с невралгиями тройничного и языкоглоточного нерва — наиболее распространенными и клинически важными типами соматогенных прозопалгий.

В патогенезе некоторых болевых процессов доказана роль аминокислот в нейрогуморальном повреждении [3]. Значительное внимание уделяют определению уровня нейроаминокислот. Во многих экспериментальных и клинических работах показано, что глутамат и гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) — это не только модуляторы судорожной и нейропластичной активности головного мозга, они также принимают участие в нейроэксцитотоксичном процессе, прямо или косвенно регулирующих основные процессы формирования болевого порога, агрессию и тревогу, синаптическую пластичность, эмоции [4, с. 153]. Определение содержания глутамата, аспартата и ГАМК в сыворотке крови больных с соматогенными прозопалгиями и их корреляции с не-

Таблица 1. Распределение больных с соматогенными типичными прозопалгиями по возрасту и полу

Возраст, лет	Мужчины	Женщины	Вся выборка
20–29	3 (8,33%)	1 (3,12%)	4 (5,88%)
30–39	11 (30,55%)	9 (28,13%)	20 (29,41%)
40–49	16 (44,45%)	7 (21,87%)	23 (33,82%)
50–59	6 (16,67%)	15 (46,88%)	21 (30,89%)
Всего	36 (52,94%)	32 (47,06%)	68 (100,00%)

врологическими данными и выраженностью болевого синдрома позволят повысить качество клинической диагностики, установить особенности патогенеза и разработать дифференциально-диагностические критерии течения лицевого болевого синдрома.

Обследовано 68 (32 женщин и 36 мужчин в возрасте от 28 до 53 лет (средний возраст —  $33,57 \pm 9,24$  года)) больных с соматогенными типичными прозопалгиями, которые проходили курс лечения в Институте неврологии, психиатрии и наркологии НИИ РФ и получали базисную терапию противобольными и сосудистыми средствами в среднетерапевтических дозах. В контрольной группе включены 30 здоровых лиц (15 женщин и 15 мужчин в возрасте от 26 до 35 лет, средний возраст —  $27,50 \pm 8,33$  года).

Содержание глутамата, аспартата и ГАМК в сыворотке крови определяли с помощью высоковольтного электрофореза с количественным анализом выделенных фракций спектрофотометрическим методом [2, с. 523] на спектрофотометре СФ-46. У пациента получали кровь, отстаивали и экстрагировали. Экстракцию проводили 96% этиловым спиртом при кипячении проб на водяной бане в течение 10 мин с последующим центрифугированием при 5000 оборотах.

Надосадочную жидкость выпаривали досуха при температуре 60 °С. Сухой остаток растворяли в воде из расчета 0,1 мл крови: 0,15 мл воды, наносили на полосы хроматографической бумаги ( $l = 58$  см;  $d = 8$  см). Использовали стандартные образцы ГАМК, глутаминовой и аспарагиновой аминокислот производства Sigma (США). Концентрации стандартов — по 0,025–0,2 мкмоль в пробе, объем — 0,01 мл. Электрофорез длился 3 ч при напряжении 600В в пиридиноуксусном буфере. После электрофореза полосы хроматографической бумаги высушивали в потоке воздуха в течение 1–2 ч (до исчезновения запаха пиридина) и красили нингидрином.

Следы, которые оставляли аминокислоты, вырезали, нингидрин экстрагировали 60% спиртом с 0,005%  $\text{SiSO}_4$ . Колометрию проводили при  $\lambda = 540$  нм по сравнению с контролем (участок хроматографической бумаги, экстрагирована спиртом).

Математический анализ полученного цифрового материала осуществляли с помощью пакета для обработки статистической информации Statistica 6.5.

Клинико-неврологическое исследование больных проводили по общепринятой схеме обследования, которое предусматривало сбор анамнеза, оценку неврологического статуса, нейропсихологическое обследование для качественной и количественной оценки боли с помощью визуальной аналоговой шкалы [6]. После инструктажа пациенту давали несколько 10-сантиметровых вертикальных шкал с сантиметровыми и миллиметровыми делениями, где деление 0 соответствовало понятие «отсутствие боли», 1–3 — «слабо выраженный болевой синдром», 4–6 — «умеренно выраженный боль», 7–9 — «выраженный боль», 10 — «максимальный уровень боли».

Среди мужчин наибольшее количество принадлежали к возрастной группе 40–49 лет, среди женщин — в возрастной группе 50–59 лет (табл. 1).

Клинические проявления заболевания систематизировали по классификации прозопалгий, которая отражает топический подход и патогенетические механизмы [1]. По степени выражения болевого синдрома больных распределили на три группы.

1-я клиническая группа — 11 (16,2%) больных с соматогенными типичными прозопалгиями (рисунок) с очень выраженным болевым синдромом, частыми (до 5–7 раз в сутки) и отчетливыми болевыми приступами, из них 4 женщины и 7 мужчин. Этиологические факторы: узость костного канала (4 (36,3%)), значительная извилистость сосудов и сосудистый стаз (3 (27,7%)), травма (2 (18,2%)), зажигания (1 (9,1%)), одонтогенные факторы (1 (9,1%)). Клинико-неврологическое обследование больных выявило наличие рассеянной неврологической симптоматики, что свидетельствует о поражении мезенцефальных и стволовых структур головного мозга. Из объективных органических неврологических симптомов чаще встречались нарушения черепно-мозговой иннервации и рефлекторно-двигательной сферы в виде горизонтального (11 (100%)), и ротаторного (4 (36,36%)) нистагма, нарушение иннервации зрачка (9 (81,8%)), нарушение

Таблица 2. Содержание нейроаминокислот (мкмоль / л) в сыворотке крови больных с соматогенными типичными прозопалгиями (M ± m)

Группа	Глутамат	Аспарат	ГАМК
Контрольная (n = 30)	112,75 ± 11,72	8,44 ± 2,91	6,72 ± 1,59
1-я (n = 11)	226,88 ± 16,45*	14,27 ± 2,90	2,26 ± 1,08*
2-я (n = 38)	161,37 ± 24,10	12,56 ± 2,74	2,40 ± 1,16*
3-я (n = 19)	119,96 ± 18,84	9,23 ± 2,85	5,09 ± 3,20

чувствительности в зоне иннервации VII черепно-мозговых нервов (ЧМН) (10 (90,9%)), нарушение чувствительности в зоне иннервации V ЧМН (5 (45,4%)), асимметрии лица (11 (100%)), увеличение сухожильных рефлексов (9 (81,8%)). У всех больных отмечен синдром вегетативной дистонии.

Нейроэндокринологические нарушения в виде снижения фертильности и гинекомастии выявлено у 2 (18,2%) мужчин.

Установлено, что все больные имели выраженные изменения содержания глутамата, аспартата и ГАМК в сыворотке крови (табл. 2). Так, уровень ГАМК был статистически значим ( $p < 0,05$ ) ниже на 4,46 мкмоль/л по сравнению с контрольной группой, глутамата — выше на 114,13 мкмоль/л ( $p < 0,05$ ), аспартата — имел тенденцию к повышению на 5,83 мкмоль/л ( $p > 0,05$ ). Полученные результаты свидетельствуют о том, что ход прозопалгии у этих больных сопровождалось повышенным выбросом медиаторов возбуждения, в частности глутамата и аспартата, и снижением торможения. Анализ степени отклонения от контрольных данных (t-критерий) обнаружил, что разница между группами по уровню ГАМК составляла  $t = 2,9$   $t = 1,8$ , с содержанием глутамата —  $t = 2,3$   $t = 1,6$  ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, у больных с соматогенными типичными прозопалгиями и выраженным болевым синдромом наблюдается четкое повышение уровня возбуждающих аминокислот (глутамата и аспартата) в сыворотке крови по сравнению с контрольной группой и снижение содержания ГАМК. Эти изменения были наиболее выраженными в 1-й группе пациентов.

Во 2-ую клиническую группу было вовлечено 38 (55,9%) пациентов со средней интенсивностью болевого синдрома. Этиологические факторы: узость костного канала (12 (31,6%)), значительная извилистость сосудов и сосудистый стаз (10 (6,3%)), травма (4 (10,5%)), воспаления (3 (7,9%)), инфекция (чаще всего — герпес) (3 (7,9%)), одонтогенные факторы (2 (5,3%)), переохлаждение (2 (5,3%)), опухоль (1 (2,6%)), рассеянный склероз (1 (2,6%)).

Клинико-неврологическое обследование выявило наличие рассеянной неврологической симптоматики, указывающей на поражение мезенцефальных и стволовых структур головного мозга. Из объективных органических неврологических симптомов чаще встречались нарушения черепно-мозговой иннервации и рефлекторно-двигательной сферы в виде горизонтального (16 (42,1%)) и ротаторного (2 (5,3%)) нистагма, нарушение иннервации зрачка (14 (36,8%)), нарушение чувствительности в зоне иннервации VII ЧМН (16 (42,1%)), легкая асимметрия лица (29 (76,3%)), увеличение сухожильных рефлексов (22 (57,9%)), синдром вегетативной дистонии (29 (76,3%)). У 1 (2,6%) больного наблюдали мономорфные миоклонические приступы, у 3 (7,9%) пациентов с герпетическим поражением — синдромом дезинтеграции в межприступный период и вегетососудистые пароксизмы преимущественно парасимпатической звена.

У больных этой группы уровень ГАМК и аспартата в сыворотке крови был статистически ( $p < 0,05$ ) ниже по сравнению с контрольной группой на 4,32 и 4,12 мкмоль/л соответственно (см. табл. 2), глутамата — имел тенденцию к росту и был большим на 951,38 мкмоль/л по сравнению с контрольной группой ( $p > 0,05$ ). Уменьшение содержания ГАМК в сыворотке крови свидетельствовало о снижении реакций торможения. Таким образом, наиболее выраженные функционально-биохимические изменения наблюдались в звене ГАМК-медиаторной системы. Основной путь образования ГАМК — основного тормозного нейромедиатора в тканях мозга — синтез из глутаминовой кислоты. Значительное снижение содержания тормозящих аминокислот отражает неэффективность защитных механизмов торможения в целом, что имеет патогенетическое значение при формировании болевого синдрома.

К 3-й клинической группе были привлечены 19 (27,9%) пациентов с редкими болевыми приступами неинтенсивной выраженности. Этиологические факторы: узость костного канала (9 (47,4%)), значительная извилистость сосудов (6 (31,6%)), травма (2 (10,5%)), герпетическая инфекция (1 (5,3%)) и переохлаждения (1 (5,3%)). Неврологическое обследование выявило наличие горизонтального нистагма (9 (47,4%)), нарушение иннерва-

ции зрачка (5 (26,3%)), нарушение чувствительности в зоне иннервации VII ЧМН (8 (42,1%)), легкая асимметрия лица (18 (94,7%)), увеличение сухожильных рефлексов (19 (100,0%)), синдром вегетативной дистонии (15 (78,9%)).

В сыворотке крови уровни нейроаминокислот мало отличались от показателей контрольной группы (см. табл. 2).

Таким образом, проведенное исследование выявило, что болевой синдром при соматогенных типовых прозопалгиях сопровождается вегето-неврологическими расстройствами и выразительным нейроаминокислотным дисбалансом, который прямо пропорционально зависит от степени выражения болевого синдрома. Это может играть ведущую роль в патогенезе заболевания и формировании особенностей клинической картины, что следует учитывать при выборе лечения. При лечении болевых синдромов при типичных прозопалгиях необходимо проводить длительную консервативную патогенетическую терапию препаратами, улучшающими микроциркуляцию и метаболическое состояние головного мозга и периферических нервов, общеневрологические нейрореабилитационные мероприятия.

По нашему мнению, перспективным является изучение влияния нейроаминокислот на особенности

функционального состояния энзимных систем мозга и печени, участвующих в метаболизме нейроаминокислот и моделировании функциональной активности восходящих путей, которые играют определенную роль в неспецифической десинхронизации таламо-кортикальных синхронизирующих сомногенных систем продолговатого мозга. Необходимо провести исследование нейроаминокислотного дисбаланса у больных с соматогенными типичными прозопалгиями для разработки патогенетических механизмов, дифференциально-диагностических критериев и поиска новых путей лечения.

Развитие болевых синдромов у больных с соматогенными типичными прозопалгиями сопровождается повышенным выбросом медиаторов возбуждения, а именно глутамата, и снижением уровня торможения, о чем свидетельствует низкий уровень ГАМК в сыворотке крови. Установлено увеличение содержания глутамата у пациентов с выраженным болевым синдромом ( $p < 0,05$ ) и значительное снижение содержания тормозящих нейроаминокислот у больных с болевым синдромом средней и выраженной интенсивности ( $p < 0,05$ ), что отражает неэффективность защитных механизмов торможения при соматогенных типовых прозопалгиях у этой категории больных и может играть ведущую роль в патогенезе заболевания и формировании особенностей клинического течения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hobert O (2013) The neuronal genome of *C. elegans*, in WormBook, ed. The *C. elegans* Research Community, doi/10.1895/wormbook.1.161.1.
2. Nass R, Blakely RD (2003) The *C. elegans* dopaminergic system: opportunities for insights into dopamine transport and neurodegeneration. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 43.
3. Pereira L, Kratsios P, Serrano-Saiz E, Sheftel H, Mayo AE, Hall DH, White JG, LeBoeuf B, Garcia LR, Alon U, Hobert O (2015) A cellular and regulatory map of the cholinergic nervous system of *C. elegans*. *eLife* 4: e12432.
4. Rainero I., Rubino E., Valfre W. et al. Association between the G1246A polymorphism of the hypocretin receptor 2 gene and cluster headache: a meta-analysis // *J. Headache Pain.* 2007. Vol. 8.
5. Rand JB, Duerr JS, Frisby DL (2000). Neurogenetics of vesicular transporters in *C. elegans*. *FASEB Journal* 14.
6. Rand JB, Nonet M (1997) 'Appendix 2 Neurotransmitter Assignments for Specific Neurons' in *C. elegans* II at the NCBI Bookshelf (originally published 1997 by Cold Spring Harbor Laboratory Press).
7. Van Vliet J., Eekers P.J., Haan J. Features involved in the diagnostic delay of cluster headache // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2003. Vol. 74.
8. Weiss A. L., Ehrhardt K. P., Tolba R. Atypical facial pain: a comprehensive, evidence-based review // *Curr. Pain Headache Rep.* 2017. N21 (2).

© Арсаханова Гайна Абдулаевна (qistoloqiya58@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## РОЛЬ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА РЕГУЛЯЦИЮ СОСУДИСТОГО ТОНУСА У ПАЦИЕНТОВ С РЕЗИСТЕНТНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

### THE ROLE OF ENDOTHELIAL FACTORS IN THE REGULATION OF VASCULAR TONE IN PATIENTS WITH RESISTANT HYPERTENSION

**E. Babakova  
A. Bagmet  
N. Zaitseva  
V. Egorov  
T. Taytina**

*Summary.* Objective: to determine the amount of endothelin (1–21) in human serum in the presence of resistant hypertension.

*Materials and methods:* the method of enzyme immunoassay was used to assess arterial stiffness.

*Conclusion:* in the study group of patients with the presence of resistant hypertension, a significantly significant increase in the concentration of endothelin in blood plasma was found on average by 3.75 m/s ( $p < 0.05$ ). This indicates the presence of pronounced structural and functional changes in the vascular wall.

*Keywords:* endothelin, peptide, arterial stiffness, resistant hypertension, diabetes mellitus, dyscirculatory encephalopathy.

**Бабахова Елена Хачатуровна**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия  
kiti87@inbox.ru

**Багмет Александр Данилович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия  
bagmet1957@yandex.ru

**Зайцева Наталия Сергеевна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия  
n.zaitseva@list.ru

**Егоров Владимир Николаевич**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия  
suslik78@mail.ru

**Таятина Татьяна Владимировна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия  
kaf.polterapirostgmu@mail.ru

*Аннотация.* Цель: определить количество эндотелина (1–21) человека в сыворотке крови при условии наличия резистентной артериальной гипертензии.

*Материалы и методы:* с целью оценки артериальной жесткости использовали метод иммуноферментного анализа.

*Вывод:* в исследуемой группе пациентов с наличием резистентной артериальной гипертензией обнаружился достоверно значимый рост концентрации эндотелина в плазме крови в среднем на 3,75 м/с ( $p < 0,05$ ). Это говорит о наличии выраженных структурно — функциональных изменениях стенки сосудов.

*Ключевые слова:* эндотелин, пептид, артериальная жесткость, резистентная артериальная гипертензия, сахарный диабет, дисциркуляторная энцефалопатия.

## Введение

«Доминирующее положение патологии сердечно — сосудистой системы, как основной причины смертности, снижения работоспособности и качества жизни определяет высочайший уровень интенсивности современных фундаментальных и клинических исследований в этой области. Один из ведущих аспектов этой актуальной медико-социальной проблемы — фармакологическая регуляция тонуса сосудов. Несмотря на большое количество посвященных этому направлению публикаций, к сожалению, до настоящего времени нет единой концепции» определяющей стратегию фармакотерапии» [1].

Исследования в этой области рассматриваются в плоскости фармакологической коррекции двух сопряженных функциональных систем: общее периферическое сопротивление сосудов — системное артериальное давление и тонус региональных сосудов — периферическое кровообращение [2].

Успехи в исследовании экстравазальных механизмов регуляции тонуса сосудов и внутриклеточных факторов поддержания тонуса гладких мышц сосудов в последнее десятилетие позволили клинической медицине использовать набор лечебных препаратов, избирательно действующих на различные звенья регуляции периферического сопротивления сосудов [3].

«В эндотелиальных клетках заложен мощный вазодилатирующий механизм, контролирующей вазоконстрикторное влияние многих физиологических факторов. В связи с этим при повреждении или удалении эндотелия гидродинамические стимулы, гемостатирующие факторы (АДФ, АТФ, серотонин, тромбин, фактор активации тромбоцитов), медиаторы и гуморальные регуляторы (ацетилхолин, НА, брадикинин, АТ-П, вазпрессин, аденозин, гистамин) оказывают прямое сосудосуживающее действие на коронарное русло, тогда как при функционально целостном эндотелии эти реакции меняют знак на обратный или сильно уменьшаются» [4].

«В настоящее время эндотелий сосудов рассматривается как орган, обладающий секреторной активностью. Вопрос об участии веществ, выделяемых эндотелиальными клетками, в регуляции сосудистого тонуса и артериального давления является одним из актуальных направлений исследований в современной физиологии кровообращения. Клетки эндотелия синтезируются и выделяют как в просвет сосуда, так, и в сторону гладкой мышцы сосуда вазоактивные вещества, обладающие суживающим или расширительным действием» [5].

«К сосудосуживающим факторам, синтезируемым эндотелием, относятся: простагландины, тромбоксаны, лейкотриены, гидроксизикозаноиды и эндотелии. К сосудорасширяющим факторам — простагландины, лейкотриены, эпоксиэкозаноиды, эндоканнабиноиды, выделяемый эндотелием гиперполяризующий фактор и эндотелий зависимый расширительный фактор». Так как все эти вещества могут в равной степени синтезироваться и выделяться одной и той же клеткой, то возникает вопрос о балансе синтеза этих веществ и соотношении их регуляторного воздействия. [6,7].

«Эндотелин — эндогенный пептид, обладающий множественным действием на сердечно-сосудистую систему» [6]. Он может приводить как к увеличению тонуса сосудов, так и к дилатации. Кроме того, эндотелин является ростовым фактором. В работах последних лет рассматривается роль эндотелина как регулятора активности различных форм синтазы оксида азота и действия NO на сердце и сосуды.

Эндотелин (ЕТ) был впервые выделен из культуры эндотелиальных клеток аорты свиньи. В настоящее время показано существование трех изоформ этого пептида, которые по-разному представлены в сердечно-сосудистой системе в зависимости от вида животного.

Сосудосуживающий эффект возникает в результате активации ЕТа или ЕТв рецепторов, расположенных непосредственно на гладкой мускулатуре сосуда [8,9].

Содержание эндотелина в крови может возрастать при адаптивных реакциях в 1,5–2 раза, а при патологических состояниях — в 5–10 раз. При концентрациях в нМ и выше эндотелина является мощным суживающим агентом, однако подобные концентрации в организме существуют только при некоторых патологических состояниях. В связи с этим вопрос о физиологическом значении циркулирующих концентраций эндотелина остается открытым [10].

Известно, что оксид азота (NO) укорачивает продолжительность этих влияний путем ускорения восстановления базовых уровней концентрации Ca<sup>2+</sup>, а катехоламины синергично усиливают вазоконстрикторные эффекты эндотелина. «В условиях дисфункции эндотелиальных клеток, когда концентрация активного NO снижается, усиливаются вазоконстрикция и пролиферация гладко — мышечных клеток сосудов, осуществляемые, возможно, за счет эффектов эндотелина» [10].

РАГ является самым важным фактором, способствующим увеличению количества эндотелина в плазме крови. Но так же нельзя забывать и о возрасте.

Цель: Определить количественного эндотелина (1–21) человека в сыворотке крови при условии наличия резистентной артериальной гипертензии (РАГ).

### Материалы и методы

Основная группа — 98 пациентов (средний возраст  $60,4 \pm 7,2$  года) с диагнозом РАГ, проходившие обследование на базе МУЗ ЦРБ Мясниковского района Ростовской области. У всех пациентов из основной и контрольной групп был определен эндотелин (1–21) человека в сыворотке крови, для оценки эластичности сосудистой стенки.

### Результаты

В основной группе пациентов состоящей из 98 человек, повышение эндотелина регистрировалось у 92 (93,8%) пациентов ( $p < 0,05$ ), максимальная концентрация эндотелина достигала 3,433 фмоль/мл ( $N$  – до 0,1–1 фмоль/мл), что указывало на наличие выраженных структурных изменений стенки сосудов при РАГ. Средняя концентрация эндотелина в плазме крови у пациентов с РАГ составила — 2,999 фмоль/мл ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе пациентов с эссенциальной гипертензией концентрация эндотелина повышалась у 6 (8,0%) больных, максимальные значения концентрации эндотелина в плазме в этой группе достигало 1,851 фмоль/мл. Средняя концентрация эндотелина в контрольной группе составила 1,356 фмоль/мл ( $p < 0,05$ ). В группе больных с РАГ количество пациентов с повышением концентрации эндотелина было значительно больше, чем в группе контроля.

Таким образом, в нашем исследовании при сравнении концентрации эндотелина в плазме крови у больных с РАГ и пациентов группы контроля было выявлено достоверное увеличение концентрации эндотелина в группе больных с РАГ ( $p < 0,05$ ).

### Обсуждения

Сердечно-сосудистые заболевания — это виды заболевания, связанные, непосредственно с сердцем и сосудами- капиллярами, артериями и венами. сердечно-сосудистые заболевания введут те болезни, которые влияют на сердечнососудистую систему. К ним относят, в большей степени, болезни сердца, заболевания сосудов головного мозга и почек, а также периферических артерий. К самым распространенным причинам развития болезней является гипертония и атеросклероз. Помимо них, у человека с возрастом наблюдаются морфологические и физиологические изменения, вследствие, которых увеличивается риск сердечно-сосудистых заболеваний. сердечно-сосудистые заболевания могут воз-

никать и без симптомов у здорового человека. Основные причины заболеваний сердечно-сосудистой системы Возникновение и развитие заболеваний сердечно-сосудистой системы, является наличие многих провоцирующих причин: Нездоровый образ жизни. Курение, алкоголь. Психологический эмоциональный фон. Стресс, переживания. Гиподинамия. Отсутствие двигательной активности, сказывается негативно на работу сердца. Неправильное питание. Из-за неправильного питания повышается уровень холестерина в крови, который негативно влияет на сосуды кровеносной системы.

Одновременное влияние на организм сразу несколькими факторами создает благоприятные условия для большего развития сердечно-сосудистых заболеваний. Классификация заболеваний сердечно-сосудистой системы Огромное количество заболеваний сердечно-сосудистой системы позволяет условно классифицировать по областям: Болезни артерий и вен. Атеросклероз; Гипертонические болезни; Болезни сердца. Критерии и классификация сердечно-сосудистых заболеваний: Врожденные болезни: Пороки сердца; Аритмия. Воспалительные болезни: бактериальные болезни клапанов сердца. Травматические болезни; Механические болезни. Основные заболевания сердечно-сосудистой системы: Заболевания миокарда; Перикардиты; Кардиосклероз; Порок сердца; Ишемическая болезнь сердца; Гипертония; Недостаточность кровообращения; Аритмия; Легочное сердце. Каждое отдельное заболевание отмечается группой характерных симптомов и протекание болезни, которые требуют индивидуального лечения. Хотя многие заболевания имеют много общего, как например, профилактика, что помогает избежать нежелательных осложнений и тяжелых последствий.

Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний — это жизненно необходимые меры, применяемые отдельным человеком или всей нации в целом. Профилактические меры применяются для укрепления сердечно-сосудистой системы, что в дальнейшем предупреждает развитие опасных заболеваний.

Основные задачи профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы предписываются необходимостью полного отказа от вредных привычек (курения, алкоголя и вредной пищи). Также, в профилактических мерах рекомендуется повышение физической нагрузки на организм, поддержания массы тела в норме, контроль артериального давления и уровня холестерина в крови. Больным сахарным диабетом рекомендуется следить за приемлемым сахаром в крови. На первом месте профилактических мер стоит борьба с курением, так как оно является основной причиной сердечно-сосудистых заболеваний.

## ВЫВОДЫ

В группе больных с РАГ выявлялось достоверно значимое увеличение концентрации эндотелина в плазме крови в среднем на 3,75 м/с ( $p < 0,05$ ) в сравнении с пациентами контрольной группы, что свидетельствовало о наличии выраженных структурно — функциональных изменениях

стенки сосудов. Развитие процессов ремодулирования сосудистой стенки при РАГ приводило к значительному увеличению концентрации эндотелина, достигавшей 3,433 фмоль/мл у большинства пациентов. Применение этого метода позволяет проводить легкое, неинвазивное определение концентрации эндотелина, оценку состояния сердечно — сосудистой системы в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Arai H. Cloning and expression of a cDNA encoding an endothelin receptor // *Nature*. — 1990. — Vol. 348. — P. 730.
2. Boffa G. M. Correlations between clinical presentation, brain natriuretic peptide, big endothelin-1, tumor necrosis factor alpha and cardiac troponins in heart failure patients // *Ital. Heart J.* — 2005. — Vol. 6. — P. 125–132.
3. Bridges P. J. Production and binding of E-2 in the rat ovary: endothelin receptor A-mediated contraction // *Reprod Fertil Dev.* — 2010. — Vol. 22, № 5. — P. 780–787.
4. Castañares C. Signaling by ALK5 mediates TGF- $\beta$ -induced ET-1 expression in endothelial cells // *J Cell Sci.* — 2007. — Vol. 120. — P. 1256–1266.
5. Chang I. Endothelin-2 deficiency causes growth retardation, hypothermia, and emphysema in mice // *J Clin Invest.* — 2013. — Vol. 123, № 6. — P. 2643–2653.
6. Colin I. M. Expression of the endothelin-1 gene in the rat thyroid gland and changes in its peptide and mRNA levels in goiter formation and iodide-induced involution // *J Endocrinol.* — 1994. — Vol. 143, № 1. — P. 65–74.
7. Davenport A. P. Endothelin // *Pharmacol Rev.* — 2016. — Vol. 68, № 2. — P. 357–418.
8. Furchgott R. F. The obligatory role of the endothelial cells in relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine / R. F. Furchgott, J. V. Zawadzki // *Nature*. — 1980. — Vol. 288. — P. 373–376.
9. Garjani A. Effects of endothelin-1 and the ETA-receptor antagonist, BQ123, on ischemic arrhythmias in anesthetized rats // *J Cardiovasc Pharmacol.* — 1995. — Vol. 25, № 4. — P. 634–642.
10. Hickey K. A. Characterization of a coronary vasoconstrictor produced by cultured endothelial cells // *Am J Physiol.* — 1985. — Vol. 248. — P. 550.

© Бабахова Елена Хачатуровна ( kiti87@inbox.ru ), Багмет Александр Данилович ( bagmet1957@yandex.ru ( n.zaitseva@list.ru ), Егоров Владимир Николаевич ( suslik78@mail.ru ), Тяютина Татьяна Владимировна ( kaf.polterapirostgmu@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Ростов-на-Дону

## КЛИНИКО-ПРАВОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУРАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С СИМПТОМОКОМПЛЕКСОМ «НЕПЕРЕНОСИМОСТИ» СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

### CLINICAL AND LEGAL ASPECTS OF THE FOLLOW-UP OF PATIENTS WITH A COMPLEX OF SYMPTOMS OF DENTAL MATERIALS INTOLERABILITY

**A. Verkhovsky  
N. Abolmasov**

*Summary.* To date, the development and practical implementation of modern structural materials and technologies is the fundamental principle of improving the quality of dental treatment. A wide range of structural materials used allows to provide a differentiated approach to the treatment of dental diseases and improve the long-term prognosis of the treatment. However, there is a negative side of this phenomenon, namely the increase of cases of "intolerance" of the structural materials used. It is known that the term "intolerance" of dental construction materials is a collective concept and indicates the combined nature of the active stimulus that has a negative impact on the organs and tissues of the oral cavity and the body as a whole. According to the literature, the prevalence of this symptom complex is 15–43%, and according to some reports, it reaches 75%. This paper analyses the clinical and legal aspects of the diagnosis, treatment and prevention of symptoms of "intolerance" of dental structural materials.

*Keywords:* «intolerability», medical care quality, dental structural materials.

**Верховский Андрей Евгеньевич**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Смоленский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (г. Смоленск)  
a.verhovskii@mail.ru

**Аболмасов Николай Николаевич**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Смоленский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (г. Смоленск)  
ortos-sgma@mail.ru

*Аннотация.* На сегодняшний день разработка и внедрение в практику современных конструкционных материалов и технологий является основополагающим принципом повышения качества проводимого стоматологического лечения. Широкий спектр применяемых конструкционных материалов позволяет обеспечить дифференцированный подход к лечению стоматологических заболеваний и улучшить долгосрочный прогноз проводимого лечения. Однако, существуют и негативная сторона данного явления, а именно учащение случаев «непереносимости» применяемых конструкционных материалов. Известно, что термин «непереносимость» стоматологических конструкционных материалов является собирательным понятием и указывает на комбинированный характер действующего раздражителя, оказывающего негативное влияние на органы и ткани полости рта и организм в целом. По данным специальной литературы распространенность указанного симптомокомплекса составляет 15–43%, а, по некоторым сведениям, достигает 75%. В данной работе проведен клинико-правовой анализ вопросов диагностики, лечения и профилактики симптомокомплекса «непереносимости» стоматологических конструкционных материалов.

*Ключевые слова:* «непереносимость», качество медицинской помощи, конструкционные стоматологические материалы.

**П**о своей правовой сути симптомокомплекс «непереносимости» чаще носит ятрогенный характер и может рассматриваться как «непреднамеренное нанесение вреда здоровью человека в связи с проведением диагностических, лечебных, профилактических мероприятий» [9]. Данная категория заболеваний не имеет прямой патогенетической связи с основным заболеванием и зачастую не может быть четко отграничена от осложнений, связанных с общим состоянием пациента. Однако известны также случаи халатности врачей, приводящие к возникновению «непереносимости» [13].

Выделяют 2 основополагающих вида симптомокомплекса «непереносимости»: связанный с действием базиса съемного протеза — 1,7–12,3%, а также с влиянием компонентов сплава несъемных конструкций чаще все-

го — гальваноз (5–15%). Жалобы пациентов с явлениями «непереносимости» весьма разнообразны и включают в себя: покалывание, привкус кислоты, ощущение электрического тока в полости рта, онемение и жжение языка [10]. Клиническая картина «непереносимости» чаще всего проявляется в виде локального или диффузного воспаления слизистой оболочки полости рта и может быть охарактеризована как «стоматит, связанный с ношением зубного протеза» (К 12.12 по МКБ). Однако в клинической практике встречаются случаи полного отсутствия воспалительных реакций в полости рта на фоне предъявляемых пациентом патогномичных «непереносимости» жалоб.

Данные научной литературы свидетельствуют о наличии неопровержимого факта влияния любого кон-

струкционного материала на организм пациента [11]. В связи с этим многообразие механизмов реализации явлений «непереносимости» привели к появлению трудностей в процессе диагностики и планирования лечения таких пациентов. Чаще всего, в 30–70% случаев, [12] «непереносимости» сопутствуют разнообразные соматических заболевания, которые еще больше затрудняют процесс диагностики. Доказано, что обязательным условием возникновения «непереносимости» является триада симптомов: наличие общесоматической патологии, заболевание органов челюстно-лицевой системы, а также проблема качества используемого конструкционного материала [16]. Кроме влияния на организм пациента соматических заболеваний врачу-стоматологу необходимо также учитывать и данные анамнеза, такие как характер питания, прием медикаментов, вредные привычки и др.

Известно, что формулирование окончательного диагноза должно производиться с присвоением специального кода заболевания в соответствии с международной классификацией болезней (МКБ-10). Однако на практике остается не решенным вопрос соответствия клинических диагнозов диагнозам, рекомендованных в МКБ. Не является исключением и «непереносимость» стоматологических конструкционных материалов, не нашедшая официального отражения в международной классификации болезней. Сложность дифференциальной диагностики «непереносимости» связана со схожестью ее клинических проявлений с рядом других соматических заболеваний таких как: невралгия тройничного нерва (G50.0), невралгия языкоглоточного нерва (G52.1), глоссалгия (глоссодиния), (K14.6), десквамативный глосит (K14.0), синдром болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (синдром Костена) (K07.60), стоматиты и родственные поражения (K12), а также другие заболевания.

В случае диагностики гальваноза, как правило, определяют рН и окислительно-восстановительный потенциал ротовой жидкости, являющиеся достоверными показателями гомеостаза полости рта [15]. Данные показатели являются надежными параметрами электрохимических сдвигов, связанных с патологическим воздействием сплава на слизистую полости рта [14]. Исходя из этого рекомендуют использовать сплавы близкие по своим физико-химическим характеристикам и устойчивые к коррозии в условиях полости рта.

Характерной чертой современного здравоохранения является усиление правовой регламентации медицинской деятельности [1,2]. Первенство по количеству гражданских исков к медицинским учреждениям и частнопрактикующим врачам традиционно занимает стоматология. Так, доля судебных исков к врачам-стома-

тологам от общего количества гражданских исков к медицинским работникам составляет 17–75% [4]. По мнению специалистов, неэффективность стоматологической помощи в данных случаях обусловлена не профессиональными ошибками врачей, а наличием сопутствующих хронических заболеваний у пациентов, нарушением пациентами принципов диспансерного наблюдения и условий эксплуатации стоматологических конструкций [3].

Важно отметить, что в противовес достаточному объему законодательной базы в отношении защиты прав пациентов, права врачей остаются по-прежнему незащищенными. В соответствии с действующим законодательством (ст. 1100 ГК РФ) стоматолог имеет право подать иск о защите своей чести и достоинства в порядке гражданского судопроизводства в целях возмещения понесенных материальных убытков, а также компенсации морального вреда [7]. Врач имеет право принять соответствующие меры по защите своей профессиональной чести, достоинства и деловой репутации (ст. 152 ГК РФ), которые на основании ст. 150 ГК РФ относятся к числу нематериальных благ, принадлежащих гражданину от рождения.

По отношению к пациенту должны неукоснительно соблюдаться базовые принципы оказания медицинской помощи, а именно: информации, качества и безопасности ее проведения. Поскольку явления «непереносимости» носят непредсказуемый характер, пациент должен получить исчерпывающую информацию о возможных осложнениях в процессе и после стоматологического лечения. Однако при возникновении осложнений, пациент часто уверен, что проблема вызвана некомпетентными действиями стоматолога. Появляются веские основания для требований возмещения причиненного вреда здоровью и морального ущерба (ГК РФ ст. 1099).

При разрешении требований пациента (потребителя) необходимо учитывать, что бремя доказывания обстоятельств, освобождающих от ответственности за неисполнение либо ненадлежащее исполнение обязательств, в том числе за причинения вреда, лежит на исполнителе (п. 4 ст. 13, п. 5 ст. 14, п. 5 ст. 23.1, п. 6 ст. 28 Закона о защите прав потребителей, ст. 1098 Гражданского кодекса РФ).

Таким образом, сам факт неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательств должен доказать потребитель, а исполнитель должен в силу закона представить доказательства, освобождающие его от ответственности за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательств (вина потребителя, нарушением им правил пользования результатом оказанной услуги, обстоятельства непреодолимой силы и др.).

Для минимизации подобных рисков врач-стоматолог должен преимущественно использовать конструкцион-

ные материалы с пониженной биоиндифферентностью, необходимо ответственно относиться к вопросу санации полости рта и своевременной замены зубных протезов, не отвечающих клиническим требованиям. Должны соблюдаться принципы преемственности и последовательности оказания стоматологической помощи, необходимо избегать провоцирующего неконструктивного поведения медицинского персонала. Пациент же в свою очередь должен быть мотивирован на соблюдение комплаенса лечения и неукоснительно соблюдать все рекомендации лечащего врача.

Таким образом, вышеперечисленные особенности требуют от стоматолога тщательного сбора анамнеза, внимательной курации пациента, а также разноуровневой клинической и лабораторной диагностики с привлечением смежных специалистов различного профиля.

К сожалению, прогнозировать нежелательные реакции организма на конструкционные материалы зубных протезов заранее практически нельзя. Однако возможно учесть ряд факторов риска, выявляемых посредством общедоступных методов клинической диагностики. Широкое же применение методик лабораторной диагностики в условиях повседневного клинического приема крайне затруднительно ввиду возникающих дополнительных финансовых и временных затрат. Таким образом, решение проблемы «непереносимости» невозможно без формулировки и последующего неукоснительного соблюдения соответствующих клинических рекомендаций.

Для оценки качества стоматологического лечения предлагается учитывать полноценность и последовательность проведенных диагностических и лечебных процедур, факт потребности пациента в проведении повторного лечения. Учитывают также осложнения, возникшие вследствие проведения врачебных манипуляций, обусловленные зубным протезом, проводится оценка функционального состояния зубочелюстной системы пациента до и после лечения [8]. Необходимо помнить, что стоматологическая помощь по своей правовой сути является оказываемой услугой, конечным результатом удовлетворенности которой является характер динамики состояния пациента после проведенных манипуляций. Поэтому важным параметром является не только общее состояние пациента, но и удовлетворенность конечным результатом проведенного лечения [6]. Таким образом, взаимоотношения врача и пациента носят смешанный, клиничко-правовой характер, базируясь одновременно на постулатах медицинской науки и законодательства РФ.

Выделяет надлежащие и ненадлежащие качества медицинской помощи. Надлежащие качества характеризуют ответственность медицинской помощи современным представ-

лениям о ее необходимом уровне и объеме при данном виде патологии с учетом индивидуальных особенностей пациента и возможностей конкретного лечебного учреждения. Однако даже при соблюдении всех нормативных требований деятельность врача сопряжена с рисками, связанными с возможным нарушением прав пациента. Исходя из этого следует два возможных варианта развития событий: случай так называемой «виновной ответственности», когда доказывается наличие причинно-следственной связи между посягательством и наступившим вредом здоровью и «безвиновной ответственности» при котором происхождение вреда наступает вследствие непреодолимых форс-мажорных обстоятельств.

Итак, основанием «безвиновной ответственности» является риск, а не сама вина, поэтому в случае возникновения прецедента пациент освобожден даже от необходимости доказывать вину врача (ст. 401 ГК РФ). В данной статье рассматриваются и критерии невинности, заключающиеся в принятии всех возможных мер для надлежащего исполнения обязательств.

Необходимо помнить, что сама природа симптомокомплекса «непереносимости», носит чаще всего спонтанный и непредсказуемый характер, что согласуется со ст. 1098 ГК РФ, повествующей о возможности действия некой т.н. «непреодолимой силы», повлиявшей на результат оказания работы или услуг. В данном контексте «непереносимость» представляется как совершенно непредсказуемое явление предвидеть которое, а тем более, нести ответственность за его наступление, для врача-стоматолога совершенно невозможно.

Таким образом, добросовестное выполнение врачом своих профессиональных обязательств является основанием для утверждения, что симптомокомплекс «непереносимости» возник вследствие «непреодолимой силы» (ГК РФ п. 3 ст. 401), обусловленной индивидуальной чувствительностью пациента.

Таким образом, симптомокомплекс «непереносимости» представляет собой потенциальную угрозу в виде непрогнозируемой ответной реакции организма пациента на лечение, когда практически невозможно гарантировать благоприятный исход стоматологического лечения.

Становится очевидным, что сложность явлений «непереносимости» требует реализации сложного алгоритма диагностики, требующего специализированного оборудования и высококвалифицированного медицинского персонала.

Как показывает практика, даже современный уровень развития стоматологии не является абсолютной



Рис. 1. Определение стоматологического статуса у пациентов с явлениями «непереносимости» (Иорданашвили А. К. с соавт., 2016)

гарантией безопасности для врача и пациента в связи с возникновением явлений «непереносимости».

Таким образом, врач-стоматолог несет полную ответственность за потенциальный вред здоровью, вне зависимости от качества исполнения своих профессиональных обязанностей (ст. 1064 ГК РФ «Общие основания ответственности за причинение вреда», ст. 1095 ГК РФ «Основания возмещения вреда, причиненного вследствие недостатков товара, работы или услуги»). По этой причине большое количество современных исследований, направленно на попытки предупреждения ошибок в клинической практике и включают в себя разработку алгоритмов соответствующих лечебно-диагностических процедур [5].

Резюмируя вышеизложенное, отметим, что при курации пациентов врачом-стоматологом должен соблюдаться принцип «настороженности» в отношении возможного возникновения «непереносимости», включающий в себя нижеследующие рекомендации:

- ◆ Тщательный сбор стоматологического анамнеза с сопутствующим мониторингом интегральных показателей соматического состояния.
- ◆ Проведение исчерпывающей санации полости рта перед протезированием.
- ◆ Своевременная замена зубных протезов, не отвечающих клиническим требованиям.

- ◆ Выделение потенциальных групп риска по наличию предрасполагающих хронических заболеваний, возрастных и гендерных особенностей.
- ◆ Проведение методов специальной донозологической аппаратной и лабораторной диагностики (биопотенциалометрия, рН-метрия, аллергопробы, исследование микробного «пейзажа» полости рта и др.).
- ◆ Индивидуальный подбор конструкционных материалов.
- ◆ Использование современных конструкционных материалов и технологий для изготовления ортопедических конструкций.
- ◆ Соблюдение принципов диспансеризации.
- ◆ Комплексное взаимодействие с врачами общей практики с целью динамического контроля динамики состояния пациента.
- ◆ Подробное ведение медицинской документации.
- ◆ Исчерпывающее и своевременное информирование пациента о возможных рисках и динамике его состояния на протяжении всего комплекса лечебно-диагностических мероприятий.

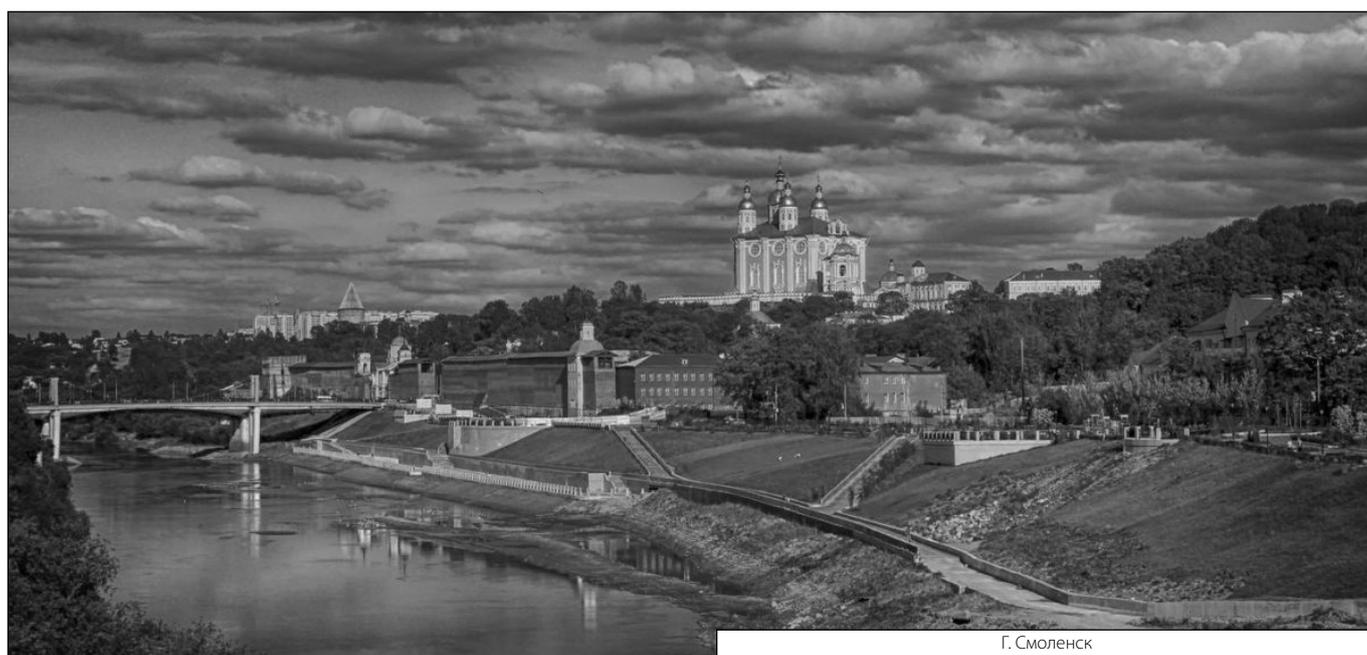
Таким образом, становится очевидным, что решение проблемы «непереносимости» стоматологических материалов должно осуществляться комплексным путем, на основании подробного анализа собранных клинических данных, с соблюдением действующих правовых норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева С. Н. Юридические аспекты оказания медицинской помощи пациентам с непереносимостью стоматологических материалов. *Стоматология России* 2017; 2: 6.
2. Бочковская Е.О., Измайлова З. М., Лавренюк Е. А. Законодательные и нормативные правовые акты, регулирующие вопросы контроля качества и безопасности медицинской деятельности. *Клиническая стоматология* 2018; 2: 90–92.
3. Вагнер В. Д. Контроль и экспертиза качества стоматологической помощи. *Стоматология России* 2017; 2: 2.
4. Володин А.И., Лапина Н. В., Иорданашвили А. К. Оценка качества протезирования несъемными зубными протезами жителей Краснодарского края. *Институт стоматологии* 2018; 2: 79–81.
5. Закон о защите прав потребителей (п. 4 ст. 13, п. 5 ст. 14, п. 5 ст. 23.1, п. 6 ст. 28)
6. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая, вторая). Принят Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации 21 октября 1994 г. // Собрание законодательства РФ. — 1994. — № 32. Ст. 150, 152, 401, 1064, 1079, 1095, 1098, 1099, 1100.
7. Данилов Е. О. Контроль качества медицинской помощи в стоматологии. СПб: ИНСТОМ. СПб. 2017.
8. Измайлова З.М., Семкин В. А., Бочковская Е. О., Е. А. Лавренюк Состояние вопроса экспертизы качества оказания медицинской помощи. *Стоматология* 2017; 6: 107–108.
9. Иорданашвили А. К. Профессиональные ошибки и дефекты оказания медицинской помощи при стоматологической реабилитации взрослых пациентов. *Вестник Рос. Военно-медицинской академии* 2016; 1 (53): 50–55.
10. Карпук И. Ю. Связь непереносимости стоматологических материалов с гиперчувствительностью, уровнем кортизола и стрессом. *Клиническая стоматология* 2017; 2: 52–58.
11. Кулаков А.А., Бутова В. Г., Гветадзе Р. Ш., Андреева С. Н. Нормативная правовая база, регламентирующая контроль качества и безопасности медицинской деятельности. *Стоматология* 2018; 2: 4–7.
12. Ругина И.А., Волков Е. Б., Кресникова Ю. В., Малый А. Ю. Сравнение результатов ортопедического лечения в Калининградской области за десятилетний период (с 2007 по 2017 гг.). *DENTAL FORUM* 2018; 1: 12–16.
13. Семенюк В.М., Ахметов Е. М., Федоров Е. В., Качура Г. П., Ахметов С. Е. Результаты организации, эффективности ортопедического лечения и качества зубных протезов (данные социологического исследования). *Институт стоматологии* 2017; 1: 26–29.
14. Янушевич О. О. Судебно-медицинская и медико-правовая оценка неблагоприятных исходов в стоматологической практики. М: ГЭОТАР-Медиа. М. 2016.
15. Reclaru L, Lerf R, Eschler PY, Blatter A, Meyer JM. Evaluation of corrosion on plasma sprayed and anodized titanium implants, both with and without bone cement. *Biomaterials* 2003; 24(18): 3027–3038.
16. Toumelin-Chemla F, Lasfargues JJ. Unusual in vivo extensive corrosion of a low-silver amalgam restoration involving galvanic coupling: a case report. *Quintessence Int* 2003; 34(4): 287–294.

© Верховский Андрей Евгеньевич ( a.verhovskii@mail.ru ), Аболмасов Николай Николаевич ( ortos-sigma@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Смоленск

# АПОПТОЗ ПРИ ВПЧ- АССОЦИИРОВАННЫХ ПАТОЛОГИЯХ ШЕЙКИ МАТКИ: ИЗМЕНЕНИЕ МАРКЕРОВ

## АПОПТОСИС IN HPV-ASSOCIATED CERVICAL PATHOLOGIES: CHANGE OF MARKERS

**O. Vinogradova  
O. Artemova**

*Summary.* The current stage of development of medicine demonstrates the presence of pathological processes at the molecular level. In particular, the phenomenon of apoptosis, programmed cell death, is being actively studied. In order to determine the role of apoptosis in the etiology and pathogenesis of HPV-associated cervical pathologies, such as leukoplakia and grade 1 dysplasia, the state of cervix in women of childbearing age was investigated. The study showed that in HPV-positive patients with grade 1 dysplasia, an apoptosis-resistant phenotype develops.

*Keywords:* grade 1 dysplasia, grade 2 dysplasia, cervical leukoplakia, caspase 3, caspase 9, apoptosis-resistant phenotype, cell death, cervical cancer.

**Виноградова Ольга Павловна**

*Д.м.н., профессор, Филиал ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ*

**Артемова Ольга Игоревна**

*Ассистент, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» Медицинский институт  
artymovaolg@gmail.com*

*Аннотация.* Современный этап развития медицины характеризуется изучением механизмов возникновения патологических процессов на молекулярном уровне. В частности, активно исследуется феномен апоптоза — запрограммированной клеточной гибели. С целью определения роли процесса апоптоза в этиологии и патогенезе ВПЧ-ассоциированных патологий шейки матки, таких как лейкоплакия и дисплазия 1 степени, исследовано состояние цервикса у женщин фертильного возраста. Исследование показало, что у ВПЧ-положительных пациенток с дисплазией 1 степени происходит становление апоптоз-резистентного фенотипа.

*Ключевые слова:* дисплазия эктоцервикса, лейкоплакия шейки матки, каспаза 1, каспаза 3, апоптоз-резистентный фенотип.

**С**овременная медицина базируется на изучение механизмов возникновения патологических процессов на молекулярном уровне [1, 2, 3]. Для этого активно изучается феномен запрограммированной гибели клетки — апоптоз. Этот процесс представляет собой особую, генетически запрограммированную форму гибели клетки [4, 5, 6, 7] и является необходимым условием нормального существования организма. Назначение апоптоза состоит в поддержании постоянства численности клеток, обеспечении правильного соотношения клеток различных типов и удалении генетически дефектных клеток [8, 9, 10]. Сбои в апоптотической программе могут приводить к прогрессии злокачественных изменений. Клетки с нарушенным апоптозом перестают реагировать на сигналы иммунной системы, продолжая свою пролиферацию [11, 12, 13].

### Цель работы

Определить нарушение апоптотической программы по средствам оценки уровня каспазы 3 и каспазы 9.

### Материалы и методы исследования

Проведено комплексное обследование 175 женщинам с ВПЧ-ассоциированной патологией шейки матки: 1 группа- 60 пациенток с лейкоплакией шейки матки, сред-

ний возраст которых составил  $20,6 \pm 3,45$  лет; 2 группа- 55 пациенток с дисплазией 1 степени, (средний возраст  $26,3 \pm 4,75$  лет); 3 группа – 55 пациенток с дисплазией 2 степени, (средний возраст  $32,4 \pm 3,5$  лет). В связи с отсутствием показателей нормы исследуемых показателей была обследована группа контроля, представлена 40 относительно здоровыми пациентками, средний возраст которых составил  $32,4 \pm 2,65$  лет.

Клинико-лабораторное обследование включало проведение кольпоскопии, цитологического и гистологического исследований, ВПЧ-типирование в режиме «реального времени», определение уровня каспазы 3 и каспазы 9 методом ИФА.

В исследовании приняли участие ВПЧ — положительные пациентки фертильного возраста с гистологически подтвержденными диагнозами: лейкоплакия шейки матки, дисплазия 1 степени или дисплазия 2 степени. К моменту начала исследования пациентки были пролечены от инфекций, передаваемых половым путем. Так же, пациентки не получали терапию препаратами, с возможным влиянием на исследуемые показатели за последние 7 месяцев до начала исследования.

Критериями исключения из исследования были: возрастной интервал до 18 и старше 45 лет, пациентки

Таблица 1. Результаты цитологического исследования.

Цитологическое заключение	Абсолютные величины	Относительные величины,%
Норма	78	57,77
Лейкоплакия	14	10,37
LSIL	32	23,70
HSIL	11	8,14

Таблица 2. Интерпретация результатов кольпоскопического исследования:

Предполагаемый диагноз	Абсолютные числа	Относительные числа,%
Лейкоплакия	34	25,1
CIN I	58	42,96
CIN II–III	43	31,85

Таблица 3. Интерпретация кольпоскопических результатов по баллам кольпоскопических признаков:

Патология	Абсолютные числа	Относительные числа,%
ВПЧ — носительство или CIN I	22	16,29
CIN1–2	55	40,74
CIN2–3	58	42,96

с положительным тестом на беременность, с тяжелой соматической патологией, принимавшие лекарственные препараты, влияющие на исследуемые показатели и не имеющие возможности следовать условиям протокола.

После анализа цитологического заключения, результатов расширенной кольпоскопии и определения наличия ВПЧ производили прицельную мультифокусную биопсию шейки матки (МБШМ).

Материал забирался из наиболее подозрительных участков шейки матки по результатам расширенной кольпоскопии. Исследовались биоптаты пораженных участков шейки матки, взятые методом радиоволновой хирургии с использованием аппарата «Фотек», что позволило минимально воздействовать физической энергией на субстрат для получения качественных результатов.

С целью изучения патофизиологических процессов, происходящих в структуре эпителия шейки матки под действием вируса папилломы человека, проводилось определение уровня каспазы 3 и каспазы 9. Учитывая отсутствие параметров нормы для данных показателей были исследованы женщины группы контроля, обратившиеся для профилактического осмотра, не имеющие атипических изменений на шейке матки, с цитологическим заключением « норма» и ВПЧ отрицательные.

Содержание каспазы 3 и каспазы 9 определяли по средствам ИФА — диагностики. Для этого полученный материал из цервикального канала с помощью урогенитального одноразового стерильного зонда (тип D «Цитощетка») помещали в фосфатно-солевой буферный раствор и доставляли в лабораторию для дальнейшей обработки. Для определения уровня каспазы 3 и каспазы 9 использовался набор реагентов компании Cloud.Clone corp., предназначенный для количественного определения CASP3 и CASP9 сэндвич-методом ИФА в гомогенатах тканей, клеточных лизатах, супернатантах клеточных культур и других биологических жидкостях человека. Все реагенты хранились в соответствии с маркировкой на флаконах.

Оценку статистических показателей проводили с использованием методов оценки и с применением программы «STATISTICA» 6.0. Также в ходе обработки полученных данных использовалась описательная статистика. При проведении оценки статистических показателей применялся метод Фишера — метод углового преобразования. Разница между сравниваемыми данными считалась достоверной при  $P > 0,05$ .

#### Результаты и их обсуждения

Первым этапом обследования пациенток было цитологическое исследование мазков –отпечатков с шейки

Таблица 4. Распределение вирусной нагрузки при наиболее часто встречающихся типах вируса.

Тип вируса	16 тип	18 тип	31 тип	33 тип	51 тип
Вирусная нагрузка	> 5 lg				
Лейкоплакия,%	83	68	56	53,4	82
CIN I,%	76	87	32	35,6	67
CIN II,%	75,1	92	35	24,5	78

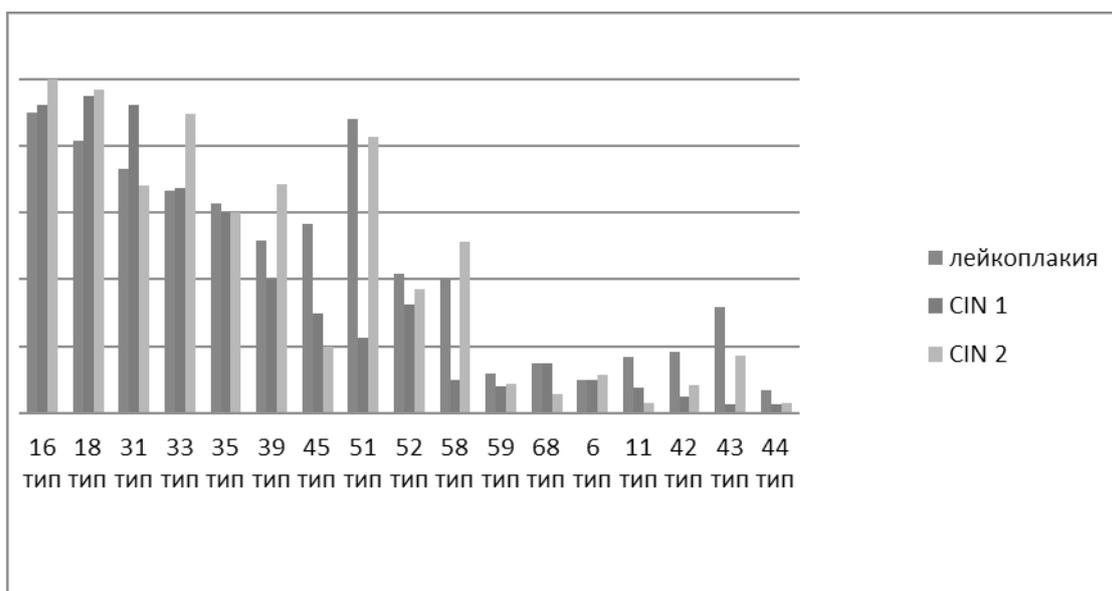


Рис. 1. Частота встречаемости ВПЧ высокого и низкого канцерогенного риска в исследуемых группах,%

матки, с целью определения атипических клеток в цервикальном канале и в зоне трансформации. (таблица 1).

Подавляющее большинство женщин в трех группах имели нормальные цитологические мазки. Очевидно, что специфичность и чувствительность цитологического метода исследования показали невысокие результаты, так как данные этого исследования имели значительные расхождения с последующими гистологическими заключениями.

В ходе работы одним из рутинных клинических методов, который позволил определить размер и степень поражения эпителия шейки матки, явилась расширенная кольпоскопия. У всех пациенток из трех групп исследования кольпоскопические изменения соответствовали аномальной КПС. Причем в группе как с лейкоплакией шейки матки, так и с дисплазией 1 и 2 степени были определены изменения, характерные для CIN II–III (таблица 2).

При анализе данных кольпоскопического исследования с градацией по баллам кольпоскопических призна-

ков (клинико-кольпоскопический индекс и индекс Рейда (КИР)) были получены следующие результаты (таблица 3).

Таким образом, кольпоскопия, относясь к субъективным методам исследования, обладая чувствительностью 80% и специфичностью 60% [15, 16, 17] не всегда позволяет оценить степень поражения эпителия, но помогает определить участки для проведения прицельной мультифокусной биопсии.

Всем пациенткам было предусмотрено проведение ВПЧ типирования методом ПЦР. В ходе исследования установлено, что у всех пациенток в группах определялось сочетание нескольких высокоонкогенных типов ВПЧ, иногда в сочетании с низкоонкогенными (рисунок 1).

Кроме этого была проведена оценка вирусной нагрузки 16,18, 31,33 и 51 типов ВПЧ при их обнаружении (таблица 4).

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что в развитии патологических процессов на шейке матки с возможным дальнейшим развитием онколо-

Таблица 5. Результаты гистологического исследования:

Патология	Абсолютные числа	Относительные числа, %
Лейкоплакия	60	44,4
Дисплазия 1	40	29,63
Дисплазия 2	35	25,92

Таблица 6. Значения каспазы 3 и каспазы 9 в группах исследования:

Группа исследование	Caspase 3	Caspase 9
Группа контроля	0,179 ± 0,03*	0,213 ± 0,04*
Лейкоплакия шейки матки	0,894 ± 0,04*	0,891 ± 0,03*
CIN I	2,452 ± 0,05*	2,54 ± 0,04*
CIN II	2,971 ± 0,04*	2,96 ± 0,05*

Примечание: Оценка статистической достоверности изменений активности каспазы 3 и каспазы 9 проводилась в соответствии с критериями Уилкоксона-Манна-Уитни. Символом \* маркированы группы, в которых активность каспазы достоверно отличается от группы иммунологического «контроля» (различия полагаются достоверными с  $p < 0,05$ ).

гической патологии цервикальной зоны принимают участие высокоонкогенные типы ВПЧ (16,18,31,33,51). При этом очевидно, что прогрессирование данного процесса требует сочетание нескольких типов и преобладание высокой вирусной нагрузки. Полученный анализ данных о наиболее распространенных типах ВПЧ по Пензенской области соотносится с данными исследований по другим регионам РФ [16, 17].

Следующим этапом работы было проведение мультифокусной биопсии шейки матки (МБШМ). Учитывая высокую чувствительность и специфичность гистологического метода диагностики, распределение в исследовании по группам согласно изучаемой патологии осуществлялось на основании полученных результатов (таблица 5).

Таким образом, сравнительный анализ кольпоскопических, цитологических и гистологических результатов позволяет сделать вывод, что у ВПЧ-положительных пациенток с лейкоплакией шейки матки, дисплазией 1 степени и дисплазией 2 степени наибольшую информацию о состоянии эпителия шейки матки дает гистологический метод. Но данный метод является инвазивным вмешательством травмирующему шейку матки, порой требующему анестезии и завершающемуся длительным периодом заживления тканей.

Следующим этапом работы была оценка выраженности нарушений процесса апоптоза при изменениях цервикальной зоны под действием вируса папилломы человека посредством оценки уровня каспазы 3 и каспазы 9. При определении уровня исследуемых каспазы 3 и каспазы 9 были получены значения, которые коррелируют с прогрессией ПВИ в эпителиальных клетках цервикальной зоны.

Ввиду отсутствия нормальных значений для каспазы 3 и каспазы 9, за показатели нормы были приняты результаты в группе контроля, которая представлена относительно здоровыми женщинами фертильного возраста (таблица 6).

В группах исследования активность каспазы 3 и каспазы 9 была выше относительно уровня контроля и увеличивалась по мере прогрессии патологии шейки матки на фоне вируса. Это объясняется тем, что первоначально в клетках каспазы присутствуют в форме неактивных мономерных предшественников, для активации которых требуются расщепление проэнзима [11, 12, 13] и последующая димеризация [8, 13, 17]. Осуществление этих реакций возможно при последовательной активации каспаз друг другом. Пусковым моментом к таким преобразованиям является повреждение ДНК при проникновении ВПЧ, которая в свою очередь запускает каспазный каскад [14, 16]. Сигнальный путь апоптоза может реализоваться по внешнему и по внутреннему путям. Одним из главных этапов внутреннего, митохондриального, пути является каспаза 9.

Как видно из таблицы 6, по мере прогрессии патологии шейки матки на фоне ПВИ имеет место рост данной каспазы, что говорит об активации внутреннего пути апоптоза. Тем не менее вне зависимости от направления каскада реакций его финальной эффекторной каспазой является каспаза — 3. Значение данной каспазы в группах исследования было выше относительно группы контроля и повышалось по мере прогрессирования ВПЧ — ассоциированной доброкачественной патологии шейки матки. Механизмы, при которых происходит формирование ВПЧ-ассоциированных патологий шейки матки,

таких как лейкоплакия, дисплазия 1 степени или дисплазия 2 степени, могут быть рассмотрены как экспрессия уровня эффекторной каспазы 3 и каспазы 9. Результаты

определения апоптотических каспаз характеризовались увеличением величин по мере прогрессирования ВПЧ — ассоциированной патологии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Всесторонняя борьба против рака шейки матки: Руководство по клинической практике. — Женева: ВОЗ, 2014. — 278 с.
2. Ciavattini, A. Follow up in women with biopsy diagnosis of cervical low-grade squamous intraepithelial lesion (LSIL): how long should it be? / A. Ciavattini, N. Clemente, D. Tsioglou, F. Sopracordevole, M. Serri, G. Delli Carpini et al. // Arch. Gynecol. Obstet. — 2017. — Т. 295, No. 4. — P. 997–1003.
3. Вирусно-бактериальная природа дисплазии и рака шейки матки/ М. С. Афанасьев, В. А. Алешкин, С. Афанасьев и др.// Вестник Российской академии медицинских наук.-2014-№ 6.-35–40.
4. Tranberg, M. Study protocol of the CHOICE trial: a three-armed, randomized, controlled trial of home-based HPV self-sampling for non-participants in an organized cervical cancer screening program / M. Tranberg, B. H. Bech, J. Blaakær, J. S. Jensen, H. Svanholm, B. Andersen // BMC Cancer. — 2016. — Т. 16. — N1. — P. 835.
5. Белоцерковцева Л.Д. и др. Сравнительный анализ различных методов лечения цервикальной интраэпителиальной неоплазии, ассоциированной с ВПЧ-инфекцией//Акушерство и гинекология.-2015.-№ 5. — С. 55–60.
6. Бажуттова Г.А., Тамаразова Л. И. Возможности цитологического метода исследования при профилактическом осмотре материала шейки матки// Клин. лаб.д-ка.-2014- № 10–38–40.
7. Teimoori B, Yazdi A, Rezaei M, Mohammadpour-Gharehbagh A, Jahantigh D, Salimi S. J Cell Biochem. 2018 Aug;119(8):6756–6764. doi: 10.1002/jcb.26869. Epub 2018 May 8.
8. Massad, L.S. 2012 ASCCP Consensus Guidelines Conference. 2012 Updated consensus guidelines for the management of abnormal cervical cancer screening tests and cancer precursors / L. S. Massad, M. H. Einstein, W. K. Huh, H. A. Katki, W. K. Kinney, M. Schiffman // J. Lower Genit. Tract Dis. — 2013. — V. 17 (5, Suppl. 1). — P. 1-
9. Автандилов Г.Г., Глухова Ю. К., Шабалова И. П. Пloidометрическая диагностика предраковых процессов и рака шейки матки по цитологическим препаратам//Клиническая лабораторная диагностика.-2014-№ 11.-45–47
10. Teng M.W., Galon J., Fridman W. H., Smyth M. J. From mice to humans: developments in cancer immunoeediting // J Clin Invest. — 2015. — Vol. 125, No. 9. — P. 3338–3346
11. Кадагидзе З.Г, Черткова А. И. Иммунная система и рак// Практическая онкология.-2016.-Т.17,-№ 2.-с.62–73.
12. Zehbe, I. Community-randomised controlled trial embedded in the Anishinaabek Cervical Cancer Screening Study: human papillomavirus selfsampling versus Papanicolaou cytology / I. Zehbe, R. Jackson, B. Wood, B. Weaver, N. Escott, A. Severini // BMJ Open. — 2016. — Т. 6. — N10. — P. 117–154.
13. Wong, E.L.Y. Evaluation of the impact of human papillomavirus DNA selfsampling on the Uptake of Cervical Cancer Screening / E.L.Y. Wong, K. S. Chan Paul, J.S.Y. Chor, A.W.L. Cheung, F. Huang, S.Y.S. Wong // Cancer Nurs. — 2016. — Т. 39. — N1. — P. 1–11.
14. Taniguchi M., Harada M., Dashtsoodol N., Kojo S. Discovery of NKT cells and development of NKT cell-targeted anti-tumor immunotherapy // Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci. — 2015. — Vol. 91, No. 7. — P. — 292–304.
15. А. С. Дятлова, А. В. Дудков, Н. С. Линькова, В. Х. Хавинсон, Молекулярные маркеры каспаза-зависимого и митохондриального апоптоза: роль в развитии патологии и в процессах клеточного старения. Успехи современной биологии, 2018, том 138, № 2, с. 126–137)
16. Eleftheriadis T., Pissas G., Antoniadi G. et al. Malate dehydrogenase-2 inhibitor LW6 promotes metabolic adaptations and reduces proliferation and apoptosis in activated human T-cells // Exp. Ther. Med. 2015. No 10 (5). P. 1959–1966;
17. Jorgensen I, Miao EA (May 2015). "Pyroptotic cell death defends against intracellular pathogens". Immunological Reviews. 265 (1): 130–42. DOI:10.1111/imr.12287. PMC4400865. PMID25879289.

© Виноградова Ольга Павловна, Артемова Ольга Игоревна (artyomovaolg@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИИ ОБЛАСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

### RISK FACTORS FOR SURGICAL SITE INFECTION

*E. Grushevskaya*

*Summary.* This article presents the results of the analysis of risk factors for the development of Surgical site infections (SSI). The frequency of post surgical operative complications in the form of Surgical site infections (SSI) and the factors affecting the incidence of infectious complications were studied. For the analysis of risk factors for of Surgical site infections (SSI) were selected the most frequently described factors in the literature.

*Keywords:* infectious complications, surgery, risk factors, purulent infection.

**Грушевская Екатерина Александровна**  
Аспирант, Башкирский государственный  
медицинский университет (г. Уфа)  
Katlen@bk.ru

*Аннотация.* В данной статье приводятся результаты анализа факторов риска развития инфекции области хирургического вмешательства. Исследована частота послеоперационных осложнений в виде инфекции области хирургического вмешательства и факторы, влияющие на частоту развития инфекционных осложнений. Для анализа факторов риска развития ИОХВ выбраны наиболее часто описываемые в литературе факторы.

*Ключевые слова:* инфекционные осложнения, хирургия, факторы риска, гнойная инфекция.

### Актуальность

**Н**есмотря на постоянное совершенствование методов асептики и антисептики, а также активное использование современных антимикробных препаратов с профилактической целью, частота развития инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) неуклонно возрастает [1].

В литературе описаны многочисленные факторы риска развития ИОХВ, к примеру: тип операции, коморбидные состояния (сахарный диабет, хронические сердечная и почечная недостаточность, ревматоидный артрит, ожирение), синдром мальнутриции (содержание общего белка <64 г/л, альбумина <33 г/л, число лимфоцитов <1500/мм<sup>3</sup>), а также наличие хронических инфекций, длительный приём глюкокортикоидов, курение, длительный период от момента госпитализации до операции, большой объём кровопотери (>1000 мл), большая продолжительность оперативного вмешательства (>3 ч) [2,3] Последние два фактора повышают вероятность возникновения ИОХВ до 20% [4].

Интересно, что вероятность возникновения ИОХВ у пациентов моложе 20 лет значительно ниже, в отличие от пациентов старшей возрастной группы [5], но все же возраст не является доказанным фактором риска развития ИОХВ [6].

Есть работы, связывающие с использованием лапароскопической методики меньшее количество инфекционных осложнений в послеоперационном периоде.

Еще одним из факторов риска считается применение различных имплантатов, эндопротезов, полипропиленовых сеток и фиксирующих их изделий — шовного материала, спиц, дренажей. Нередко применение перечисленных материалов сопровождается развитием воспалительной реакции в окружающих тканях и такая местная реакция в 3–12% осложняется инфекционным процессом [7].

Оценка вероятности возникновения ИОХВ важна в первую очередь для определения мер предоперационной и периоперационной профилактики. Важно, чтобы ИОХВ были ожидаемы и условно предотвратимы в каждой конкретной ситуации.

### Материалы и методы

В работе представлены результаты ретроспективного анализа 3540 историй болезни за 2015–18 гг. в хирургическом отделении № 1 ГБУЗ РБ ГКБ № 21. Исследована частота послеоперационных осложнений в виде инфекции области хирургического вмешательства и факторы, влияющие на частоту развития инфекционных осложнений. Для анализа факторов риска развития ИОХВ выбраны наиболее часто описываемые в литературе факторы: возраст более 70 лет, наличие сопутствующих заболеваний, таких как ожирение, заболевания сердечно-сосудистой системы и легких, сахарный диабет, использование имплантов в ходе операции, длительность оперативного вмешательства более 150 минут, установка дренажа брюшной полости, интра-/ретромаскулярного про-

Таблица 1. Частота факторов риска развития ИОХВ

Факторы риска	Частота, n (%)		Всего n=3540
	Больные без ИОХВ (n=3387)	Больные с ИОХВ (n=153)	
Возраст >70 лет	1175(34,7)	54(40)	1229(34,7)
Ожирение	1324(39,1)	40(60,9)	1364(38,5)
Кардиореспираторная патология	1280(37,8)	41(62,9)	1321(37,3)
Импланты	1456(43)	99(65)	1555(43,9)
Длительность операции более 150 мин	633(18,7)	98(63,8)	731(21)
Нарушение правил антибиотикопрофилактики	281(8,3)	54(35)	335(9,5)
Интраоперационная кровопотеря более 200 мл	718(21,2)	86(56,4)	804(22,7)
Дренирование более 5 суток	1161(34,3)	133(87,2)	1294(36,6)
Сахарный диабет	897 (26,5)	54 (35,3)	951 (26,9)

странства, подкожной клетчатки более 5 дней, интраоперационная кровопотеря более 50 мл.

Критерием включения в исследование было наличие оперативного вмешательства на органах брюшной полости, забрюшинного пространства, передней брюшной стенке, выполненного в плановом порядке. Критерием исключения — экстренное оперативное лечение, острый воспалительный процесс в брюшной полости.

Периоперационная антибиотикопрофилактика (АБП) в хирургических отделениях проводилась в соответствии с Российскими национальными рекомендациями (В. С. Савельев с соавтор., 2012)[8] и Руководством по рациональной антимикробной фармакотерапии (С. В. Яковлев и др., 2015)[9].

Антибиотикопрофилактика среди исследованных пациентов была проведена 1557 больным, что составило 44%. Отказ от АБП объяснялся наличием противопоказаний (аллергический анамнез, непереносимость антибиотиков, множественная аллергия).

Для выявления отсутствия различий между сравниваемыми группами пациентов использовали критерий «хи-квадрат», для вычисления факторов риска вычисляли отношение шансов и 95% доверительный интервал для отношения шансов. Обработка данных произведена с использованием программы Stat Soft Statistica 10,0.

### Результаты исследований

Из общего числа исследованных случаев стационарного лечения различные послеоперационные осложнения были выявлены в 6,5%, в т.ч. ИОХВ — 4,32% (153 больных). Из общего числа исследованных случаев на долю лапароскопических операций пришлось 42%, и соответственно, 58% составили открытые операции. Далее пациенты разделены на 2 группы в зависимости от тече-

ния послеоперационного периода: с ИОХВ (n=135) и без ИОХВ (n=2387) в послеоперационном периоде.

В процессе исследования основных причин развития ИОХВ, были выявлены факторы, которые наиболее часто могли повлиять на развитие инфекционных осложнений. Большинство из исследованных факторов встречался достоверно выше у пациентов с ИОХВ. Наиболее значимыми факторами оказались длительность операции более 150 мин (63,5% и 18,7%), нарушение правил антибиотикопрофилактики (35 и 8,5%), длительное дренирование полостей (87,2 и 34,3%) и интраоперационная кровопотеря более 200 мл (56,4 и 21,2%). Ожидаемые факторы пожилой возраст (40 и 34,7%), ожирение (60,9 и 34,7%), значимые заболевания сердечно-сосудистой системы (62,9 и 37,8%) и использование имплантов во время операции (65,0 и 43,0%) существенно не влияли на развитие ИОХВ по данным анализа (таблица 1).

При статистическом анализе было определено (таблица 2), что все исследуемые факторы риска, кроме возраста старше 70 лет, статистически значимо выше в группе пациентов с ИОХВ в послеоперационном периоде ( $p < 0,05$ ). Интересно отметить, что наиболее значимыми факторами риска развития ИОХВ после операции оказались: длительность оперативного вмешательства более 150 мин, нарушение правил антибиотикопрофилактики. Так, при длительности операции более 150 минут шансы на развитие ИОХВ в послеоперационном периоде возрастают в 7,7 раз, а при нарушении правил антибиотикопрофилактики — в 6 раз, и эта зависимость является статистически значимой, так как 95% доверительный интервал для этих значений не включает 1. Менее весомыми, но также статистически значимыми, оказались такие факторы риска как ожирение (шансы на развитие ИОХВ повышаются в 1,7 раза), установка дренажа более чем на 5 суток (в 1,9 раз выше шансы на развитие ИОХВ).

Таблица 2. Факторы риска развития ИОХВ (ОШ, «хи-квадрат»)

Факторы риска	Частота, n (%)		ОШ	95% ДИ (CI) нижняя и верхняя границы	$\chi^2$	p
	Больные без ИОХВ (n=3387)	Больные с ИОХВ (n=153)				
Возраст >70 лет	1175 (34,7)	54 (40)	1,01	-0,33; 0,35	0,02	0,87
Ожирение	1324 (39,1)	80 (52)	1,7	0,24; 0,82	10,65	0,001
Кардиореспираторная патология	1280 (37,8)	41 (62,9)	0,6	-0,8; -0,17	7,56	0,006
Импланты	1456 (43)	99 (65)	2,4	0,52; 1,23	36,9	0,00001
Длительность операции более 150 мин	633 (18,7)	98 (63,8)	7,7	1,69; 2,39	183	0,0001
Нарушение правил антибиотикопрофилактики	281 (8,3)	54 (35)	6,0	1,43; 2,15	124	0,00001
Интраоперационная кровопотеря более 50 мл	718 (21,2)	66 (43)	2,8	-0,6; 2,6	40,8	0,00001
Дренирование более 5 суток	1161 (34,3)	76 (49,6)	1,9	0,3;0,9	15,26	0,0001
Сахарный диабет	897 (26,5)	54 (35,3)	1,03	-0,67;0,49	0,05	0,4580

При сравнении частоты развития ИОХВ после лапароскопических и открытых операций статистически значимых различий не выявлено: 1478 пациентов (42%) против 2062 пациентов (58%) соответственно,  $p=0,1930$ .

### Обсуждение результатов

Выявление в ходе исследования наиболее значимых факторов риска развития ИОХВ: отказа от АТП и длительности операции более 150 минут,— могут позволить скорректировать хирургическую тактику и стратегию антибиотикопрофилактики. Нельзя не признать, что на сегодняшний день выбор соответствующего антибактериального препарата, режим дозирования и повторного введения в соответствии с длительностью операции и объемом кровопотери зачастую остаются проблемой [10]. Приверженность рекомендациям по выполнению АБП у хирургов варьирует от 1,7 до 82% [11,12,13,14].

Ранее проводившимися исследованиями показано, что при выполнении миниинвазивных, органосохраняющих операций, получены удовлетворительные результаты без АБП и удавалось добиться снижения ИОХВ до 10–12% [14], считая миниинвазивные операции прогностически более благоприятными. По данным исследований последних лет результаты миниинвазив-

ных вмешательств не превосходят открытые операции по количеству инфекционных осложнений [15,16]. В нашей работе также не выявлено достоверных преимуществ лапароскопических операций в плане развития послеоперационных инфекционных осложнений.

Расходятся мнения авторов по поводу роли сахарного диабета в увеличении риска развития послеоперационных осложнений. Некоторые авторы считают, что наличие сахарного диабета несомненно увеличивает риск развития гнойной инфекции [17,18], исследования последних лет приводят противоположные данные [19]. По нашим данным сахарный диабет не приводил к значительному увеличению ИОХВ, учитывая, что рассматривались плановые оперативные вмешательства у пациентов с уровнем глюкозы не выше 10 ммоль/л.

### Выводы

По данным ретроспективного исследования частота ИОХВ в 2015–2018 гг. среди плановых больных составила 4,32%. Наиболее значимыми факторами риска развития ИОХВ оказались: нарушение правил антибиотикопрофилактики и длительность операции более 150 мин. Не выявлено значимых различий между лапароскопическими и открытыми операциями в плане частоты развития ИОХВ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Chahoud J, Kanafani Z, Kanj SS. Surgical site infections following spine surgery: eliminating the controversies in the diagnosis. *Front Med (Lausanne)*. 2014 Mar 24;1:7. doi: 10.3389/fmed.2014.00007.
2. Amenu D, Belachew T, Araya F. Surgical site infection rate and risk factors among obstetric cases of jimma university specialized hospital, southwest ethiopia. *Ethiop J Health Sci*. 2011 Jul;21(2):91–100. Free PMC Article
3. Sebastian A, Huddleston P 3rd, Kakar S, Habermann E, Wagie A, Nassr A. Risk factors for surgical site infection after posterior cervical spine surgery: an analysis of 5,441 patients from the ACS NSQIP 2005–2012. *Spine J*. 2016 Apr;16(4):504–9. doi: 10.1016/j.spinee.2015.12.009. Epub 2015 Dec 10.
4. Parchi PD, Evangelisti G, Andreani L, Girardi F, Darren L, Sama A, Lisanti M. Postoperative Spine Infections. *Orthop Rev (Pavia)*. 2015 Sep 28;7(3):5900. doi: 10.4081/or.2015.5900. eCollection 2015 Sep 28. Review. Free PMC Article
5. Artinyan A, Orcutt ST, Anaya DA, Richardson P, Chen GJ, Berger DH. Infectious postoperative complications decrease long-term survival in patients undergoing curative surgery for colorectal cancer: a study of 12,075 patients. *Ann Surg*. 2015 Mar;261(3):497–505. doi: 10.1097/SLA.0000000000000854.
6. Schimmel JJ, Horsting PP, de Kleuver M, Wonders G, van Limbeek J. Risk factors for deep surgical site infections after spinal fusion. *Eur Spine J*. 2010 Oct;19(10):1711–9. doi: 10.1007/s00586–010–1421-y. Epub 2010 May Free PMC Article
7. Хачатрян Н. Н., Дибиров М. Д., Дробышев А. Ю. Стратегия профилактики параимплантационной инфекции. *Инфекции в хирургии*. — 2017; 15(2): 25–28.
8. Савельев В. С., Гельфанд Б. Р., Яковлев С. В. Стратегия и тактика применения антимикробных средств в лечебных учреждениях России: Российские национальные рекомендации. М.: ООО «Компания БОРГЕС». 2012; 92.
9. Яковлев С. В., Суворова М. П., Елисеева Е. В. Стратегические и тактические вопросы рационального применения антибактериальных препаратов в стационаре. В кн.: Рациональная антимикробная фармакотерапия: руководство для практикующих врачей. 2-е изд. перераб. и дополн. М.: Литтерра. 2015; 421–436.
10. Waltz, P. K., & Zuckerbraun, B. S. (2017). Surgical Site Infections and Associated Operative Characteristics. *Surgical Infections*, 18(4), 447–450.
11. Khan A K A, P V M, Rashed MR, Banu G. A Study on the Usage Pattern of Antimicrobial Agents for the Prevention of Surgical Site Infections (SSIs) in a Tertiary Care Teaching Hospital. *J Clin Diagn Res*. 2013 Apr;7(4):671–4. doi: 10.7860/JCDR/2013/5323.2878. Epub 2013 Feb 27. Free PMC Article
12. Vessal G, Namazi S, Davarpanah MA, Foroughinia F. Evaluation of prophylactic antibiotic administration at the surgical ward of a major referral hospital, Islamic Republic of Iran. *East Mediterr Health J*. 2011 Aug;17(8):663–8. Free Article
13. Mohamed EH, Asim AE, Farah HF et al. clinical pharmacists review of surgical antimicrobial prophylaxis in a tertiary hospital in Abu Dhabi. *Int J Clin Pharm* 2015; 37: 18–22.
14. Garcia P, Pedrosa C. Ceftriaxone single dose versus ceftazidime multiple doses in the prophylaxis of infection in colorectal surgery // *Eur. Surg. Res. (World Congr Intercollege of Surgeons, Milano, Italy, July 3–9, 1988)*. 1991. — V. 21 (Suppl. 1). — 14–9.
15. Sutijono, D., & DeClerck, M. (2013). Point-of-Care Ultrasound Diagnosis of A Post-Cholecystectomy Abscess. *The Journal of Emergency Medicine*, 44(5), p359–360.
16. Chong V, Ram R. (2015). Laparoscopic drainage of abdominal wall abscess from spilled stones post-cholecystectomy. *J Surg Case Rep*. Jul 16;2015(7).
17. Fisichella L1, Fenga D1, Rosa MA1. Surgical Site Infection In Orthopaedic Surgery: Correlation Between Age, Diabetes, Smoke And Surgical Risk. *Folia Med (Plovdiv)*. 2014 Oct-Dec; 56(4):259–63. doi: 10.1515/folmed-2015–0005.
18. Jämsen E, Nevalainen P, Eskelinen A, Huotari K, Kalliovalkama J, Moilanen T. Obesity, diabetes, and preoperative hyperglycemia as predictors of periprosthetic joint infection: a single-center analysis of 7181 primary hip and knee replacements for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 2012 Jul 18;94(14): e101. doi: 10.2106/JBJS.J.01935.
19. Ismat U, Khan A, Nawaz A, Mansoor R. (2016) Surgical Site Infection in Diabetic and Non-Diabetic Patients Undergoing Laparoscopic Cholecystectomy. *J Coll Physicians Surg Pak*. Feb;26(2):100–2.

© Грушевская Екатерина Александровна (Katlen@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ ВЫСОКОДОЗНОЙ ХИМИОТЕРАПИИ С ВКЛЮЧЕНИЕМ 5-АЗАЦИТИДИНА И АУТОЛОГИЧНОЙ ТРАНСПЛАНТАЦИЕЙ ГЕМОПОЭТИЧЕСКИХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК В ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ СТАРШЕ ТРЕХ ЛЕТ С МЕДУЛЛОБЛАСТОМОЙ ВЫСОКОГО РИСКА

**FEATURES OF HIGH-DOSE CHEMOTHERAPY REGIMENS WITH THE INCLUSION OF 5-AZACITIDINE AND AUTOLOGOUS HEMATOPOIETIC STEM CELL TRANSPLANTATION IN THE TREATMENT OF CHILDREN OLDER THAN THREE YEARS WITH HIGH-RISK MEDULLOBLASTOMA**

**W. Dailidite  
N. Subbotina  
G. Mentkevich  
I. Dolgopолоv  
A. Levashov**

*Summary.* Background: research in recent decades has significantly improved the effectiveness of the treatment medulloblastoma in children. Thus, the combination of chemotherapy and radiation exposure demonstrates survival rates above 90% in the middle-risk group and above 60% in the high-risk group. The study of possible improvements in existing therapy regimens is aimed at improving treatment outcomes in patients with an unfavorable tumor prognosis.

*Objective:* in our study, we attempted to improve the effectiveness of treatment of high-risk medulloblastoma by modifying the existing regimen of high-dose chemotherapy with demethylating agent-5-azacitidine.

*Materials and methods:* the study was conducted in a group of 7 patients older than 3 years who were treated for high-risk medulloblastoma in the conditions of the research Institute of ONCOLOGY. N. N. Blokhin in the period from November 2016 to December 2017 the Scheme of therapy included two courses of VDHT scheme thiotepa 600 mg/m<sup>2</sup>/dose, carboplatin 1020 mg/m<sup>2</sup>/dose with auto-TGX during the consolidation phase, enhanced by the inclusion in the conditioning regimen of 5-azacitidine in a total dose of 375 mg/m<sup>2</sup>. The control group included 7 patients whose consolidation stage was carried out without modification.

*Results:* in both groups of patients, comparable results of 2-year relapse-free survival (BRV) were achieved: in the study group 84.3%±15.2%, in the control group 85.7%±13.2% (p=0.08), while there was a significant increase in the degree of total organ toxicity when using 5-azacitidine (p=0.04).

**Дайлидите Видматне Видманто**

Ильинская больница  
v.dajlidite@yandex.ru

**Субботина Наталья Николаевна**

К.м.н

**Менткевич Георгий Людомирович**

Д.м.н., профессор, ФГБУ НМИЦ онкологии им  
Н. Н. Блохина; Нейровита

**Долгополов Игорь Станиславович**

Д.м.н., профессор, ФГБУ НМИЦ онкологии им  
Н. Н. Блохина; Нейровита

**Левашов Алексей Сергеевич**

К.м.н., ФГБУ НМИЦ онкологии им Н. Н. Блохина

*Аннотация.* Актуальность: исследования последних десятилетий позволили значительно повысить эффективность лечения медуллобластом у детей. Так, сочетание химиотерапевтического и лучевого воздействия демонстрирует показатели выживаемости выше 90% в группе пациентов среднего риска и выше 60% в группе высокого риска. Изучение возможного усовершенствования существующих схем терапии направлено на улучшения результатов лечения у пациентов с неблагоприятным прогнозом опухоли.

*Цель:* в нашем исследовании мы предприняли попытку повышения эффективности лечения медуллобластомы высокой группы риска с помощью модификации существующего режима высокодозной химиотерапии демитилирующим агентом — 5-азациитидином.

*Материалы и методы:* исследование проведено в группе из 7 пациентов старше 3 лет, получавших лечение по поводу медуллобластомы высокого риска в условиях НИИ ДОГ ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина в период с ноября 2016 по декабрь 2017 гг. Схема терапии предусматривала проведения двух курсов ВДХТ по схеме тиофосфамид 600 мг/м<sup>2</sup>/курсовая доза, карбоплатин 1020 мг/м<sup>2</sup>/курсовая доза с ауто-ТГКС на этапе консолидации, усиленная включением в режим кондиционирования 5-азациитидина в суммарной курсовой дозе 375 мг/м<sup>2</sup>. В группу контроля вошли 7 пациентов, кому этап консолидации проводился без модификации.

*Результаты:* в обеих группах пациентов были достигнуты сравнимые результаты 2-летней безрецидивной выживаемости (БРВ): в исследуемой группе 84,3%±15,2%, в группе контроля 85,7%±13,2% (p=0,08), при этом отмечено достоверное нарастание степени суммарной органной токсичности при использовании 5-азациитидина (p=0,04).

*Выводы:* применение 5-азациитидина в режимах ВДХТ с ауто-ТГКС при лечении медуллобластомы неблагоприятного прогноза у детей старше трех лет

Conclusions: the use of 5-azacitidine in VDCT regimens with auto-THSC in the treatment of medulloblastoma of adverse prognosis in children older than three years showed no improvement in the effectiveness of treatment. Modes VDHT with vidaza showed a greater toxicity, and increase in periods of aplasia of the bone marrow.

Keywords: results, patients, treatment effectiveness, conditions, terms.

**М**едуллобластома наиболее распространенная злокачественная опухоль ЦНС детского возраста. Существующие схемы лечения, основанные на сочетании лучевой и химиотерапии, позволили достигнуть 80% выживаемости при локальном течении процесса. В то время как в группе пациентов с диссеминацией опухоли прогноз заболевания остается неудовлетворительным. Применение высокодозной химиотерапии с аутологичной трансплантацией гемопоэтических стволовых клеток для таких пациентов позволило улучшить показатели выживаемости. [4, с. 197] Однако дальнейшая эскалация доз цитостатиков не представляется возможной ввиду развития фатальных токсических осложнений терапии.

Поиск новых комбинаций препаратов для лечения медуллобластомы неблагоприятного прогноза как никогда актуален в настоящее время.

Согласно современным теориям один из механизмов канцерогенеза основывается на подавлении генов-супрессоров опухолевого роста путем гиперметилирования ДНК. Принимая во внимание тот факт обратимость таких эпигенетических изменений, можно рассчитывать на эффективность применения эпигенетических агентов в комплексной терапии опухоли. Один из таких агентов — 5-азациитидин (Вайдаза) — оказывает противоопухолевый эффект через гипометилирование молекул ДНК путем подавления фермента метилтрансферазы. [1, с. 216; 5, с. 62] Уже получены результаты непосредственной эффективности вайдазы при опухолях гемопоэтической природы. [2, с. 234] Возможно, включение 5-азациитидина в режимы кондиционирования позволит улучшить результаты и для пациентов с МБ высокой группы риска.

Проведен ретроспективный анализ историй заболевания 14 пациентов старше трех лет с медуллобластомой высокого риска, получавших лечение в период с ноября 2016 года по декабрь 2017 года в условиях НИИ ДОГ ФГБУ «НМИЦ онкологии им Н.Н. Блохина» Минздрава России. Стратификация в группу неприятного прогноза проводилась при условии выполнения одного из кри-

не показало улучшения эффективности лечения. Режимы ВДХТ с вайдазой продемонстрировали большую токсичность, а также увеличение сроков аплазии костного мозга.

*Ключевые слова:* результаты, пациенты, эффективность лечения, условия, сроки.

териев: наличие остаточной опухоли после этапа хирургического лечения (R1 статус — остаточная опухоль более 1.5 см<sup>3</sup>), диссеминация опухолевого процесса (M+ статус), неблагоприятный гистологический тип опухоли (анапластическая крупноклеточная медуллобластома). Характеристика групп пациентов представлена в таблице 1.

Программа лечения включала хирургическое удаление опухоли, курс индуктивной полихимиотерапии с применением циклофосфана, цисплатины и этопозида, мобилизацию и сбор периферических гемопоэтических стволовых клеток и лучевую терапию в объеме КСО 23,4 Гр с локальным дооблучением ложа удаленной опухоли до СОД 54 Гр. На этапе консолидации пациентам контрольной группы проводилась тандемная ВДХТ с последующей аутологичной трансплантации ГСК.

Стандартный режим кондиционирования включал тиофосфамид в разовой дозе 300 мг/м<sup>2</sup> и карбоплатин 510 мг/м<sup>2</sup> вводились в дни -4 и -3 в виде двухчасовой и четырехчасовой инфузии соответственно. (рисунок 1) У пациентов исследуемой группы режим ВДХТ включал эпигенетическую терапию 5-азациитидином в разовой дозе 75 мг/м<sup>2</sup> в виде часовой инфузии со дня -9 по день -5. В день 0 проводилась трансфузия аутологичных гемопоэтических стволовых клеток. (рисунок 2) В качестве источника трансплантата у всех пациентов были использованы аутологичные периферические стволовые клетки. Средняя клеточность трансплантата на 1 курс ВДХТ в исследуемой группе составила 8,1 (3,2–18,8) ×10<sup>6</sup>/кг CD34+ клеток, в контрольной — 5,7 (3,0–9,1) ×10<sup>6</sup>/кг CD34+ клеток.

Отмечено достоверное увеличение длительности аплазии костного мозга у пациентов исследуемой группы, так, медиана восстановления лейкоцитов выше 1,0 ×10<sup>9</sup>/л в контрольной группе составила 10 дней, в исследуемой — 11,5 (p<0.05), тромбоцитов выше 20 ×10<sup>9</sup>/л в контрольной группе 13 дней, в исследуемой 15 (p<0.05). Пациенты исследуемой группы требовали большее количество трансфузий компонентов крови. В среднем пациентам из группы контроля было прове-

Таблица 1. Характеристика групп пациентов.

	5-азациитидин n=7	Стандартный курс ВДХТ n=7
Средний возраст	7 лет (6–9)	5,7 лет (4–9)
М-статус перед началом лечения	M+ 100%	M+ 100%
Гистология опухоли	Классическая 100%	Классическая 100%
Средняя клеточность на курс ВДХТ (□)	8,1 (3,2–18,8)	5,7 (3,0–9,1)

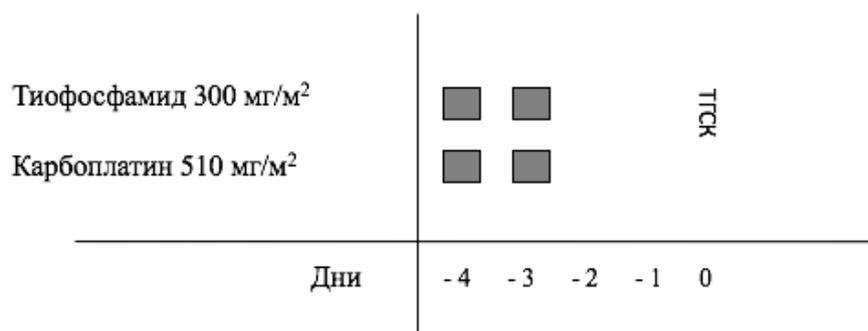


Рис. 1. Стандартный режим ВДХТ

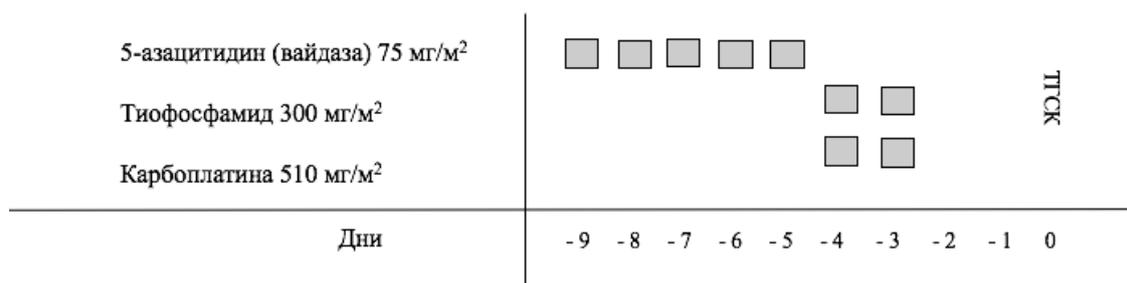


Рис. 2. Режим ВДХТ с добавлением эпигенетической терапии.

дено три трансфузий тромбоконцентрата, одна — эритроцитосодержащих сред, в исследуемой группе тромбоконцентрата — пять, эритроцитосодержащих сред — две.

В обеих группах пациентов отмечались следующие проявления токсичности (согласно шкале токсичности СТСАЕ версии 5.0 2017 года): кожная в виде гиперпигментации не выше 2 степени (100%), печеночная в виде повышения печеночных трансаминаз 1–2 степени (100%), гематологическая токсичность 4 степени у всех пациентов. Однако, выявлено усугубление геморрагической и желудочно-кишечной токсичности в исследуемой группе.

После первого курса ВДХТ в группе контроля в 71,6% отмечена геморрагическая токсичность 2 степени, 28,4% — 3 степени, у пациентов исследуемой группы в 100% случаев отмечалась геморрагическая токсич-

ность 3 степени. После второго курса ВДХТ в группе контроля геморрагическая токсичность 2 степени у 56,8% пациентов, 3 степени — у 43,2%, у пациентов исследуемой группы чаще отмечалась геморрагическая токсичность 3 степени (85,2%), у 14,8% пациентов 4 степени. Основными проявлениями геморрагической токсичности были носовые кровотечения, кровотечения из желудочно-кишечного тракта, высокая потребность в заместительных трансфузиях тромбоцитных концентратов.

Желудочно-кишечная токсичность в виде преимущественно энтероколитов смешанной токсико-инфекционной природы в контрольной группе была преимущественно 2 степени как после первого, так и после второго курса ВДХТ. В исследуемой группе после первого курса ВДХТ отмечалась в основном токсичность 2 степени (71,4%), а также третьей степени (28,5%), после

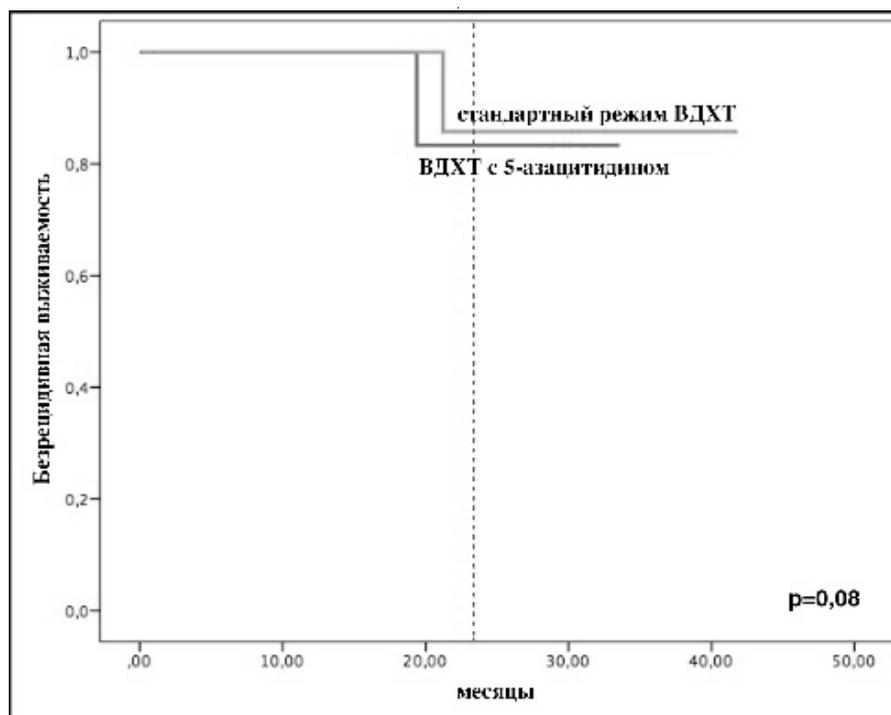


Рис. 3. 2-летняя безрецидивная выживаемость в двух группах пациентов.

второго курса 85,2% пациентов имели токсичность 3 степени, 14,2% — 4 степени.

Таким образом, кумулятивная органная токсичность в исследуемой группе была 3 степени после каждого курса ВДХТ, в группе контроля 2 и 3 степени после первого и второго курсов ВДХТ ( $p=0,04$ ).

Непосредственная эффективность проведенного этапа консолидации оценивалась по данным магнитно-резонансной томографии головного и спинного мозга с внутривенным контрастированием, проводимой на 30–35 сутки от ауто-ТГСК. В исследуемой группе трое пациентов (42,9%) достигли полного ответа по опухолевому процессу, у одного (14,2%) сохранился полный ответ, еще у троих (42,9%) — частичный ответ. В группе контроля два пациента (28,6%) сохранили полный ответ и два (28,6%) — частичный ответ, трое пациентов (42,9%) достигли полного ответа.

К моменту анализа данных в исследуемой группе 5 пациентов живы без признаков заболевания, у 1 пациента зафиксирован ранний диссеминированный рецидив болезни, 1 пациент погиб от инфекционных осложнений (сепсис) после второго курса ВДХТ.

В группе контроля также 5 пациентов живы без признаков заболевания, у 1 пациента поздний локальный рецидив заболевания, 1 пациентка погибла от инфекционных осложнений (сепсис) после второго курса ВДХТ.

Таким образом, 2-летняя БРВ в исследуемой группе составила  $84,3\% \pm 15,2\%$ , в группе контроля  $85,7\% \pm 13,2\%$ .

Повышение эффективности терапии в сочетании с минимизацией токсичности остается основным вопросом детской онкологии. За последние несколько десятилетий сформировалось представление о необходимости проведения ВХТ с ауто-ТГСК у пациентов с МБ неблагоприятного прогноза, позволяющая увеличить выживаемость с 30 до 70%. [4, с. 201; 7, с. 45] Основными препаратами, используемыми в режимах кондиционирования, являются тиофосфамид, карбоплатин, метотрексат, циклофосфамид, применение их в различных комбинациях привело к улучшению эффективности терапии. Однако дальнейшая эскалация доз не представляется возможной в связи с усугублением токсических проявлений. [8, с. 157]

Принимая во внимание один из механизмов канцерогенеза, нами была предпринята попытка введения в режим кондиционирования метилирующего агента с целью воздействия на клетки опухоли, сохранившие активность после индуктивной ПХТ и ЛТ. [5, с. 72] Полученные в ходе исследования данные оказались сопоставимы с результатами группы контроля, а также результатами крупных исследовательских групп. В то время обращает на себя внимание достоверное усугубление органной токсичности режимов с 5-азациитидином, а также увеличение длительности цитопении, что ведет к повышению риска инфекционных осложнений и не-

обходимости многократных трансфузий компонентов крови.

Полученные данные демонстрируют отсутствие улучшения показателей выживаемости при применении эпигенетической терапии на этапе консолидации медул-

лобластом высокого риска, в то время как достоверно отмечено усугубление органной токсичности режимов кондиционирования с вайдазой. Дальнейшее изучение природы опухоли, включая, молекулярные особенности могут обеспечить повышение выживаемости за счет применения новых терапевтических агентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Власова Ю.Ю., Морозова Е.В., Смирнова А.Г., Гиндина Т.Л., Афанасьев Б.В. Клиническая эффективность комбинации ингибиторов тирозинкиназы 2-го поколения и 5-азацитина в терапии больного с миелоидным бластным кризом хронического миелолейкоза. *Гематология и трансфузиология*. 2016;61(4):215–217.
2. Семочкин С.В., Толстых Т.Н., Иванова В.Л., Лунин В.В., Почтарь М.Е. Азацидин в лечении миелодиспластических синдромов: клиническое наблюдение и обзор литературы. *Клиническая онкогематология*. 2012; 3 (50): 233–238.
3. Bergthold G, El Kababri M, Varlet P, et al. High-dose busulfan-thiotepa with autologous stem cell transplantation followed by posterior fossa irradiation in young children with classical or incompletely resected medulloblastoma. *Pediatr Blood Cancer*. 2014;61(5):907–912. doi: 10.1002/pbc.24954.
4. Dunkel IJ, Finlay JL. High-dose chemotherapy with autologous stem cell rescue for brain tumors. *Crit Rev Oncol Hematol*. 2002;41(2):197–204. doi: 10.1016/s1040-8428(01)00156-1.
5. Esteller M. Epigenetics in cancer. *N. Engl. J. Med*. 2008; 358(11): 1148–59.
6. Gudrunardottir T., Lannering B., Remke M., Taylor M. D., Wells E. M., Keating R. F., Packer R. J. Treatment developments and the unfolding of the quality of life discussion in childhood medulloblastoma: a review. *Childs Nerv. Syst*. 2014;30(6):979–990.
7. Massimino M, Biassoni V, Gandola L, et al. Childhood medulloblastoma. *Crit Rev Oncol Hematol*. 2016;105:35–51. doi: 10.1016/j.critrevonc.2016.05.012.
8. McKean-Cowdin R, Razavi P, Barrington-Trimis J, et al. Trends in childhood brain tumor incidence, 1973–2009. *J Neurooncol*. 2013;115(2):153–160.

© Дайлидите Видматне Видманто ( v.dajlidite@yandex.ru ), Субботина Наталья Николаевна, Менткевич Георгий Людомирович, Долгополов Игорь Станиславович, Левашов Алексей Сергеевич.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА У БОЛЬНЫХ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

## DIAGNOSTIC FEATURES OF ACUTE CORONARY SYNDROME IN ELDERLY PATIENTS

**A. Zinkina  
Yu. Trusov**

*Summary.* The article is devoted to the difficult issues of diagnosing acute coronary syndrome in elderly and senile patients. The atypical forms of acute coronary syndrome, high rates of comorbidity, the presence of geriatric syndromes in patients of the older age group lead to late access to medical care, untimely diagnosis of the disease, late hospitalization, worsen the course and prognosis of the disease. A multidisciplinary approach is required for the early diagnosis of acute coronary syndrome in patients with geriatric profile.

*Keywords:* acute coronary syndrome, diagnostics, elderly patient, comorbidity, geriatric syndromes.

**Зинкина Анна Алексеевна**

Старший лаборант, Самарский государственный  
медицинский университет  
Anna-zinkina@mail.ru

**Трусов Юрий Александрович**

Аспирант, Самарский государственный медицинский  
университет  
Del-trudo@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены сложные вопросы диагностики острого коронарного синдрома у больных пожилого и старческого возраста. Атипичность клинической картины, высокие показатели коморбидности, наличие гериатрических синдромов у пациентов старшей возрастной группы приводят к поздней обращаемости за медицинской помощью, несвоевременной диагностике заболевания, поздней госпитализации, ухудшают течение и прогноз заболевания. Для ранней диагностики острого коронарного синдрома у больных гериатрического профиля необходим мультидисциплинарный подход.

*Ключевые слова:* острый коронарный синдром, диагностика, пациент пожилого возраста, коморбидность, гериатрические синдромы.

**Н**а сегодняшний день сердечно-сосудистые заболевания у пациентов пожилого и старческого возраста представляют серьезную медико-социальную проблему в связи с их значимым вкладом в заболеваемость, снижение качества жизни, инвалидизацию и смертность у пациентов старшей возрастной группы. В настоящее время в мире имеет место тенденция к старению населения. К 2050 г прогнозируется увеличение доли лиц в возрасте 80 лет в общей популяции в 3 раза, при этом люди старше 65 лет составят 25% населения [1]. В Российской Федерации также увеличиваются показатели ожидаемой продолжительности жизни населения, которая в 2007 г составила 67,6 лет, в 2014 г выросла до 70,9 года, а в 2015 г достигала значения 71,4 года.

Известно, что сердечно-сосудистая заболеваемость и смертность увеличиваются с возрастом. Ключевое место в структуре заболеваний системы кровообращения занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС). По современным данным, в возрасте 45–64 лет больные ИБС составляют 2,7%, в группе 65–74 лет — 11%, а среди лиц от 75 лет и старше — 14,8% [2]. Наиболее часто ИБС у пациентов пожилого и старческого возраста осложняется развитием острого коронарного синдрома (ОКС), который, как известно, включает два варианта — ОКС с элевацией сегмента ST и ОКС без элевации сегмента ST.

Следует отметить, что в пожилом и старческом возрасте чаще встречается ОКС без подъема сегмента ST.

В настоящее время установлено, что пусковыми факторами дестабилизации ИБС и возникновения ОКС у пожилых больных являются инфекционные заболевания, в том числе ОРВИ, обострение хронической соматической патологии, а также низкая приверженность медикаментозному лечению. Следует отметить, что в возрастной группе 65–74 года соотношение мужчин и женщин, у которых развивается ОКС, приблизительно одинаковое. Вместе с тем, в возрасте старше 75 лет наблюдается повышение частоты возникновения ОКС у женщин, что в целом обусловлено преобладанием женского населения в общей популяции.

По данным ряда авторов, пациенты пожилого и старческого возраста с ОКС составляют до 50% госпитализированных в стационар [3]. Необходимо отметить, что в последние годы летальность от ИБС имеет тенденцию к снижению, однако у больных старше 60 лет она по-прежнему является ведущей причиной смертности [2]. Согласно зарубежным авторам, смертность через год после ОКС существенно увеличивается с возрастом — от 13,3% в возрасте 65–79 лет до 45,5% у больных старше 90 лет, при этом большое число летальных исходов об-

условлены причинами, не связанными с сердечно-сосудистой системой [4]. По другим данным, пациенты в возрасте старше 75 лет составляют 60% больных, умерших по причине ОКС [5].

Современные рекомендации по ведению пациентов с ОКС предусматривают медицинскую помощь в полном объеме для всех больных вне зависимости от возраста, пола и расы. Однако в реальной клинической практике диагностика и лечение ОКС у пациентов пожилого и старческого возраста в соответствии с общепринятыми алгоритмами часто затруднительны. Лечебно-диагностические подходы к ведению больных с ОКС разрабатываются на основе клинических исследований пациентов в возрасте до 60 лет, однако полученные результаты не всегда корректны в отношении лиц пожилого и старческого возраста [6]. Известно, что у пациентов гериатрического профиля ОКС имеет некоторые особенности клинических проявлений, что затрудняет своевременную диагностику и раннее лечение заболевания, ухудшая тем самым прогноз.

Установлено, что распространенность факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний меняется с возрастом. У пациентов старшей возрастной группы увеличивается частота сахарного диабета, артериальной гипертензии и гипертрофии левого желудочка, в то же время уменьшается значимость курения и ожирения [7].

В исследованиях показано, что у пациентов пожилого и старческого возраста часто наблюдается атипичное, малосимптомное или бессимптомное течение ОКС, безболевые формы инфаркта миокарда [8]. Атипичные варианты, помимо бессимптомной формы, включают аритмическую, абдоминальную, астматическую и церебральную формы ОКС [9]. В целом, коронарная недостаточность у больных старшей возрастной группы характеризуется постепенным началом, меньшей выраженностью психоэмоциональных симптомов, длительным течением и более длительными приступами по сравнению с пациентами среднего возраста. Как известно, ведущим симптомом ОКС является боль в грудной клетке. Согласно регистру NRMI, загрудинная боль при ОКС с подъемом сегмента ST отмечается у 89,9% пациентов в возрасте до 65 лет, тогда как в более старшем возрасте этот симптом наблюдается только в 56,8% случаев [10]. Следует отметить, что эквивалентом боли у пациентов гериатрической группы являются приступы одышки и нарушения сердечного ритма.

С другой стороны, следует понимать, что не все боли в груди, особенно длительные и постоянные, у лиц пожилого и старческого возраста связаны с ИБС. Нередко болевые ощущения в грудной клетке у пациентов гериатрического профиля не связаны с кардиальной патологией,

а обусловлены проявлением сопутствующих заболеваний [11]. В этой связи у больных пожилого и старческого возраста чрезвычайно важным является дифференциальный диагноз болей в грудной клетке, основанный на тщательном изучении анамнестических данных, характеристик болевого синдрома, а также результатов лабораторно-инструментальных исследований [12]. Вместе с тем, при оценке жалоб и анамнестических данных у этой категории больных следует принимать во внимание возможные нарушения когнитивной сферы, снижение памяти, ухудшение слуха и другие расстройства, обусловленные старением организма [7].

В современных условиях актуальна проблема коморбидности заболеваний у лиц пожилого и старческого возраста. Распространенность коморбидной патологии среди лиц в возрасте 65–74 лет составляет 62%, а у людей старше 85 лет достигает 82% [13]. В возрасте 60–70 лет у одного пациента в среднем имеется 2–3 самостоятельных заболевания, а у больных старше 75 лет — уже 4–6 заболеваний. Наиболее часто в качестве коморбидной патологии у больных пожилого и старческого возраста с ОКС диагностируют артериальную гипертензию, сахарный диабет, хроническую болезнь почек, фибрилляцию предсердий, заболевания периферических артерий [14–17]. В исследованиях показано, что мультиморбидность приводит к утяжелению состояния пациентов, сложностям в лечении, ухудшению прогноза заболевания и повышению инвалидизации [18]. В этой связи принципиально важно взаимодействие врачей разных специальностей для обеспечения своевременной диагностики, подбора оптимальной терапии и программы реабилитации пациентов пожилого и старческого возраста с ОКС и коморбидной патологией.

Стертость и атипичность клинической картины ОКС у больных пожилого и старческого возраста, развитие заболевания под маской обострения хронической соматической патологии приводят к поздней обращаемости за медицинской помощью, несвоевременной диагностике заболевания и поздней госпитализации больных.

Ряд авторов подчеркивает, что у пациентов пожилого и старческого возраста нередко трудно провести дифференциальную диагностику истинного ОКС, обусловленного тромбозом коронарной артерии, и вторичного дисбаланса между доставкой и потребностью миокарда в кислороде вследствие других острых состояний, так называемого инфаркта миокарда 2 типа [19]. Данный аспект особенно важен для определения тактики лечения больных с ОКС.

Таким образом, в группе возрастных пациентов ОКС протекает тяжелее, выше количество смертельных исходов и осложнений, таких как острая сердечная недо-

статочность (отек легких, кардиогенный шок), аритмии тромбоэмболии, динамическими нарушениями мозгового кровообращения, психозы [8].

По данным литературы, на прогноз ОКС у больных пожилого и старческого возраста влияет ряд гериатрических синдромов, таких как саркопения, когнитивный дефицит, мальнутриция, которые в совокупности обуславливают развитие старческой астении, ухудшающей течение заболевания и ограничивающей реабилитационный потенциал пациентов [20]. В связи с этим в план обследования больного старшей возрастной группы с ОКС целесообразно включить специализированный гериатрический осмотр с целью диагностики гериатрических синдромов и их коррекции при необходимости.

По мнению ряда авторов, сложности диагностики и лечения ОКС у пациентов старшей возрастной группы диктуют необходимость создания регистров ОКС у боль-

ных пожилого и старческого возраста, что позволит осуществлять мониторинг и прогнозирование течения заболевания, оценить эффективность и безопасность различных подходов к терапии [21, 22].

Таким образом, ведение пациентов гериатрического профиля с ОКС является сложной проблемой. Атипичная клиническая картина, высокие показатели коморбидности и наличие гериатрических синдромов затрудняют своевременную диагностику ОКС у больных пожилого и старческого возраста. Для пациентов старших возрастных групп по сравнению с пациентами среднего возраста характерны более тяжелое течение ОКС, большее количество смертельных исходов и осложнений. Наиболее целесообразным подходом к диагностике и лечению ОКС у пациентов старшей возрастной группы с коморбидной патологией представляется мультидисциплинарный подход с привлечением специалистов различного профиля и проведением оценки гериатрического статуса.

#### ЛИТЕРАТУРА

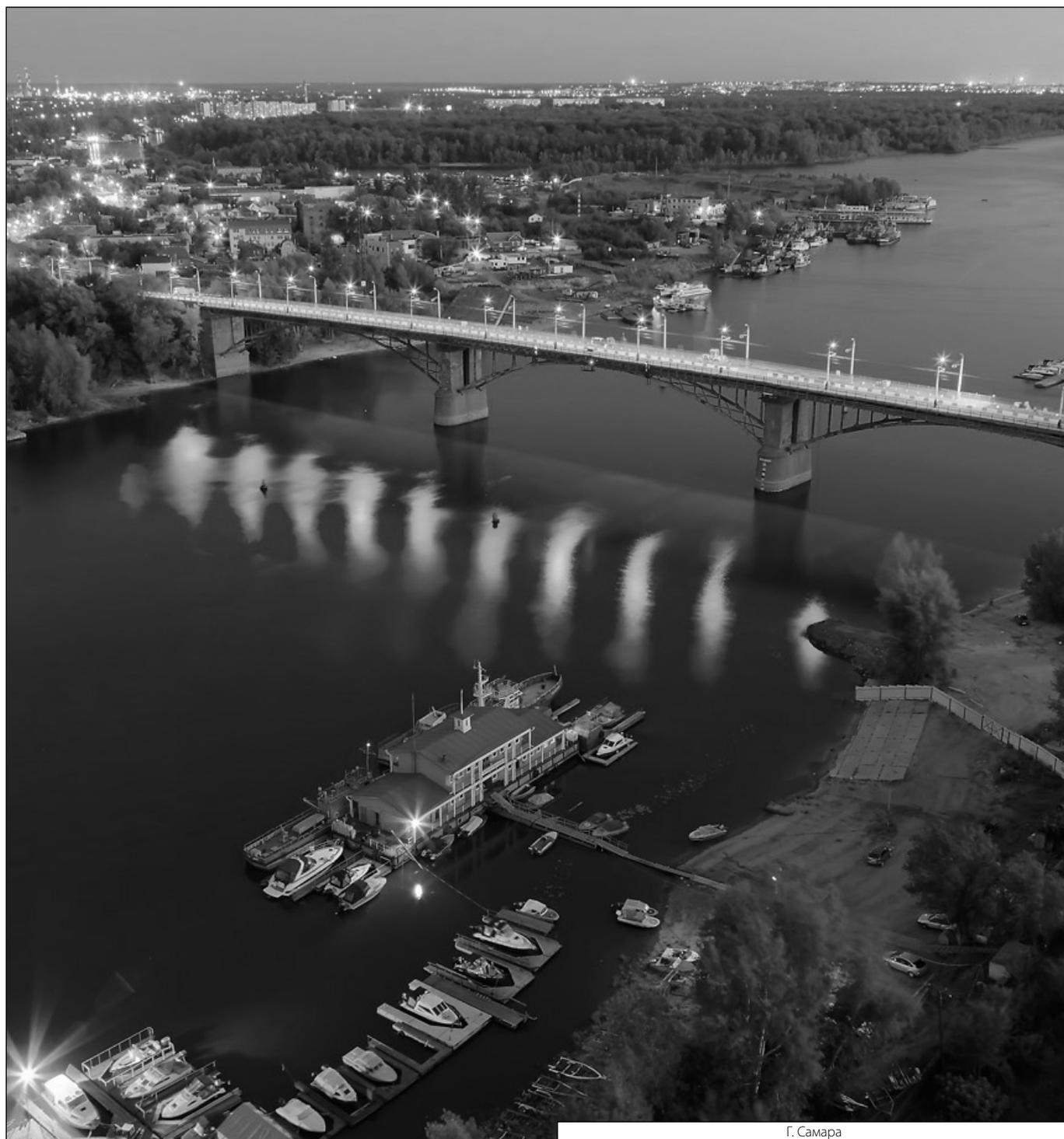
1. Nikolich-Zugich J., Goldman D. P., Cohen P. R. et al. Preparing for an Aging World: Engaging Biogerontologists, Geriatricians, and the Society. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2016; 71(4): 435–4.
2. Бокерия Л. А., Алекаян Б. Г. Рентгеноэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2013.
3. Гиляров М. Ю., Желтоухова М. О., Константинова Е. В. и др. Особенности лечения острого коронарного синдрома у пожилых: опыт городской клинической больницы № 1 им. Н. И. Пирогова. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2017; 13(2): 164–170.
4. Lopes R. D., Gharacholou S. M., Holmes D. N. et al. Cumulative incidence of death and rehospitalization among the elderly in the first year after NSTEMI. *Am J Med* 2015; 128: 582–590.
5. Goldberg R. J., McCormick D., Gurwitz J. H. et al. Age-related trends in short- and long-term survival after acute myocardial infarction: a 20-year population-based perspective (1975–1995). *Am J Cardiol*. 1998;82(11):1311–1317.
6. Рыжкова Ю. Д., Канарейкина Е. В., Атабегашвили М. Р. и др. Острый коронарный синдром у пожилых: особенности ведения пациентов. *Клиницист*. 2019;13(1–2):19–26.
7. Абросимов В. Н., Жукова Л. А., Глотов С. И., Алексеева Е. А. Ишемическая болезнь сердца: учебное пособие. Ряз. гос. мед. ун-т им. акад. И. П. Павлова. Рязань, 2015.
8. Содномова Л. Б., Бутуханова И. С. Проблемы диагностики и лечения острого коронарного синдрома в пожилом и старческом возрасте. *Современные проблемы науки и образования*. 2016; 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24455> (дата обращения: 10.11.2019).
9. Дубикайтис Т. А. Острый коронарный синдром. *Российский семейный врач*. 2017; 21(1): 5–14.
10. Gibson C. M. NRM and current treatment patterns for ST-elevation myocardial infarction. *Am. Heart J.* 2004; 148 (5): 29–33.
11. Екушева Е. В. Пожилой пациент с коморбидной патологией в практике кардиолога. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2018;11:26–29.
12. Верткин А. Л., Тополянский А. В. Алгоритмы диагностики: боль в грудной клетке. *РМЖ*. 2016; 14: 913–916.
13. Коморбидная патология в клинической практике. *Клинические рекомендации. Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2017; 16(6).
14. Savonitto S., Cavallini C., Petronio A. S. et al. Italian Elderly ACS Trial Investigators. Early aggressive versus initially conservative treatment in elderly patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome: a randomized controlled trial. *JACC Cardiovasc Interventions*. 2012; 5: 906–916.
15. Savonitto S., Morici N., De Servi S. Treatment of Acute Coronary Syndromes in the Elderly and in Patients with Comorbidities. *Rev Esp Cardiol*. 2014; 67(7): 564–573.
16. Ogurtsova, K., da Rocha Fernandes J. D., Huang Y., et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2017; 128:40–50.
17. Атабегашвили М. Р., Константинова Е. В., Муксинова М. Д. и др. Как наличие сахарного диабета влияет на течение острого коронарного синдрома у пожилых пациентов в реальной клинической практике? *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2019; 15(1): 29–35.
18. Radovanovic D., Seifert B., Urban P. et al. Validity of Charlson Comorbidity Index in patients hospitalised with acute coronary syndrome. *Insights from the nationwide AMIS Plus registry 2002–2012*. *Heart*. 2014; 100(4): 288–94.
19. Sarkisian L., Saaby L., Poulsen T. S. et al. Clinical characteristics and outcomes of patients with myocardial infarction, myocardial injury, and nonelevated troponins. *Am J Med* 2016; 129(4): 446.e5–446.e21.

20. Седова Е. В. Острый коронарный синдром у пациентов, страдающих старческой астенией: диагностика и лечение: Автореф. дисс. доктора мед. наук. 14.01.04 — М., 2017.
21. Ткачева О. Н., Котовская Ю. В., Феоктистова К. В. и др. Острый коронарный синдром в старческом возрасте: статус проблемы и нерешенные вопросы. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2017; 16(3): 62–67.
22. Эрлих А. Д. Регистры острых коронарных синдромов — их виды, характеристики и место в клинической практике. Вестник РАМН. 2012; 4: 30–39.

---

© Зинкина Анна Алексеевна ( Anna-zinkina@mail.ru ), Трусов Юрий Александрович ( Del-trudo@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Самара

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТРОНЦИЯ РАНЕЛАТА У МУЖЧИН С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ В СОЧЕТАНИИ С ОСТЕОПОРОЗОМ

### EXPERIENCE WITH THE USE OF STRONTIUM RANELATE IN MEN WITH BRONCHIAL ASTHMA IN COMBINATION WITH OSTEOPOROSIS

**A. Ivchenkova  
E. Mutalova**

**Summary.** Objective: to study the efficacy of strontium ranelate on the impact of bone mineral density (BMD), biochemical markers of bone turnover, pain, daily activity and to assess tolerability in men with bronchial asthma (BA) in combination with osteoporosis (OP).

**Results.** The average age of patients with BA in combination with OP was  $64.6 \pm 1.2$  years; the duration of BA was  $20.1 \pm 9.8$  years. Patients with BA in combination with OP received basic therapy of BA, strontium ranelate, calcium and vitamin D. For the 12 months of treatment was significant increase in BMD in the lumbar spine by 6.6% and femoral neck by 1.9%. The level of bone resorption marker ( $\beta$ -cross laps) during therapy decreased compared to baseline by 37.7% ( $p < 0.0001$ ), and the level of marker of bone formation (total P1NP) was increased by 51.4% ( $p < 0.0001$ ).

**Keywords:** bronchial asthma, osteoporosis, strontium ranelate, bone mineral density, biochemical markers of bone turnover.

Бронхиальная астма (БА) относится к наиболее распространённым заболеваниям, встречается от 3 до 19% взрослого населения Российской Федерации (РФ). Данные статистики свидетельствуют об увеличении заболеваемости, инвалидности и смертности от БА во всем мире [6,9]. Во многих исследованиях доказано, что БА уменьшает среднюю продолжительность жизни у мужчин на 7,7 лет и у женщин на 14,6 лет, является причиной инвалидности в 1,6% случаев и 1,5% всех госпитализации [1].

**Ивченкова Айгуль Фанировна**

Соискатель, ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
(г. Уфа)

ajordan1@rambler.ru

**Муталова Эльвира Газизовна**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
(г. Уфа)

**Аннотация.** Цель исследования: изучить эффективность стронция ранелата по влиянию на минеральную плотность костной ткани (МПКТ), биохимические маркёры костного метаболизма, болевой синдром, ежедневную активность и оценить переносимость препарата у мужчин с бронхиальной астмой (БА) в сочетании с остеопорозом (ОП).

**Результаты.** Средний возраст пациентов с БА в сочетании с ОП составил  $64,6 \pm 1,2$  года, длительность течения БА —  $20,1 \pm 9,8$  лет. Пациенты с БА в сочетании с ОП получали базисную терапию БА, стронция ранелат, препараты кальция и витамина D. За 12 месяцев лечения отмечено значимое повышение МПКТ в поясничном отделе позвоночника на 6,6% и шейки бедра на 1,9%. Уровень маркёра костной резорбции ( $\beta$ -cross laps) на фоне лечения снизился по сравнению с исходным уровнем на 37,7% ( $p < 0,0001$ ), а уровень маркёра формирования костной ткани (total P1NP) увеличился на 51,4% ( $p < 0,0001$ ).

**Ключевые слова:** бронхиальная астма, остеопороз, стронция ранелат, минеральная плотность костной ткани, биохимические маркёры костного метаболизма.

**Р**азвитие остеопороза (ОП) при БА рассматривается как одно из наиболее характерных и тяжелых осложнений стероидной терапии. Признавая роль глюкокортикостероидов в развитии остеопений, авторы тем не менее приводят разноречивые данные по частоте встречаемости как собственно нарушения метаболизма, так и тяжести его проявления — остеопении или ОП. Так, частота встречаемости ОП колебалась от 4 до 50%, а частота остеопении — от 31,7 до 67% [3,5,10]. По данным эпидемиологических исследований в течение первого года после начала БА относительный риск переломов возрастает в 1,5 раза [3,10]. Частота низкой

минеральной плотности костной ткани (МПКТ) увеличивается с 11% при лёгком персистирующем течении БА до 53,5% при среднетяжелом [5]. Стероидный ОП, формирующийся у пациентов с БА, является результатом влияния стероидных препаратов на оба процесса, которые составляют основу ремоделирования костной ткани: ослабление остеобласт-опосредованного образования и увеличение остеокласт-опосредованной резорбции кости [18,21]. Огромный интерес представляют исследования, продемонстрировавшие стимулирующее и антирезорбтивное влияние на костную ткань стронция ранелата [2,13,20]. На сегодняшний день стронция ране-

лат — единственный эффективный препарат при терапии ОП с физиологическим воздействием на костный обмен веществ [4,17,19]. Препарат имеет двойной механизм воздействия: стимулирует образование костной ткани и уменьшает резорбцию кости, сдвигая равновесие перестройки костной ткани в сторону преобладания процессов образования новой кости [12,14].

Остеопоротические переломы бедра наблюдаются у 30% мужчин, а наиболее близкие и отдаленные исходы тяжелее, чем у лиц слабого пола [11,16]. Стоит отметить, стационарная и амбулаторная (на протяжении года) летальность после переломов бедра у представителей сильного пола в два раза выше, чем у лиц слабого пола, и составляет 40% и 20% соответственно. Кроме этого, 50% мужчин с ОП, перенесших переломы бедра, чаще инвалидизируются и нуждаются в повседневной помощи медицинских и социальных работников. Заболеваемость и преждевременная смертность лиц сильного пола в РФ выше, чем в западных государствах, чем и обусловлена актуальность данной проблемы [8].

### Цель работы

Изучить эффективность стронция ранелата по влиянию на минеральную плотность костной ткани, биохимические маркёры костного метаболизма, болевой синдром, ежедневную активность и оценить переносимость препарата у мужчин с бронхиальной астмой в сочетании с остеопорозом.

### Материалы и методы

Данное исследование выполнено в 2016–2017 г.г. В открытое контролируемое нерандомизированное проспективное наблюдательное годичное исследование были включены 39 мужчин в возрасте от 51 до 70 лет. Основную группу составили 27 пациентов мужского пола с БА в сочетании с ОП, контрольную группу составили 12 практически здоровых мужчин.

Диагноз БА, уровень контроля и степень её тяжести верифицировались согласно современным рекомендациям (GINA, 2017) [15]. Все пациенты с БА получали базисную терапию в соответствии с рекомендациями GINA, 2017 [15]. У обследованных пациентов с БА клинические данные соответствовали критериям ОП согласно рекомендациям Российской ассоциации по остеопорозу — 2016 г. [7]. Длительность БА варьировала от 2 до 43 лет и составила 20,1±9,8 лет. Аллергический клинико-патогенетический вариант БА был у 6 (22,2%), аспириновый — у 3 (11,1%), неаллергический — у 8 (29,6%) и смешанный у 10 (37,1%) мужчин. По уровню контроля контролируемая БА была у 8 (29,6%), частично контролируемая — у 15 (55,6%) и неконтролируемая — у 4 (14,8%)

пациентов. По степени тяжести БА лёгкое персистирующее течение имели 5 (18,5%), среднетяжелое — 15 (55,6%) и тяжелое — 7 (25,9%) пациентов. Критерии исключения из исследования: гиперпаратиреоз; синдром мальабсорбции; онкологические заболевания; болезнь Педжета; почечные остеодистрофии; остеомалация; некомпенсированные гипо- и гипертиреоз; сахарный диабет I типа; выраженные нарушения функции печени; известная гиперчувствительность к стронцию ранелату и/или к любому другому компоненту препарата; венозная тромбоземболия (ВТЭ) или эпизоды ВТЭ в анамнезе, включая тромбоз глубоких вен и тромбоземболию легочной артерии; постоянная или временная иммобилизация (например, при соблюдении строгого постельного режима в послеоперационном периоде или по иной причине); установленный диагноз ишемической болезни сердца, облитерирующего заболевания периферических артерий и/или цереброваскулярного заболевания или указание на наличие этих заболеваний в анамнезе; неконтролируемая артериальная гипертензия; фенилкетонурия; тяжелая почечная недостаточность (клиренс креатинина менее 30 мл/мин); лечение препаратами, способными повлиять на метаболизм костной ткани или минеральный обмен (бисфосфонаты, кальцитонин, фториды, высокие дозы (более 50 000 МЕ в неделю) витамина D, препараты паратиреоидного гормона, противосудорожные средства (кроме бензодиазепинов), антикоагулянты), в течение предшествовавших шести месяцев перед включением в исследование. Клиническая характеристика пациентов показана в таблице 1.

Пациенты с БА в сочетании с ОП принимали стронция ранелат в виде саше по 2 г в сутки в вечернее время через два часа после ужина на протяжении 12 месяцев, а также препараты кальция и витамина D в суточной дозе, эквивалентной 1000 мг кальция и 800 МЕ витамина D3.

Всем пациентам с БА в сочетании с ОП проводились беседы об особенностях физических нагрузок и образе жизни при ОП и предложена информация (буклеты) по питанию.

Клинические и лабораторные обследования проводились исходно и на фоне лечения через 3, 6 и 12 месяцев. В каждой точке наблюдения пациентам предлагалось оценить ежедневную активность согласно 4-балльной шкале оценки ежедневной функциональной активности: 1 балл — плохая, 2 балла — удовлетворительная, 3 балла — хорошая, 4 балла — отличная. Клиническое обследование включало антропометрию, оценку общего состояния и болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ 0–100 мм). Оценивались показатели кальций-фосфорного обмена: ионизированный кальций (Ca<sup>2+</sup>) (норма 1,16–1,3 ммоль/л) — колориметрическим фотометрическим методом Арсеназо-111, неорганиче-

Таблица 1. Характеристика мужчин, включённых в исследование.

Показатель	Основная группа M ± m (n=27)	Контрольная группа M ± m (n=12)
Средний возраст, лет	64,6 ± 1,2	62,3 ± 1,4
Средний рост, м	1,73 ± 0,05	1,74 ± 0,03
Средний вес, кг	73,4 ± 0,04	74,1 ± 0,06
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	24,4 ± 2,6	24,3 ± 2,8
МПКТ ПОП, г/см <sup>2</sup>	0,629 ± 0,02	1,248 ± 0,05
МПКТ ШБ, г/см <sup>2</sup>	0,606 ± 0,03	0,994 ± 0,02

Таблица 2. Динамика МПКТ на фоне лечения стронцием ранелатом

Показатели	Визит 0	0–6 месяцев	0–12 месяцев	P	0–6 месяцев	0–12 месяцев
	МПКТ ПОП, г/см <sup>2</sup>	0,629 ± 0,02	0,727 ± 0,02	0,736 ± 0,02	< 0,001	< 0,001
МПКТ ШБ, г/см <sup>2</sup>	0,606 ± 0,03	0,619 ± 0,01	0,622 ± 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,05

ский фосфор (норма 0,81–1,45 ммоль/л) — колориметрическим методом с молибдатом аммония в УФ-диапазоне на анализаторе «AU480» (Beckman coulter, США) и общая щелочная фосфатаза (ОЩФ) (норма 0–270 ед/л) — на автоматическом биохимическом анализаторе Hitachi 912 (Япония) с помощью диагностических наборов фирмы «F. Hoffman-La Roche» (Франция). С целью диагностики костного метаболизма использовались биохимические маркёры: β-cross laps (продукт деградации коллагена 1 типа) — параметр, характеризующий степень резорбции костной ткани (норма 0,01–0,6 нг/мл) и total P1NP (N-терминальный пропептид проколлагена 1 типа) — маркёр формирования костного матрикса (норма 16,3–73,9 нг/мл), которые исследовали иммуноэлектрохемилюминесцентным методом на автоматическом анализаторе Elecsys 2010 с помощью диагностических наборов фирмы «F. Hoffman-La Roche» (Франция). С целью оценки безопасности препарата определялась концентрация креатинина в сыворотке крови (норма 82–116 мкмоль/л) по методу, основанному на реакции Яффе, с использованием диагностических систем ООО «Ольвекс Диагностикум» (Санкт-Петербург, Россия), а для исключения медикаментозного вторичного гиперпаратиреозидизма измерялся уровень паратгормона (ПТГ) (норма 9,5–75 нг/мл) методом твердофазного хемилюминесцентного иммуноферментного анализа (IMMULITE2000 Intact PTH) на автоанализаторе «Immolute 2000» (Siemens Healthcare Diagnostics, США-Германия).

У всех пациентов с БА и ОП определяли МПКТ поясничного отдела позвоночника (ПОП) (L I–IV) и шейки бедра (ШБ) двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрией на аппарате Delphi W, Hologic (США). Диагностика переломов позвонков осуществлялась на том же денситометре до и после лечения с помощью

дополнительной программы «Моментальная оценка позвоночника» Instant vertebral assessment (IVA), которая характеризуется высокой чувствительностью, сопоставимой со стандартной рентгенографией [4].

На всех обследованных пациентов были заполнены специально созданные тематические карты, показатели занесены в электронную базу с последующей статистической обработкой с применением программных продуктов Microsoft Excel и Statistica 12.6.

### Результаты и обсуждение

Исходная характеристика обследованных мужчин с БА и ОП представлена в таблице 1. Показатели основной и контрольной групп были сопоставимы, за исключением МПКТ ПОП и ШБ, которая в контрольной группе была в пределах рекомендованных нормативов.

Периферические переломы в анамнезе в основной группе у пациентов с БА и ОП были выявлены у 8 (29,6%) мужчин, компрессионные переломы позвонков у 6 (22,2%). В контрольной группе переломов не было.

Оценка эффективности терапии проводилась по ряду параметров: 1) динамика МПКТ ПОП и ШБ, 2) результаты исследования показателей кальций-фосфорного обмена и костного метаболизма, 3) влияние на болевой синдром, 4) ежедневная активность пациента.

Изменение показателей МПКТ на фоне терапии стронцием ранелатом представлены в таблице 2.

На фоне терапии стронцием ранелатом отмечалась значимая положительная динамика МПКТ в ПОП (p <

Таблица 3. Динамика лабораторных показателей в основной группе

Показатель	Визит 0 (n=27)	3 месяца (n=27)	6 месяцев (n=27)	12 месяцев (n=27)
Ca <sup>2+</sup> , ммоль/л	1,29 ± 0,02	1,25 ± 0,01**	1,24 ± 0,01**	1,26 ± 0,01
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,08 ± 0,03	1,2 ± 0,03***	1,2 ± 0,03***	1,3 ± 0,05***
ОЩФ, ед/л	192 ± 14	195 ± 10,5	197,2 ± 10,7	211 ± 11,7*
Креатинин, мкмоль/л	86,7 ± 2,3	88 ± 2,5	86 ± 1,8	89,4 ± 1,8
ПТГ, пг/мл	54 ± 4,5	57 ± 4,4	51,5 ± 4,1	48,8 ± 4,4
β-cross laps, нг/мл	0,472 ± 0,04	0,468 ± 0,03	0,299 ± 0,05****	0,292 ± 0,03****
Total P1NP, нг/мл	30,4 ± 0,07	30,9 ± 0,09	45,1 ± 0,07****	45,8 ± 0,11****

Сравнение показателей с визитом 0: \* — p < 0,05, \*\* — p < 0,01, \*\*\* — p < 0,001, \*\*\*\* — p < 0,0001

Таблица 4. Динамика болевого синдрома в спине (по ВАШ) у мужчин с БА в сочетании с ОП на фоне лечения стронцием ранелатом

До лечения, мм	После лечения, мм	Достоверность
76,8 ± 5,2	58,2 ± 4,4	t = 2,59 p < 0,05

Таблица 5. Динамика ежедневной активности у мужчин с БА в сочетании с ОП на фоне лечения стронцием ранелатом

Оценка ежедневной активности	Визит 0		3 месяца		6 месяцев		12 месяцев	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Плохая	17	62,96	2	7,41	0	0,00	0	0,00
Удовлетворительная	10	37,04	22	81,48	12	44,44	9	33,33
Хорошая	0	0,00	3	11,11	15	55,56	16	59,26
Отличная	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	7,41
Всего	27	100	27	100	27	100	27	100

0,001) уже после 6 месяцев терапии, в то время как в ШБ различия МПКТ были незначимы. Через 12 месяцев лечения относительный прирост МПКТ в этих отделах скелета стал более выраженным и составил 6,6% для ПОП (p < 0,0001) и 1,9% для ШБ (p < 0,05).

Положительная динамика на фоне терапии стронцием ранелатом в ПОП была отмечена у 21 мужчины, отрицательная — у 1, и у 5 пациентов МПКТ не изменилась. В области ШБ значимая положительная динамика МПКТ выявлена у 17 пациентов, отрицательная — у 3, без динамики — у 7 пациентов.

При разделении пациентов по возрастному признаку на две группы: 1 группа — моложе 65 лет и 2 группа — старше 65 лет — было выявлено, что прирост МПКТ был значимо выше в ПОП у мужчин старше 65 лет (4,7% и 7,5% соответственно, p < 0,05).

Несмотря на то, что в данном исследовании прирост МПКТ был более выражен в старшей возрастной группе, это не повлияло на снижение риска развития новых пе-

реломов у мужчин разных возрастных групп. С учетом влияния стронция на истинный прирост МПКТ из-за замещения им кальция в микрокристаллической решетке делалась поправка на разницу в атомном весе стронция, которая в 2 раза уменьшает полученные значения [17]. В этом исследовании значения МПКТ при соответствующей коррекции оказались равны для ПОП 3,3%, для ШБ — 0,95%.

За период наблюдения у пациентов с БА и ОП на фоне лечения стронцием ранелатом новых периферических переломов не было. Способность предотвращать возникновение новых переломов является основным критерием эффективности медицинских препаратов для лечения ОП, однако наши данные не позволяют сделать вывод о влиянии стронция ранелата на риск переломов из-за небольшого числа пациентов и короткого периода наблюдения. Результаты исследования указывают на значимый прирост МПКТ в исследованных отделах скелета, что является маркером увеличения прочности кости и, соответственно, снижения риска переломов.

Динамика лабораторных показателей сыворотки крови представлена в таблице 3, из которой видно, что имело место небольшое снижение уровня  $\text{Ca}^{2+}$  и увеличение неорганического фосфора на фоне терапии в пределах референсных значений. Если для  $\text{Ca}^{2+}$  эти изменения были статистически значимыми через 3 и 6 месяцев и утрачивали достоверность через 12 месяцев, то для неорганического фосфора оставались статистически значимыми на протяжении 12 месяцев терапии. Уровень ОЩФ постепенно увеличивался в процессе терапии, но достиг достоверной разницы с исходными данными только к 12 месяцу.

Изучение влияния стронция ранелата на функцию почек у больных БА и ОП не выявило значимых изменений, и уровень креатинина в сыворотке крови практически не изменялся (таблица 3).

Анализ показателей ПТГ при лечении стронцием ранелатом также не выявил значимых изменений на протяжении всего периода лечения (таблица 3).

Уровень маркера костной резорбции ( $\beta$ -cross laps) на фоне лечения снизился по сравнению с исходным уровнем на 37,7% ( $p < 0,0001$ ), а уровень маркера формирования костной ткани (total P1NP) увеличился на 51,4% ( $p < 0,0001$ ) (таблица 3).

Эффективность лечения стронцием ранелатом оценивалась также по влиянию на болевой синдром и на ежедневную активность пациента с БА и ОП. Снижение болевых ощущений по шкале ВАШ достигло значимых результатов к 12 месяцу терапии (таблица 4). За время наблюдения уменьшилось число пациентов с болью в спине с 57 до 35%, что, вероятно связано, с увеличением ежедневной активности и занятиями лечебной физкультурой, так как обследованные пациенты не применяли нестероидные противовоспалительные препараты. Так, по мере увеличения длительности приема стронция ранелата отмечена тенденция к повышению ежедневной активности. Через 6 месяцев терапии 55,56% пациентов оценили ежедневную активность как

хорошую или отличную, а через 12 месяцев — 66,67% мужчин (таблица 5).

Переносимость стронция ранелата у пациентов с БА и ОП оценивалась во время визитов к врачу — регистрировали побочные эффекты. У одного пациента отмечалась легкая диарея, еще у одного — слабые судороги в икроножных мышцах, которые не потребовали отмены препарата.

Все пациенты были довольны терапевтическим режимом и отметили удобство приема препарата в виде саше в вечернее время суток.

Результаты изучения эффективности и безопасности применения стронция ранелата у мужчин с БА в сочетании с ОП показали позитивную динамику клинических, денситометрических и лабораторных данных.

## ВЫВОДЫ

1. У больных БА в сочетании с ОП на фоне применения стронция ранелата наблюдалось значимое повышение МПКТ в ПОП на 6,6% и ШБ на 1,9%.
2. Наше исследование показало моделирующее влияние стронция ранелата на костный обмен с преимущественным увеличением процесса костеобразования, а также снижением резорбции костной ткани. Так, уровень маркера костной резорбции ( $\beta$ -cross laps) на фоне лечения снизился по сравнению с исходным уровнем на 37,7% ( $p < 0,0001$ ), а уровень маркера формирования костной ткани (total P1NP) увеличился на 51,4% ( $p < 0,0001$ ).
3. Терапия стронцием ранелатом уменьшает выраженность и частоту возникновения болевого синдрома и позитивно влияет на ежедневную активность пациентов.
4. Пациенты с БА и ОП отмечали хорошую переносимость и удобство приема стронция ранелата, не наблюдалось побочных явлений, требующих отмены препарата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бродская О. Н. Гормоны в лечении бронхиальной астмы: мифы и реальность // Астма и аллергия. — 2016. — № 3. — С. 13–14.
2. Венгеровский А.И., Хлусов И. А., Нечаев К. А. Молекулярные механизмы действия бисфосфонатов и стронция ранелата // Экспериментальная и клиническая фармакология. — 2014. — Т. 77, № 9. — С. 43–46.
3. Головач И. Ю. Глюкокортикоид-индуцированный остеопороз: исторические аспекты и современные подходы к профилактике и лечению // Фарматека. — 2015. — № 54. — С. 50–55.
4. Голубев Г.Ш., Гребенщиков В. А. Влияние терапии ранелатом стронция на исходы лечения пациентов с малоэнергетическими переломами лодыжек // Фарматека. — 2015. — № 5 (298). — С. 88–95.
5. Горягина М. А. Остеопороз, как следствие лечения ингаляционными кортикостероидами // Медицина. — 2017. — Т. 2, № 3. — С. 15–16.
6. Жила И.Е., Галкина О. В., Богданова Е. О. и др. Остеопороз у больных бронхообструктивной патологией // Фарматека. — 2015. — № 54. — С. 46–49.

7. Клинические рекомендации по профилактике и ведению больных с остеопорозом. Издание 2-е, дополненное / под редакцией проф. О. М. Лесняк; коллектив авторов Алексеева Л. И. [и др.]; Российская ассоциация по остеопорозу. — Ярославль: ИПК «Литера», — 2016. — 24 с.
8. Пашенцева А.В., Вербовой А. Ф. Остеопороз у мужчин // Фарматека. — 2016. — № 16 (329). — С. 17–22.
9. Платицына Н.Г., Болотнова Т. В. Клинико-функциональные особенности остеопороза у больных хроническими неинфекционными заболеваниями // Университетская медицина Урала. — 2015. — № 2–3. — С. 51–53.
10. Платицына Н.Г., Болотнова Т. В. Структура и частота встречаемости остеопенического синдрома у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями (бронхообструктивной и сердечно-сосудистой патологией) // Остеопороз и остеопатии. — 2016. — № 2. — С. 75.
11. Полякова Ю.В., Симакова Е. С., Сивордова Л. Е., Заводовский Б. В. Остеопороз у мужчин: актуальность проблемы // Успехи геронтологии. — 2015. — Т. 28, № 1. — С. 77–79.
12. Симонова О.В., Тимин М. В. Клиническая эффективность и переносимость стронция ранелата при остеопорозе у больных ревматоидным артритом // Остеопороз и остеопатии. — 2016. — № 2. — С. 55а.
13. Atteritano M., Catalano A., Santoro D. et al. Effects of strontium ranelate on markers of cardiovascular risk in postmenopausal osteoporotic women // Endocrine. — 2016. — Т. 53, № 1. — P. 305–312.
14. Catalano A., Morabito N., Di Stefano A. et al. Vitamin D and bone mineral density changes in postmenopausal women treated with strontium ranelate // Journal of endocrinological investigation. — 2015. — Т. 38, № 8. — P. 859–863.
15. Global Initiative for Asthma (GINA). Updated 2017 // <http://ginasthma.org>
16. Oei L., Zillikens M. C., Rivadeneira F., Oei E. H.G. Osteoporotic vertebral fractures as part of systemic disease // Journal of clinical densitometry. — 2016. — Т. 19, № 1. — P. 70–80.
17. Rizzoli R., Dawson-Hughes B., Kaufman J. M. et al. Correction of vitamin D insufficiency with combined strontium ranelate and vitamin D3 in osteoporotic patients // European journal of endocrinology. — 2014. — Т. 170, № 3. — P. 441–450.
18. Saag K. G., Agnusdei D., Krohn K. D. et al. Trabecular bone score in patients with chronic glucocorticoid therapy-induced osteoporosis treated with alendronate or teriparatide // Arthritis and rheumatology. — 2016. — Т. 68, № 9. — P. 2122–2128.
19. Scaglione M., Fabbri L., Casella F., Guido G. Strontium ranelate as an adjuvant for fracture healing: clinical, radiological, and ultrasound findings in a randomized controlled study on wrist fractures // Osteoporosis International. — 2016. — Т. 27, № 1. — P. 211–218.
20. Vilaça T., Camargo M. B.R., Lazaretti-Castro M., Rocha O. F. Vitamin D supplementation and strontium ranelate absorption in postmenopausal women with low bone mass // European journal of endocrinology. — 2014. — Т. 170, № 4. — P. 469–475.
21. Whittier X., Saag K. G. Glucocorticoid-induced osteoporosis // Rheumatic disease clinics of North America. — 2016. — Т. 42, № 1. — P. 177–189.

© Ивченкова Айгуль Фанировна ( [ajordan1@rambler.ru](mailto:ajordan1@rambler.ru) ), Муталова Эльвира Газизовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Башкирский государственный медицинский университет

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВТОРИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ У ЖИТЕЛЕЙ ТУЛЫ ПУТЕМ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ГИПЕРТЕНЗИВНОГО СЕРДЦА, С УЧЕТОМ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА РЕЦЕПТОРОВ АНГИОТЕНЗИНА-II ПЕРВОГО ТИПА

**Кошимбаева Лейла Акыновна**

Терапевт, ГБУЗ ГКБ 1 г. Нальчика; дежурный  
кардиолог, ГБУЗ КГБ 2 г. Нальчика  
azarar@rambler.ru

**PREDICTION OF THE COURSE  
AND EFFECTIVENESS OF SECONDARY  
PREVENTION OF HYPERTENSION  
IN TULA RESIDENTS  
BY DEVELOPING THE CONCEPT  
OF HYPERTENSIVE HEART, TAKING  
INTO ACCOUNT THE POLYMORPHISM  
OF THE ANGIOTENSIN-II RECEPTOR  
GENE OF THE FIRST TYPE**

**L. Koshimbaeva**

*Summary.* In normotensive patients, the level of correlation of IIS with human calendar age was extremely high ( $r=0.90$ ;  $p<0.001$ ). It is important that the majority of patients with HC IVS was above their calendar age, so the level of correlation of IVS with age in them was lower ( $r=0.58$ ;  $p<0.001$ ). An important advantage of IIS over other indicators is its extreme simplicity of assessment: the more IIS per calendar age—the higher the individual risk. In addition, the AIS allows you to clearly explain to the patient the result of aplanation tonometry, because on the basis of comparing their own age with the indicators of the AIS, the patient is easily aware of their own risk. Therefore, the definition of IPS not only facilitates the doctor's interpretation of the data of aplanational tonometry, but also contributes to better patient compliance. In the treatment process, we achieved the target BP levels (according to office blood pressure control, and according to the diaries of self-monitoring blood pressure) in 4 patients of group D0 and 5 patients of group N1, that is, 9 of 24 patients (37,5%). This figure can be considered quite acceptable, because according to statistics in a country like the United States, the level of blood PRESSURE control reaches 35.1%. Equally important, no patient was excluded for lack of an antihypertensive effect or the appearance of a side effect.

*Keywords:* Hypertension, hypertensive heart, arterial hypertension.

*Аннотация.* У нормотензивных пациентов уровень корреляции ИИС с календарным возрастом человека был чрезвычайно высоким ( $r=0,90$ ;  $p<0,001$ ). Важно, что у большинства пациентов с ГХ ИВС был выше их календарного возраста, поэтому уровень корреляции ИВС с возрастом в них был ниже ( $r=0,58$ ;  $p<0,001$ ). Важным преимуществом ИИС перед другими показателями является его чрезвычайная простота оценивания: чем больше ИИС за календарный возраст — тем выше индивидуальный риск. К тому же ИИС позволяет наглядно объяснить больному результат апланационной тонометрии, поскольку на основании сравнения собственного возраста с показателями ИИС пациент легко осознает собственный риск. Поэтому определение ИПС не только облегчает врачу интерпретацию данных апланационной тонометрии, но и способствует лучшему комплаенсу пациента. В процессе лечения нам удалось достичь целевых уровней АД (по данным офисного контроля АД, так и по данным дневников самостоятельного мониторинга АД) у 4 больных группы Н0 и у 5 больных группы Н1, то есть у 9 из 24 больных (37,5%). Данный показатель можно считать достаточно приемлемым, поскольку по данным статистики в такой стране, как США уровень контроля АД достигает 35,1%. Не менее важно и то, что ни один пациент не был исключен за отсутствие антигипертензивного эффекта или появления побочного действия.

*Ключевые слова:* Гипертоническая болезнь, гипертензивное сердце, артериальная гипертензия.

**Г**ипертоническая болезнь занимает одно из первых мест в мире в структуре заболеваемости населения развитых стран. Современный анализ показывает, что в общей популяции распространенность АГ составляет от 20 до 45%. Ожидается, что в 2025 году в мире количество больных АГ вырастет на 60% за четверть века

и достигнет 1,56 млрд. лиц. По данным NHANES, представленными в отчетах этой организации с 2007 по 2010 годы, в США — стране с самыми большими в мире расходами на здравоохранение, — в 50% гипертензивных пациентов целевые уровни АД не достигаются. Специалисты отмечают, что главными причинами этого является

врачебная инерция и низкая приверженность лечению, а главным залогом улучшения существующего положения вещей может стать упрощение режима дозирования за счет фиксированных комбинаций [2, с. 25].

Диагноз гипертонической болезни был установлен в 630 человек, и они были включены в основную группу исследования. Для установления диагноза гипертонической болезни пользовались рекомендациями Российской ассоциации кардиологов 2008 г. Группа контроля состояла из 206 человек без признаков гипертензии и отклонений от нормы при проведении ЭКГ. Распределение обследованных, согласно групп наблюдения, пола и стадий ОП приведен в табл. 1.

Задачей второго этапа было выявить основные факторы риска и прогностические маркеры эффективности лечения у больных ОП. По своей сути он представлял собой ретроспективное контролируемое сравнительное исследование эффективности различных вариантов антигипертензивной терапии у больных гипертонической болезнью [10, с. 208].

В нем приняли участие 132 больных гипертонической болезнью I-III ст. как мужского, так и женского пола, в возрасте свыше 24 лет, которым не менее, чем за 12 мес. к моменту включения в исследование проводили ЭКГ. Все они были вовлечены в исследование из числа пациентов, которым был определен генотип АТР1 и был проведен СМАД. Возраст больных учитывали на момент проведения первого зарегистрированного УЗИ сердца. Кроме того, устанавливали наиболее значимые сопутствующие медицинские состояния и заболевания, наличие ближайших родственников, больных ОП. К таким относили родителей, детей, сиблингов (братьев или сестер). Анализ данных показал, что у больных второго этапа доля мужчин (65,9%) не отличалась от больных на первом этапе (62,3%). Средний возраст больных на первом этапе составил 50,6 (11,1), а на втором — 50,5(8,6) лет ( $p > 0,05$ ). Следовательно, можно считать, что выборки обследованных первого и второго этапа относятся к одной генеральной совокупности [1, с. 20].

Исследование завершалось проверкой выдвинутой гипотезы о влиянии полиморфного строения гена АТР1 на эффективность использования ингибиторов АПФ и антагонистов рецепторов ангиотензина.

Ретроспективный анализ течения и эффективности вторичной профилактики гипертонической болезни. Для этого были привлечены 132 человека из числа тех, кому проводили СМАД и определение генотипа АТР1 (рецепторы ангиотензина II первого типа). Этот этап завершался формированием из числа 418 лиц с определенным генотипом АТР1 экзаменационной выборки,

состоявшей из 12 тщательно подобранных пар больных, для сравнения эффективности лечения, проводившегося на основе ингибитора АПФ Рамиприла или антагониста рецепторов АТР1 Олмесартана. Эти 24 человека дали дополнительную письменное согласие на участие в исследовании, которое осуществлялось с целью проверки ранее выдвинутых гипотез и положений [3, с. 5]. Больные в связанных парах были одинакового пола и возраста, а значения роста, массы тела, офисного и среднесуточного АД, ММЛЖ (масса миокарда левого желудочка), а также трансмитрального кровотока имели минимально возможные отличия. Основной задачей этого этапа было исследование ассоциации полиморфизма АТР1 с эффективностью лечения ингибиторами АПФ (ангиотензин превращающий элемент) и антагонистами рецепторов ангиотензина. В качестве дополнительной задачи была проверка диагностических возможностей метода Rautaharju по оценке динамики ММЛЖ.

Все полученные данные заносились в электронные таблицы и в дальнейшем подвергались анализу с помощью специализированного статистического приложения "Statistica 8.0". Сначала все числовые данные проверяли на соответствие нормальному закону распределения. Для этого пользовались как графическими методами, так и статистическими критериями Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка, Лилефорса. Сравнение данных для независимых множественных выборок проводилось методами Краскела-Уолеса и медианным тестом. Для сравнения данных в случае их соответствия нормальному закону пользовались критерием Стьюдента. Если характер данных отвечал нормальному закону распределения, то использовался критерий Вилкоксона для связанных или несвязанных данных [5, с. 290].

Подавляющее большинство данных представлена в виде средних арифметических величин и среднеквадратической дисперсии (SD).

Для подтверждения соответствия частот распределения вариантов полиморфизма гена АТР1 в исследуемой выборке естественному распределению частот пользовались уравнением Харди-Вайнберга.

Всего в исследование было включено 836 человек (630 больных на ГХ и 206 группы контроля) жителей Тулы мужского и женского пола. Среди больных с признаками II и III стадии мужчин было значительно больше, чем женщин (в 2,35 и 1,47 раза соответственно). Таким образом, при сравнении половой состав случайных выборок, которые образуются при последовательном наборе обследованных, доля мужчин среди больных ГБ выше, чем в группе контроля.

Таблица 1. Распределение обследуемых согласно пола и стадии гипертонической болезни

Группы обследования	Мужчины	Женщины
Контрольная	102 (49,5%)	104 (50,5%)
ГХ I	112 (51,9%)	104 (48,1%)

Таблица 2. Результаты тестов на нормальность распределения основных параметров обследуемых пациентов

Показатель	N	Max D	K-S p	Lilliefors p	W	p
Возраст	836	0,059	p < 0,01	p <,01	0,98	<0,001
Рост	836	0,064	p < 0,01	p <,01	0,99	<0,001
Масса тела	836	0,055	p < 0,05	p <,01	0,98	<0,001
САД	836	0,104	p < 0,01	p <,01	0,95	<0,001
ДАД	836	0,074	p < 0,01	p <,01	0,97	<0,001
КДР	836	0,053	p < 0,05	p <,01	0,99	<0,001
КСР	836	0,068	p < 0,01	p <,01	0,97	<0,001
ТмЗСЛШ	836	0,109	p < 0,01	p <,01	0,96	<0,001
ТмМШП	836	0,105	p <0,01	p <,01	0,93	<0,001
iММЛЖ(ASE)	836	0,104	p < 0,01	p <,01	0,91	<0,001
ЛП	836	0,052	p < 0,05	p <,01	0,98	<0,001

Таблица 3. Средние значения (SD) возраста в группах обследования

Группы исследования	Мужчины	Женщины
Контрольная	42,2 (10,3)	41,3 (9,8)
ГХ I	51,4 (10,8)	53,8 (11,0)
ГХ II	52,1 (8,9)	55,4 (8,6)
ГХ III	58,2 (8,8)	55,4 (8,4)

Примечание: Max D-максимальная дисперсия; K — S p-достоверность критерия Колмогорова-Смирнова; Lilliefors p-достоверность по критерию Лильефорса; W-критерий Уилка; p-достоверность по критерию Уилка

Средний возраст обследованных составил 50,6 (11,1) г. Согласно классификации возрастных периодов жизни человека, в возрасте от 25 до 44 лет насчитывалось 207, в возрасте 45–64 года — 525 и старше 65 лет — 104. Максимальный возраст обследованных составлял 80 лет. Таким образом, наиболее многочисленной возрастной категорией обследованных были люди зрелого возраста согласно геронтологической классификации ВОЗ.

#### Основные результаты исследования

Нами было установлено, что комбинированный показатель САТ×КДР значительно лучше коррелирует с МЛШ, чем каждый из них отдельно. Это позволило составить уравнения регрессии, по которым можно рассчитать должную величину ММЛЖ и, наконец, показатель адек-

ватности ММЛЖ. При этом коэффициенты корреляции между САТ×КДР и ММЛЖ в группе контроля ( $r=0,59$ ) и основной группе ( $r=0,57$ ), были достоверными ( $p<0,001$ ) и очень близкими к полученным в ранее выполненном исследовании ( $r=0,55$ ).

Исследование центрального давления неинвазивными методами ныне позиционируется как некая альтернатива традиционному определению АД методом Короткова. Теоретическим основанием такой точки зрения служит то, что давление в аорте лучше, чем давление в дистальных артериях связан с состоянием сердца, а, следовательно, с потенциальным риском [7, с. 2140]. Такие взгляды поддерживаются клиническими исследованиями. Например, исследования CAFE (The Conduit Artery Function Evaluation Study) показало, что у пациентов с артериальной гипертензией снижение индекса аугментации и центрального аортального давления ассоциируется с уменьшением риска возникновения комбинированной конечной точки и поражения почек.

Таблица 4. Данные антропометрии обследованных групп

Группы исследования	Рост (см) (SD)		Масса тела(кг) (SD)	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Контрольная	176,5 (6,6)	164,1(5,6)	80,4 (12,3)	72,4(11,6)
ГХ I	175,0 (6,3)	162,5 (6,0)	86,7 (14,3)	81,0(15,7)
ГХ II	176,0 (6,3)	163,6 (7,0)	96,8 (15,8)	89,3 (17,7)
ГХ III	174,9 (6,0)	163,2(6,8)	94,7 (13,7)	90,0 (16,7)

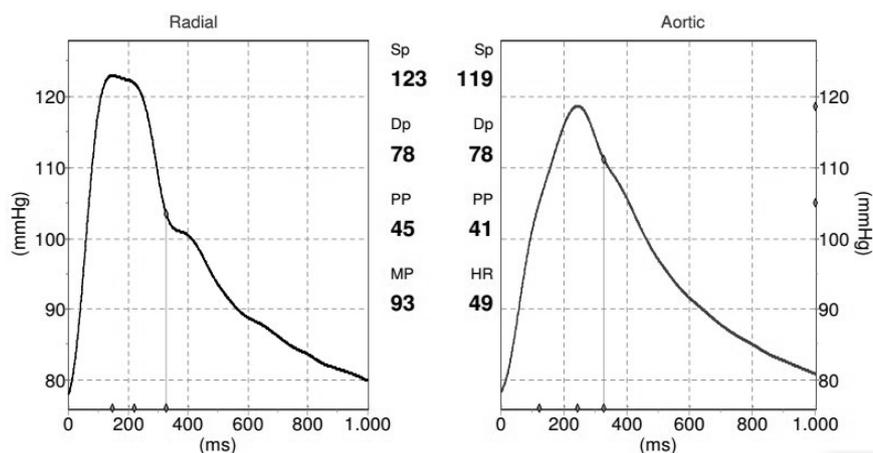


Рис. 1. Графики пульсовой волны радиальной артерии (слева) и аорты (справа), полученные при апланаций тонометрии на аппарате Sruptomcor XCEL

В частности, у младших пациентов, у которых наибольший вклад в повышение АД делает спазм сосудов, наблюдается более высокое давление аугментации [9, с. 570]. В старших лиц, наоборот, большее значение имеет склероз сосудов, при котором увеличивается скорость пульсовой волны. Итак, апланационная тонометрия является перспективным методом для исследования возрастных аспектов течения ОП.

Всего методом апланационной тонометрии было обследовано 278 человек: 128 представителей группы контроля и 150 больных ОП. Анализ этой выборки не выявил отличия от остальных обследованных по показателям возраста, роста, веса, систолического и диастолического АД, что позволяет экстраполировать полученные результаты на других лиц, вошедших в исследование.

Было замечено, что показатели  $Alx$  в обеих группах демонстрировали тенденцию к росту с возрастом. В то же время в младшей возрастной группе  $Alx$  был значительно выше, чем в группе контроля. Этот факт подтверждает ранее высказанное мнение, что у молодых лиц, больных ОП, в формировании гипертензии на первый план выходят механизмы вазоспазма. С другой стороны, это создает возможность для ранней диагностики заболевания у молодых лиц. Ведь известно, что во мно-

гих случаях даже проведение многочисленных дополнительных обследований не позволяет уверенно установить диагноз у молодого пациента. В таких ситуациях результаты апланационной тонометрии, в частности,  $Alx$  могут послужить дополнительным аргументом. Это тем более важно в свете недавно полученных результатов мета-анализа, который объединил исследования MAVI и еще 6 подобных исследований. В нем было показано, что в группе регресса ГЛЖ риск неблагоприятных событий в 1,56 раз выше, чем пациентов без ГЛЖ, хотя и ниже тех, у кого такого регресса нет вообще. У них он был в 1,96 раз выше пациентов без ГЛЖ. Следовательно, своевременное установление диагноза может предотвратить развитие ГЛЖ и поэтому проведение апланационной тонометрии у пациентов молодого возраста с АГ является очень важным. К сожалению, у лиц более старшего возраста (свыше 45 лет)  $Alx$  не продемонстрировал такого диагностического значения, как у группы молодых обследованных.

Было установлено, что показатель ШРПХ имеет схожую с  $Alx$  возрастную тенденцию: она растет по мере увеличения возраста, как у нормотензивных лиц, так и у больных ОП. При этом в каждой из возрастных подгрупп значения ШРПХ были достоверно большими у больных ГХ, чем в группе контроля. Но, к сожалению,

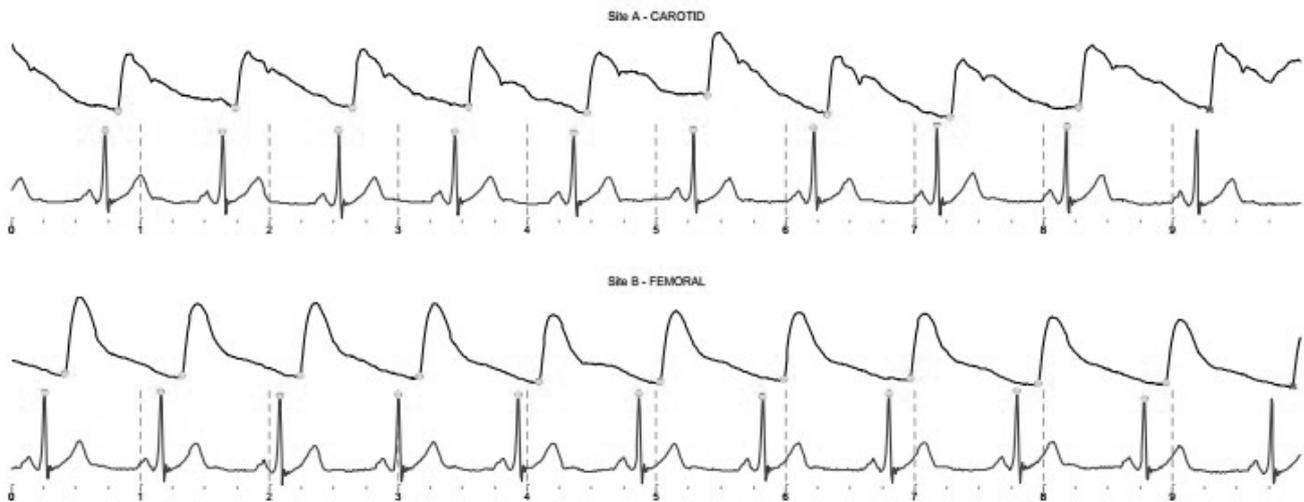


Рис. 2. Графики пульсовых волн на сонной (сверху) и бедренной (снизу) артериях, полученные при тонометрии апланаций

возрастные колебания были настолько большими, что установить определенную универсальную границу нормы/патологии было практически невозможно.

Как у нормотензивных пациентов, так и у больных гипертонической болезнью масса миокарда левого желудочка в наибольшей степени определяется произведением систолического артериального давления и конечного диастолического размера левого желудочка ( $r=0,58$ ;  $p=0,002$ ). Методы апланационной тонометрии и суточного мониторирования АД позволяют, по сравнению с офисным АД, повысить информативность модели R2 с 0,32 до 0,41. У пациентов с длительным (5–18 лет) стажем гипертонической болезни результаты самооценки АО повышают информативность этой модели R2 до 0,50.

Больные гипертонической болезнью каждой из возрастных подгрупп: 25–44 гг., 45–64 гг. и 65 и более лет, статистически значимо ( $p<0,05$ ) отличаются по показателям конечного диастолического размера, толщины миокарда задней стенки, межжелудочковой перегородки, индекса массы левого желудочка, диаметра левого предсердия от соответствующих им по возрасту лиц с нормальным давлением. В то же время не выявлено статистически значимых различий между возрастными подгруппами каждой из групп наблюдения ( $p>0,05$ ), что указывает на высокую стабильность этих параметров по отношению к влиянию возраста и длительной нагрузке артериальным давлением.

Наличие гипертрофии левого желудочка у больных на ГХ увеличивает вероятность инфаркта миокарда в 4,2 раза ( $\chi^2=7,12$ ;  $p=0,008$ ). Достижение целевых значений АД позволяет в 4,1 раза уменьшить вероятность инсуль-

та ( $\chi^2=3,80$ ;  $p=0,05$ ). По отношению к риску возникновения инфаркта миокарда, влияние этого фактора оказалось недостоверным, но установлено ассоциации регресса гипертрофии левого желудочка с достижением целевого АД.

Неадекватность массы левого желудочка уровню артериального давления у больных на ГХ повышает риск инфаркта миокарда в 5,2 раза ( $p=0,02$ ) и мозгового инсульта в 2,1 раза ( $p=0,05$ ). Особенно высок риск возникновения инфаркта миокарда у пациентов с нормальной, но неадекватной уровню АД массой левого желудочка (больше в 5,7 раз,  $p=0,004$ ).

Отягощение анамнеза в гипертонической болезни по линии матери увеличивает в 2,74 раза ( $p=0,04$ ) риск неадекватно большой массы миокарда по сравнению с больными, имеющих анамнез отягощения по линии отца. Это доказывает факт существования так называемой материнской компоненты наследования гипертонической болезни у жителей Тулы. У пациентов, которые имеют обоих родителей больных гипертонической болезнью, вероятность неадекватной массы миокарда левого желудочка увеличивается в 4,09 раза ( $p=0,02$ ).

Присутствие аллеля С в гене АТР1, как у нормотензивных лиц, так и у больных на ГХ, ассоциируется с ростом уровню офисного АД и с достоверным увеличением у них индекса массы левого желудочка.

Антигипертензивная и антиремоделервальная активность ингибитора АПФ Рамиприла выше у больных гипертонической болезнью носителей генотипа АА гена АТР1, в то время как у носителей аллеля С лучшие

результаты получены при использовании антагониста АТР1 Олмесартана. Зависимость эффективности лечения от полиморфизма А1166С является более выраженной при использовании антагонистов ангиотензиновых рецепторов, чем ингибиторов АПФ.

### Заключение

В процессе лечения нам удалось достичь целевых уровней АД (по данным офисного контроля АД, так и по данным дневников самостоятельного мониторинга АД) у 4 больных группы Н0 и у 5 больных группы Н1, то есть у 9 из 24 больных (37,5%). Данный показатель можно считать достаточно приемлемым, поскольку по данным статистики в такой стране, как США уровень контроля АД достигает 35,1%. Не менее важно и то, что ни один пациент не был исключен за отсутствие антигипертензивного эффекта или появления побочного действия. Относительно последних, следует отметить, что как в случае Рамиприла, так и Олмесартана, их длительное использование сопровождалось редкими и несерьезными побочными действиями. Конечно, учитывая небольшое количество участников исследования, наши данные о побочных эффектах не могли претендовать

на полноценный анализ всего спектра побочных действий Рамиприла или Олмесартана, но в целом они были созвучны данным литературы. Так, отдельные пациенты жаловались на такие явления, как головокружение, мышечная слабость симптоматическая гипотензия, которые согласно инструкциям к указанным препаратам являются одними из самых частых побочных действий. Таким образом, по сумме оба варианта лечения (на основе Рамиприла и на основе Олмесартана) можно признать эффективными и безопасными. Вместе с тем, анализ показал, что использование Рамиприла и Олмесартана имеют свои особенности, которые, в конце концов, влияют на конечный результат лечения. В частности, удалось установить, что при наличии генотипа АА гена А1166С гипотензивный и антиремоделированный эффект лечения Рамиприлом был лучше, чем в случае присутствия аллеля С. И наоборот, использование Олмесартана сопровождалось более заметным снижением АД и уменьшением массы левого желудочка у пациентов с генотипом АС или СС. Влияние полиморфизма гена А1166С, по нашим данным, было более выразительным при использовании Олмесартана, чем Рамиприла. Не исключено, что с этим было связано отсутствие существенных различий в результатах лечения между группами Н0 и Н1.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова М. Д. Молекулярно-генетические аспекты развития, дифференциальной диагностики и возможностей патогенетической терапии гипертрофии левого желудочка при гипертонической болезни и гипертонической кардиомиопатии: Автореф. дис.: спец.14.01.05. — Москва, 2010. — 20 с.
2. Целуйко В. Й. Полиморфизм гена рецептора ангиотензина II 1-го типа и его влияние на эффективность терапии олмесартаном у пациентов с гипертонической болезнью / В. Й. Целуйко, Т. Р. Брегвадзе, Н. Е. Мищук, З. С. Вашакидзе // УКЖ. — 2013. — № 4. — С. 21–27
3. A gender difference in the association between salt sensitivity and family history of hypertension / S. Kojima, K. Murakami, G. Kimura [et al.] // Am J. Hypertension. — 1992. — Vol.5 (1). — P. 1–7.
4. A meta-analysis of the effects of treatment on left ventricular mass in essential hypertension / A. U. Klingbeil, M. Schneider, P. Martus [et al.] // Am. J. Med. — 2013. — Vol. 115. — P. 41–46.
5. A multilocus approach to the antihypertensive pharmacogenetics of hydrochlorothiazid / A. H. Maitland-van der Zee, S. T. Turner, G. L. Schwartz [et al.] // Pharmacogenet. Genomics. — 2015. — Vol.15. — P. 287–293.
6. A/C1166 gene polymorphism of the Angiotensin II type 1 receptor (AT1) and ambulatory blood pressure: the Ohasama study / M. Kikuya, Sugimoto K., Katsuya T. [et al.] // Hypertension Research. — 2016. — Vol.26(2). — P. 141–145.
7. A1166C polymorphism of angiotensin II type 1 receptor, blood pressure and arterial stiffness in hypertension / S. Gardier, M. Vincent, P. Lantelme [et al.] // J. Hypertens. — 2004. — Vol.22 (11). — P. 2135–2142.
8. Associations of genetic polymorphisms in the renin-angiotensin system with central aortic and ambulatory blood pressure in type 2 diabetic patients / L. U. Ljungberg, C. J. Östgren, F. H. Nyström, T. Länne // Journal of the Renin-Angiotensin Aldosterone System. — 2014. — Vol. 15(1). — P. 61–68.
9. Berk B.C. ECM remodeling in hypertensive heart disease / B. C. Berk, K. Fujiwara, S. Lehoux // J. Clin. Invest. — 2007. — Vol. 117. — P. 568–575.
10. Caruso G. Blood pressure and left ventricular mass index in normotensive hyperparathyroid patients versus healthy controls / G. Caruso // Journal of Hypertension. — 2005. — Vol. 23. — Suppl. 2. — P. 208.
11. Chrysant S. G. The antihypertensive effectiveness and safety of dual RAAS blockade with aliskiren and valsartan / S. G. Chrysant // Drugs Today (Barc). — 2010. — Vol.46 (3). — P. 151–162.

© Кошимбаева Лейла Акыновна (azarar@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СОСТОЯНИЕ ПОЛОСТИ РТА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМ ПЕРИОДОНТИТОМ, ПЕРЕНЕСШИХ ИНФАРКТ МИОКАРДА

## THE CONDITION OF THE ORAL CAVITY IN PATIENTS WITH CHRONIC GENERALIZED PERIODONTITIS AFTER MYOCARDIAL INFARCTION

**D. Kudaev  
A. Abdurakhmanov  
P. Kudaeva**

*Summary.* The article discusses the relationship between the state of oral health and the development of cardiovascular disease. Also, the effect of chronic generalized periodontitis on the course of coronary heart disease and its complications, the severity of periodontal inflammation, which is an indirect diagnostic marker of the unfavorable and complicated course of coronary heart disease.

*Keywords:* coronary heart disease, arterial hypertension, periodontal tissues, plexus vessels, dentition.

**Кудаев Джамалудин Магомедович**

Дагестанский государственный медицинский университет  
abduljalilova58@mail.ru

**Абдурахманов Ахмед Иманшапиевич**

Дагестанский государственный медицинский университет  
dgma\_to@mail.ru

**Кудаева Патимат Дибировна**

Дагестанский государственный медицинский университет  
dgma@list.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается взаимосвязь между состоянием здоровья полости рта и развитием сердечно-сосудистой патологии. Также влияние хронического генерализованного периодонтита на течение ишемической болезни сердца (ИБС) и её осложнений, тяжесть воспаления пародонта, что является косвенным диагностическим маркером неблагоприятного и осложнённого течения ИБС.

*Ключевые слова:* ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония, ткани пародонта, сосуды зубных сплетений, зубочелюстная система.

Существование взаимосвязей между состоянием здоровья полости рта и развитием сердечно-сосудистой патологии подтверждено результатами эпидемиологических исследований. К примеру, у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями отмечается большая степень поражения тканей пародонта, в сравнении с пациентами без таковых. Нарушения в системе микроциркуляторного русла, в частности, в регионе головы и шеи, влияют на трофику тканей зубочелюстной системы, что способствует более активному протеканию патологических процессов в пародонте и твердых тканях зубов. Степень нарушения микроциркуляции при ишемической болезни сердца (ИБС) в значительной степени зависит от морфологических, структурных особенностей регионарного сосудистого русла, реологических свойств крови, и, безусловно, от состояния физиологических систем регуляции артериального давления. В этой ситуации, сосуды зубных сплетений оказываются особенно уязвимы в силу своих анатомических особенностей (1; 2; 3). Проблема связи между состоянием здоровья полости рта у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) рассматривается как весьма актуальная (4; 5). В связи с вышеизложенным, вызывает большой интерес и остается нерешенным вопрос о связи

патологического процесса в пародонте с ИБС и ее критическим проявлением инфарктом миокарда (ИМ), приобретая еще большую актуальность, как для стоматологии, так и для медицины в целом.

### Цель исследования

Изучить связь заболеваний пародонта и инфаркта миокарда.

### Материалы и методы исследования

Был изучен стоматологический статус у 246 пациентов, страдающих ИБС. Средний возраст  $58,9 \pm 0,5$  года. 132 пациента перенесли ИМ, у 114 пациентов ИМ не было. Все больные имели стабильную стенокардию напряжения I-II функционального классов (8). Часть пациентов страдала артериальной гипертонией III стадии, 1-2 степени, риск сердечно-сосудистых осложнений 4 степени (9), среди них, мужчины составили 44%, женщины — 61%. Сахарный диабет имел место у 16% мужчин и 38% женщин. Хронический гастрит вне обострения имел место у 81% мужчин и 34% женщин.

Таблица 1. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по наличию АГ по группам

АГ	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Доля больных АГ (%)	40,0	60,0	60,0	50,0	40,0	60,0
p	p < 0,001		p < 0,05		p < 0,001	

Таблица 2. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по содержанию ХС

ХС	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Ммоль/л	5,4 ± 0,06	5,1 ± 0,10	5,2 ± 0,05	5,4 ± 0,06	5,4 ± 0,06	5,2 ± 0,06
p	p < 0,05		p < 0,05		p < 0,01	

**Методы исследования стоматологического статуса:**

1. Клинические методы исследования стоматологического статуса и состояния полости рта пациентов, перенесших инфаркт миокарда.
2. Индексная оценка состояния пародонта.
3. Ортопародонтография.
4. Реопародонтография.

**Методы исследования соматического статуса**

Все больные были обследованы кардиологом, включившим максимально полный сбор анамнеза и оценку физического статуса. Биохимическое обследование включало анализ крови на холестерин (ХС), триглицериды (ТГ), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), липопротеиды высокой плотности (ЛПВП), глюкоза крови (Г). Инструментальное исследование включало электрокардиографию (ЭКГ), ЭХО — кардиографию (ЭХО-КГ). Для определения степени поражения коронарного русла всем больным проводили коронароангиографию (КАГ) с подсчетом коронарного индекса (КИ).

**Статистическая обработка результатов исследования**

Достоверность результатов оценивали согласно t — критерию Стьюдента по следующей схеме: вычисляли значения среднего арифметического — М, стандартного отклонения — m и коэффициента Стьюдента t. За достоверную разницу принимали значения p < 0,05. Собранные нами базы данных, содержащие информацию о характеристике больных и результатах исследований, подвергались статистической обработке с помощью пакетов STATGRAPHICS и STATISTICA FOR WINDOWS. Для построения графиков и рисунков использовался пакет MICROSOFT GRAPH. В качестве текстового редактора использовался пакет MICROSOFT WORD. Вычислялись среднее арифметическое, среднее квадратическое от-

клонения, стандартная ошибка, асимметрия, коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Рассчитывались абсолютные и относительные разности ряда динамических показателей, а также вышеуказанные параметры для абсолютных и относительных разностей. Корреляционный и регрессионный анализ проводился на основе ряда специализированных пакетов по обработке статистической информации на порядковых, ранговых и номинальных шкалах. Статистически достоверными считались корреляционные коэффициенты, превышавшие 0,30 по абсолютной величине (7; 10).

**Результаты исследования**

Как известно, АГ является одним из наиболее значимых ФР развития ИБС и ИМ. При обследовании пациентов с ХГП были получены следующие данные о частоте этого заболевания в изучаемых группах (Таблица 1).

Как видно из представленной Таблицы 1, среди больных ХГП женщин, перенесших ИМ, страдающих АГ количество женщин было больше, чем мужчин. При сравнении этого показателя в группе мужчин, перенесших ИМ и без него, были получены данные о большем числе лиц с АГ у мужчин без ИМ. Среди женщин этот показатель наоборот выявил больше лиц с АГ среди женщин с ИМ. Разница во всех случаях достоверна.

Как известно нарушения липидного обмена являются независимым ФР развития ССЗ в тоже время известно, что ХГП сопровождается нарушениями липидного обмена (4, 5; 11; 13). В Таблице 2 представлены данные об уровне ХС у больных ХГП с ИБС.

Как видно из представленной Таблицы 2, уровень общего ХС в группе мужчин с ИМ достоверно выше, чем у женщин. При сравнении группы мужчин с ИМ

Таблица 3. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по содержанию ТГ

ТГ	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Ммоль/л	2,6±0,03	2,5±0,03	2,6±0,03	2,8±0,05	2,645± 0,03	2,596± 0,04
р	р < 0,05		р < 0,001		р > 0,05	

Таблица 4. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по содержанию ЛПНП

ЛПНП	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Ммоль/л	3,1±0,03	2,2±0,01	2,3±0,01	2,3±0,01	3,1±0,03	2,3±0,01
р	р<0,001		р>0,05		р<0,001	

Таблица 5. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по содержанию ЛПВП

ЛПВП	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Ммоль/л	1,0±0,01	1,1±0,01	1,1±0,01	1,1±0,01	1,01±0,01	1,1 ±0,01
р	р < 0,001		р > 0,05		р < 0,001	

Таблица 6. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по содержанию глюкозы

Глюкоза	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Ммоль/л	6,1±0,09	6,1±0,11	6,7±0,08	6,4±0,11	6,1±0,09	6,8±0,11
р	р > 0,05		р < 0,05		р < 0,001	

Таблица 7. Различение средних показателей у пациентов с ХГП, перенесших ИМ и без ИМ по коронарному индексу

КИ	М с ИМ	М без ИМ	Ж с ИМ	Ж без ИМ	М с ИМ	Ж с ИМ
Ед.	3,1±0,07	2,7±0,09	2,7±0,07	1,8±0,09	3,1±0,07	2,7±0,09
р	р < 0,001		р < 0,001		р < 0,001	

и без него уровень ХС в группе мужчин с ИМ достоверно выше, чем у мужчин без ИМ. При сравнении женщин с ИМ и без него были получены данные, свидетельствующие о достоверно меньшем содержании ХС в группе с ИМ. Содержание ТГ в сыворотке крови у больных ХГП и сопутствующей ИБС представлены в таблице 3.

При сравнении групп мужчин и женщин, перенесших ИМ по содержанию ТГ были получены данные, свидетельствующие о недостоверно большем содержании ТГ в группе мужчин. При сравнении показателей мужчин с ИМ и без ИМ, получены данные о достоверно большем его содержании в первой группе. При сравнении содержания ТГ среди женщин с ИМ и без него были получены данные, свидетельствующие о более высоком содержа-

нии ТГ в группе женщин без ИМ. При исследовании уровня ЛПНП у больных ХГП были получены данные, свидетельствующие о их повышенном содержании во всех группах (Таблица 4).

Как видно из представленной Таблицы 4, у пациентов с ХГП, перенесших ИМ содержание атерогенной фракции липидов было достоверно выше по сравнению с группой мужчин без ИМ, среди женщин этот показатель был одинаковым.

При сравнении группы мужчин с ИМ и женщин, в группе мужчин содержание ЛПНП было достоверно выше. Результаты исследования содержания ЛПВП у пациентов с ХГП представлены в Таблице 5.

Содержание ЛПВП в группе мужчин с ХГП и ИМ было достоверно ниже, чем в группе мужчин без ИМ. В группе женщин с ИМ и без ИМ различия не наблюдались. При сравнении содержания ЛПВП в группе мужчин с ИМ и женщин, у женщин этот показатель был достоверно выше. Содержание глюкозы у всех пациентов с ХГП было несколько выше нормы (Таблица 6).

Как видно из представленной Таблицы 6, при сравнении показателя содержания глюкозы у мужчин с ИМ и без него достоверных различий получено не было. В группе женщин с ИМ уровень глюкозы был достоверно выше, чем в группе женщин без ИМ. При сравнении мужчин с ИМ и женщин, в группе женщин показатель содержания глюкозы был достоверно выше. Объем поражения коронарного русла — КИ отражает тяжесть течения ИБС и косвенно отражает неблагоприятную ситуацию в кровоснабжении других органов и тканей, в частности неблагоприятное в кровоснабжении пародонта (4; 13).

При изучении этого показателя у пациентов с ХГП и ИБС, были получены данные, представленные в Таблице 7.

Как видно из представленной таблицы, объем поражения коронарного русла в группе мужчин с ИМ по сравнению с женщинами был достоверно выше. При сравнении групп мужчин с ИМ и без ИМ были получены данные, свидетельствующие о достоверно более высоком КИ у мужчин, перенесших ИМ. Аналогичная ситуация сложилась при сравнении в группе женщин.

## ВЫВОДЫ

1. Хронический генерализованный периодонтит является дополнительнымотягощающим фактором течения ИБС и её осложнений.
2. Тяжесть воспаления пародонта является косвенным диагностическим маркёром неблагоприятного и осложнённого течения ИБС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аронов, Д. М. Лечение и профилактика атеросклероза / Д. М. Аронов. — М.: Триада-Х, 2000. — 412 с.
2. Афанасьева, У. В. Роль микробного фактора в развитии начальных форм воспалительных заболеваний пародонта / У. В. Афанасьева, А. М. Соловьева, Г. Е. Афиногенов // Клиническая имплантология и стоматология. — 2001. — № 3–4. — С. 81–84.
3. Банченко, Г. В. Сочетанные поражения слизистой оболочки полости рта и внутренних органов / Г. В. Банченко. — М.: Медицина, 1979. — 190 с. Заболеваний: пособие для врачей / Г. С. Баласанянц. — СПб., 2008. — 123 с.
4. Блашкова С. Л. и соавт. Распространенность и структура заболеваний пародонта у пациентов с ишемической болезнью сердца на этапе подготовки к аортокоронарному шунтированию / С. Л. Блашкова, А. С. Галявич, Е. М. Василевская // Казанский медицинский журнал, 2015. Выпуск 2, С. 170–174.
5. Горбачева, И. А. Единство системных патогенетических механизмов при заболеваниях внутренних органов, ассоциированных с генерализованным пародонтитом / И. А. Горбачева, А. И. Кирсанов, Л. Ю. Орехова // Стоматология. — 2004. — № 3. — С. 6–11.
6. Грудянов, А. И. Этиология и патогенез воспалительных заболеваний пародонта / А. И. Грудянов, Е. В. Фоменко. — М.: Медицинское информационное агентство, 2010. — 96 с.
7. Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине / А. Петри, К. Сэбин // Пер. с англ. В. П. Леонова, М., ГЭОТАР-МЕД, 2003, — 144 с.
8. Рекомендации по лечению стабильной ишемической болезни сердца. Российский кардиологический журнал. № 7(111)2014.
9. Рекомендации по лечению артериальной гипертензии. ESH/ESC2013 С. 15–38.
10. Савилов Е. Д. Применение статистических методов в эпидемиологическом анализе / Е. Д. Савилов, Л. М. Мамонтова, В. А. Астафьев и др. // М., МЕД-пресс-информ, 2004, — 112 с.
11. Dietrich T., Jimenez M., Krall Kaye E. A., Vokonas P. S., Garcia R. I. Agedependen tassociacions between chronic periodontitis/ edentulism and risk of coronary heart disease. Circulation, 2008; 117: 1668–1674.
12. Xu X. II., Shah P. K., Faure E. et al. Toll-like receptor-4 is expressed by macrophages in murine and human lipid-rich atherosclerotic plaques and upregulated by oxidized LDL // Circulation. — 2001. — Dec; 18; 104(25). — P. 31033108.
13. Yeung A. C, Vekshtein V. I., Krantz D. S. et al. The effect of atherosclerosis on the vasomotor response of coronary arteries to mental stress // N Engl J Med. 1991.-Nov;28;325(22).-P. 1551–1556.

© Кудяев Джамалудин Магомедович (abduljalilova58@mail.ru),

Абдурахманов Ахмед Иманшапиевич (digma\_mo@mail.ru), Кудяева Патимат Дибировна (digma@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВИТАМИНА D НА РАЗНЫХ СРОКАХ БЕРЕМЕННОСТИ

### ANALYSIS OF THE ROLE OF VITAMIN D IN DIFFERENT STAGES OF PREGNANCY

**Z. Khabadze**  
**K. Khumgaeva**  
**K. Dudaev**  
**O. Magomedov**  
**I. Todua**  
**D. Todua**  
**L. Indjgia**  
**N. Gudjabidze**

*Summary.* Studing of research dedicated to determination of vitamin D quantity in different time of pregnancy were determined following conclusions: research indicates, that intake of vitamin D is significant for sustaining its optimal level in organism because in first trimester occurs the main period of bone laying (mesoderm laying). Also vitamin D is needed in second and third trimesters of pregnancy because its presence or its lack effects on mother's organism because of vitamins' transfer through the placenta to the fetus. This digest was made in order to analyze the role of vitamin D on a different periods of pregnancy. During the work avitaminosis D and it's affection on mother's organism and also physiological state of placenta in period of fetus formation were reviewed.

*Keywords:* Vitamin D; pregnancy; vitamin D deficiency; cholecalciferol; pre-eclampsia; placenta.

**Хабадзе Зураб Суликоевич**

*К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов*  
dr.zura@mail.ru

**Хумгаева Хадижат Руслановна**

*К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов*

**Дудаев Хамид Вахаевич**

*Российский университет дружбы народов*

**Магомедов Омаргаджи Ибрагимович**

*Ординатор, Российский университет дружбы народов*

**Тодуа Ия Мамукаевна**

*Врач-стоматолог, Российский университет дружбы народов*

**Тодуа Дато Мамукаевич**

*Московский государственный медико-стоматологический университет*

**Инджгия Лиля Резоевна**

*К.м.н., Врач акушер-гинеколог, Российский университет дружбы народов*

**Гуджабидзе Ника Автандилович**

*Врач-стоматолог, Российский университет дружбы народов*

*Аннотация.* В ходе изучения исследований, посвящённых определению и анализу значения в организме беременных количественной единицы витамина D на разных сроках беременности удалось установить следующее: исследования показывают, что приём витамина D очень важен для поддержания нормального его уровня в организме, поскольку в первом триместре происходит основной период закладки костей (мезодермы). Также витамин D необходим во втором и третьем триместрах беременности, так как его наличие или отсутствие сказывается на организме матери, поскольку этот витамин передаётся через плаценту плоду.

Данный обзор литературы направлен на анализ роли витамина D на разных сроках беременности. В ходе работы были рассмотрены материалы, связанные с авитаминозом D и его влиянием на организм плода и матери, а также физиологическое состояние плаценты на период формирования плода.

*Ключевые слова:* витамин D; беременность; гиповитаминоз витамина D; холекальцеферол; преэклампсия; плацента.

## Резюме

### Цель

Проанализировать влияние витамина D и его дефицита на разных сроках беременности.

### Материалы и методы

Для написания данной описательной статьи был проведен поиск в электронных базах данных PubMed, Google Scholar, Cyberleninka, Elibrary.ru и в списках литературы, найденных исследованиях и статьях. В этом поиске были отобраны материалы (с 1984 по 2016 год).

### Результаты

В данном обзоре литературы было идентифицировано всего 49 источников и статей. После их отбора по критериям и удаления повторяющихся статей, итоговое количество статей стало 5.

### Актуальность проблемы

Холекальциферол (D3) и эргокальциферол (D2), являясь основными биологически активными веществами витамина D, играют значительную роль в организме беременных и в организме в целом. Ведущая роль — при созревании костей, вследствие адекватного усвоения организмом кальция. Вовремя беременности очень важен обмен кальция. Главную роль имеет витамин D в изменении его гомеостаза, а так же особую роль играют изменение белкового состава крови, увеличение объема внеклеточной жидкости. Указанные факторы следует отнести к начальному уровню метаболизма кальция во время беременности. Количество циркулирующей плазмы крови растет в течение всей беременности, наиболее интенсивно — в последние 4,5 месяца, гемодилюция, сопряженная с этим процессом отражается на концентрации кальция в сыворотке крови [1].

Теория о различном содержании кальция на протяжении беременности с небольшим его повышением в последние 1–2 месяца, сформулированная в 1930 году, предполагает следующие аспекты изменений количества кальция [2]: от его недостатка [3], отсутствия изменений [4] до нарастающего повышения [5].

Учитывая эти факты и клинические показатели, врачи стараются поддержать достаточный уровень витамина D в организме своих пациенток, а также проследить за влиянием дефицита на организм будущего ребенка.

## Цель данного обзора

Определить достаточный прием витамина D внутри для благоприятного течения беременности.

## Материалы и методы

### Стратегия поиска

Для написания данной описательной статьи был проведен поиск в электронных базах данных PubMed и Google scholar, Cyberleninka, Elibrary.ru и в списках литературы, которые указаны в найденных исследованиях и статьях.

### Критерии включения и исключения

Были включены публикации, соответствующие следующим критериям отбора:

1. Полнотекстовые статьи с 2009 по 2015 год.
2. Сравнительная характеристика исследований, проведенных авторами в группах с разным количеством беременных женщин.
3. Эффекты препаратов витамина D с разными МЕ.
4. Показатели проведенных исследований.

### Выбор исследований

Исследования были отфильтрованы и выбраны в несколько этапов: удалены статьи, опубликованные до 2009 года; публикации были оценены по названию; все публикации оценивались путем ознакомления с полнотекстовыми и тезисными статьями. На каждом этапе исследователи работали независимо.

### Результаты

Всего было идентифицировано 49 статей.

После их отбора по критериям включения и удаления повторяющихся статей, итоговое количество стало 5.

## Обсуждение

Учитывая тот факт, что под действием ультрафиолетовых лучей в коже синтезируется более 94% холекальциферола, можно отметить, что в некоторых органах и тканях сосредоточены рецепторы (VDR), реагирующие через Gc-глобулин (ВДБ), который взаимодействует с холекальциферолом, для осуществления двухступенчатой реакции при участии сывороточных ферментов 25-гидроксилазы (печеночной) и 1 $\alpha$ -гидроксилазы (CYP27B1-почечной) для получения 1 $\alpha$ , 25(OH) $_2$  D $_3$  — биологически активного вещества (гормона кальцитриола). [6,7].

Холекальциферол обладает ведущей ролью среди всех компонентов кальциевого гомеостаза в организме беременной женщины [8].

Во время лактации потребность в кальции возрастает, удовлетворить ее организм пытается в ходе увеличения продукции кальцитриола и повышения активности 1 $\alpha$ -гидроксилазы (почечной), что способствует усилению всасывания минерала в кишечнике. Также 1,25(ОН)2D3 во время беременности синтезируется плацентой. С ранних сроков беременности концентрация 1,25(ОН)2D3 в сыворотке крови повышается, достигая к 36–40 неделям 12 нмоль/л. Наиболее вероятно, что повышение содержания в сыворотке крови 1,25(ОН)2D3 и снижение 25(ОН)D3 с ранних сроков беременности обусловлены изменением соотношения между ними вследствие усиленного превращения последнего в 1,25(ОН)2D3 за счет 1 $\alpha$ -гидроксилазы плаценты при стимулирующем действии эстрогенов, прогестерона и плацентарного лактогена, которые не только влияют на продукцию 1,25(ОН)2D3, но и потенцируют его действие на уровне энтероцитов [5].

В период первых 25–26 недель беременности содержание 1,25(ОН)2D3 находится в корреляции с Gc-globulin (ВДБ), при этом уровень свободного 1,25(ОН)2D3 не изменен. Период максимальной минерализации костных структур плода приходится на последний триместр, в это время высокая потребность кальция удовлетворяется тем, что происходит повышение концентрации свободного 1,25(ОН)2D3, который в свою очередь имеет свойство активировать процесс всасывания кальция в 12-перстной кишке. При гиповитаминозе D снижается усвоение кальция на >90% и фосфора на >60%, поэтому можно предположить отрицательное влияние дефицита этого витамина на свойственную беременным физиологическую гипокальцемию. Снижение абсорбции кальция, повышение ПТГ и, возможно, прямое влияние недостаточности витамина D являются причинами неблагоприятного влияния на кость, так как низкое потребление витамина D сопровождается процессами атрофии костной ткани [9].

Биологически активные формы витамина D — 25(ОН)D3 и 1 $\alpha$ ,25(ОН)2D3 и их влияние на другие не менее важные процессы организма регулируют около трех тысяч генов, отвечающих за множество этапов в развитии плода: регуляцию роста и дифференцировки клеток, алгоритм процессов метаболизма. При этом не исключена роль в ингибировании пролиферации клеток и активации финишной дифференцировки, васкулогенезе и синтезе ренина, активации бета-клеток поджелудочной железы для продукции инсулина, пролиферации макрофагов и активации апоптоза.[10,11,12]

## Роль дефицита на разных сроках беременности

Недостаток витамина D связан с рисками для здоровья, заболеваниями, включающими рак молочной железы [13,14,15,16]; остеопороз; проблемы психического здоровья; патологии, обусловленные метаболическим синдромом: болезни ССС, гипертония, некоторые степени ожирения, сахарный диабет 2 типа.

Высокий процент женщин репродуктивного возраста испытывают дефицит витамина D, такое состояние опасно развитием патологий, обуславливающих бесплодие; беременные женщины подвергаются еще более высокому риску дефицита.[17]

Плацентарная недостаточность является следствием дефицита витамина D. Не исключены патологии, которые так же могут являться результатом недостатка, включая риск преждевременных родов и рождения детей с низкой массой тела, эндотелиальной дисфункции и воспалительных реакций сосудов, гестационного сахарного диабета и развития преэклампсии. Дефицит витамина D у плода зависит от уровня материнского витамина D [18].

Одним из показателей и вестников благополучного течения беременности является хорионический гонадотропин (ХГЧ). Недостаток витамина D во время первых 11 недель снижает его синтез. Еще во время оплодотворения (на 6–7 день) ХГ, синтезируясь в ткани хориона, контролирует имплантацию эмбриона и подготавливает эндометрий к данному процессу. Снижение уровня гормона в плазме крови может привести к неполноценной имплантации или вовсе быть показателем того, что она может не состояться. Параллельно происходят изменения в развитии трофобласта, до конца не может сформироваться плацентарная сеть сосудов — это фундамент будущего развития гестационного сахарного диабета и одной из его форм — преэклампсии.[19]

Известно, что витамин D и его рецепторы сосредоточены и в плаценте, а так же, что он способен модулировать сосудистые реакции при воспалении, иммунный ответ и трансплацентарный транспорт в целом [20,21–24].

На 4 неделе беременности начинается формирование плаценты, с этого момента и до самого рождения 25(ОН)D передается через плаценту, а концентрация 25(ОН)D в крови матери и плода относительно пропорциональны. Но не исключено предположение, что показатель 1,25D (кальцитриол) у плода в соответствии ниже, несмотря на свободное прохождение витамина D25 через плаценту.[25,26]

Дефицит витамина D грозит неблагоприятным завершением процесса вынашивания плода. Наиболее изученными из всех осложнений являются гипертония во время беременности и преимущественно преэклампсия[8]. Ведущую роль в патогенезе преэклампсии играет отклонение в процессе ангиогенеза. В плаценте ангиогенез претерпевает две фазы: пролиферации в начале беременности и васкулярного ремоделирования во второй половине ее, с пиками в середине гестации и перед родами [1,17,27]. Есть риск развития эндотелиальной дисфункции, за счет нарушений в процессе ангиогенеза и сниженной способности эндотелия к восстановлению. Опасность развития ПЭ снижается благодаря улучшению витамином D ангиогенных свойств эндотелиальных клеток предшественников [2–4,17].

Во время первого триместра витамин D выполняет следующие функции для организма плода:

- ◆ регулирует формирование и созревание иммунной системы будущего ребенка[20];
- ◆ предотвращает иммунную атаку организма матери (отторжение) к организму ребенка, обеспечивая взаимодействие мать-плод [20];
- ◆ обеспечивает регуляцию нормальной массы тела и роста плода[28,29];
- ◆ отвечает за формирование опорно-двигательного аппарата плода[19];
- ◆ играет роль в защите плода от инфекционных заболеваний как во время последних недель, так и в послеродовом периоде[30,31];
- ◆ отвечает за правильное формирование ЦНС и нормальное функционирование гипофиза с адекватной секрецией гормонов[32–40];
- ◆ снижает риск развития сахарного диабета 1 типа[17]

Минеральные запасы матери восполняют потребность будущего ребенка в кальции, источники могут истощаться, так как в период второго триместра ребенок особенно активно нуждается в данном минерале. При этом происходит следующее — ребенок поглощает столько кальция, сколько ему требуется, а организм матери испытывает дефицит [19].

Недостаток витамина D, не восполненный еще в 1 триместре, может привести к нескольким патологиям: появлению первых признаков гестационного сахарного диабета (после 19 недели); к продолжению нарушений в работе плаценты, вызванных ранее; еще большему угнетению функций иммунитета. Как следствие такого состояния у беременных часто наблюдается развитие бактериального вагиноза. В исследованиях, проведенных японскими учеными выявлено, что у женщин в период вынашивания, время которого приходилось на лето и осень, во время высокой солнечной активно-

сти, наблюдалось гораздо меньше случаев гиповитаминоза, а число преждевременных родов до 6 месяца у них было ниже, чем у беременных с низким уровнем кальциферола[19].

Подготовка организма беременной женщины к родам в течение третьего триместра сопровождается повышением концентрации кальциферола в крови в 2 раза.[41,42] Высокое количество кальциферола так же регулирует достаточный уровень кальция в крови, что в свою очередь влияет на адекватную сократимость миометрия — важную для физиологического процесса вынашивания и деторождения. Сочетание такого состояния с другими факторами у женщин может привести к возникновению патологического прелиминарного периода, обусловленного признаками незрелости шейки на фоне регулярных схваткообразных болей в области малого таза. Этот процесс истощает запасы кальция, истощает организм. Спустя время он будет являться причиной слабости родовой деятельности. Так же, на последних сроках вынашивания наблюдаются начальные признаки гестоза[19].

Эпидемиологическое исследование Wagner CL и соавторами показывает, что недостаточность витамина D ( $25[\text{OH}] \text{D} < 32 \text{ нг/мл}$ ) в репродуктивном возрасте имеют 75% женщин [33,43].

В исследованиях, проведенных в период второго и третьего триместра беременности, была обнаружена закономерность между гиповитаминозом D и риском развития преэклампсии. С.Е. Powe и соавторами было обнаружено, что в первом триместре вышесказанная закономерность не имела роли, так как уровень  $25(\text{OH}) \text{D}_3$  не был связан с развитием преэклампсии. Несмотря на то, что исследование когорты 221 канадской женщины с высоким риском преэклампсии не обнаружило различий в темпах этого осложнения, гестационной гипертонии, преждевременных родов или неблагоприятных исходов беременности при дефиците  $25(\text{OH}) \text{D}_3$ , назначение витамина D показало его защитный эффект для профилактики преэклампсии[44].

В ином исследовании Vakhlova I.V. общепринятый оптимальный уровень метаболита витамина D кальцидиола в крови ( $>30 \text{ нг/мл}$ ) отмечался только у малой части исследуемых (26%), в то время как большая часть (74%) демонстрировала недостаточный уровень витамина D разной степени выраженности: 28% недостаточность ( $19\text{--}29 \text{ нг/мл}$ ), 33% дефицит ( $<20 \text{ нг/мл}$ ), 13% тяжелый дефицит ( $<10 \text{ нг/мл}$ ) [45]. Рассматривая аналогичные результаты исследования [46] проведенного Shelepova ES и соавторами в Ленинградской области, где было обследовано 99 беременных репродуктивного возраста (средний возраст —  $29 \pm 2,1$  года), с преэклампсией (основ-

ная группа,  $n = 48$ ) и физиологической беременностью (контрольная группа,  $n = 51$ ). Были включены с сентября 2013 года по июнь 2014 года. Всем беременным произведен анализ биообразцов крови для последующего определения уровня 25-гидроксикальциферола. Место проживания пациенток — Санкт-Петербург и Ленинградская область, каждая получала поливитаминный комплекс с содержанием 400 МЕ витамина D, можно установить итоги исследования: установлена частота выявления дефицита витамина D в основной группе 73%; в группе контроля дефицит витамина D не выявлен. Частота выявления недостаточности витамина D в основной группе 25%, в контрольной группе 14%. Частота нормального уровня витамина D в основной группе составила 2%, в контрольной группе 86% ( $p < 0,0001$ ). В заключении, данное исследование показало, что у пациенток с преэклампсией в 2,5 раза чаще встречается низкий уровень витамина D в сыворотке крови (менее 30 нг/мл), поэтому уровень витамина D у беременных женщин (недостаточность и дефицит) может являться одним из факторов риска развития преэклампсии[47].

В один и тот же период времени провели два независимых исследования:

NICHD ( $n = 350$ ) и Thrasher ( $n = 157$ ) для определения отношения уровня здоровья и дозы витамина D. При NICHD женщины принимали витамин D3, начиная с дозы 400 МЕ и постепенно переходя на 2000 МЕ или 4000 МЕ/день. В исследовании Thrasher исследуемые принимали 2000 МЕ или 4000 МЕ/день. Условия были сопоставимы по клиническим признакам и социально-демографическим характеристикам. Базовый уровень 25 (ОН) D ( $p =$

0,24) был соблюден между двумя группами, но различия наблюдались по содержанию витамина D в течение одного месяца введения ( $p < 0,0001$ ) и в пуповинной крови ( $p = 0,0001$ ). В группе, получавшей 4000 МЕ / день, наблюдалось улучшение состояния здоровья. Тенденция преждевременных родов без ПЭ снижалась с увеличением концентрации 25 (ОН) D (пропорциональный коэффициент — 0,83; доверительный интервал: 0,68–1,01;  $p = 0,057$ ) [48].

В исследовании, проведенном в Норвегии Brantsaeter AL и соавторами, в котором было отобрано более 23000 первородящих женщин, пришли к заключению, что ежедневный прием 400–600 МЕ витамина D снижает риск развития ПЭ почти на 30% в сравнении с женщинами, которые не получали добавку витамина D.[49]

**Вывод.** На основании анализа обзора литературы можно сделать вывод, что контроль витамина D нужно осуществлять не только в период беременности. Уже на стадии планирования беременности нужно проводить контроль для предупреждения осложнений не только у плода, но и у женщины. Используя индивидуальный подход, учитывая ряд факторов мы сможем контролировать витамин D и все процессы, на которые он оказывает влияние. Можно отметить, что 4000 МЕ витамина D в день является наиболее эффективным в улучшении состояния здоровья беременных женщин с дефицитом витамина D, а также более оптимальной дозой для полноценного формирования плода без патологий развития, благоприятного и своевременного рождения ребенка без осложнений, обусловленных недостатком витамина D.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Jaffe R, Jauniaux E, Hustin J. Maternal circulation in the first trimester human placenta — myth or reality? *Am J Obstet Gynecol* 1997;176:695–705.[PubMed]
2. Gale CR, Robinson SM, Harvey NC, Javaid MK, Jiang B, Martyn CN et al. Maternal vitamin D status during pregnancy and child outcomes. *Eur J Clin Nutr*. 2008;62(1):68–77. [PubMed]
3. Lewis S, Lucas RM, Halliday J, Ponsonby AL. Vitamin D deficiency and pregnancy: from conception to birth. *Mol Nutr Food Res*. 2010;54(8):1092–1102. [PubMed]
4. Wehr E, Pieber TR, Obermayer-Pietsch B. Effect of vitamin D3 treatment on glucose metabolism and menstrual [PubMed]
5. *Obstetrics / Edité par G. M. Savelyeva. M: Médecine, 2000.816 s.*[Google Scholar]
6. Alpert P.T. The effects of vitamin D deficiency and insufficiency on the endocrine and paracrine systems / P.T. Alpert, U. Shaikh // *Biol Res Nurs*. — 2007. — Vol. 9, No 2. — P. 117–129. [PubMed]
7. Holick M. F. Medical progress: D vitamin deficiency / M. F. Holick // *N Engl J Med*. — 2007. — Vol. 357, No 3. — P. 266–281.[PubMed]
8. Vitamin D deficiency and pregnancy: From preconception to birth/S.Lewisetal.//*MolNutrFoodRes*. — 2010. — Vol.54, No8. — P. 1092–1102.[PubMed]
9. Satimova L. A. Apport en vitamine D et en phosphate (Métabolisme orno-calcique dans le système mère-placenta-fœtus / Problèmes de santé maternelle et infantile. 1984. T. 29, n° 10. P. 65.
10. High prevalence of vitamin D insufficiency in black and white pregnant women residing in the northern United States and their neonates / Bodnar L. M. [et al.] // *J Nutr*. — 2007. — Vol. 137, No 2. — P. 447–452. [PubMed]
11. Vitamin D deficiency and insufficiency in pregnant women: a longitudinal study / V. A. Holmes [et al.] // *Br J Nutr*. — 2009. — Vol. 102, No 6. — P. 876–881. [PubMed]
12. Johnson D.D., Wagner C. L., Hulsey T. C. D vitamin deficiency and insufficiency is common during pregnancy / D. D. Johnson [et al.] // *Am J Perinatol*. — 2011. — Vol. 28, No 1. — P. 7–12.[PubMed]

13. Hossein-Nezhad A. Influence of vitamin D status and vitamin D3 supplementation on genome wide expression of white blood cells: a randomized double-blind clinical trial. *A. Nezhad, A. Spira, M. F. Holick // PLoS One.* — 2013. — Vol 8, No 3. — p. e58725. [PubMed]
14. Munns C. F. Global consensus recommendations on prevention and management of nutritional rickets / C. F. Munns, N. Shaw, M. Kiely // *Hormone Research in Paediatrics.* — 2016. — Vol. 85, No 2. — P. 83–106. histomorphometric analysis of iliac crest bone biopsies and circulating 25 — hydroxyvitamin D in 675 patients / M. Priemel, C. von Dörmann, T.O [PubMed]
15. Saggese G. Vitamin D in childhood and adolescence: an expert position statement / G. Saggese, F. Vierucci, A. M. Boot // *Eur. J. Pediatrics.* — 2015. — Vol. 174, No 5. — P. 565–576. [PubMed]
16. Klatte, S. Kessler, J Schlie., S. Meier, N. Proksch, F. Pastor, C. Netter, Streichert T., Püschel K., Amling M. // *Journal of Bone and Mineral Research.* — 2010. — Vol. 25, No 2. — P. 305–312. [PubMed]
17. Maltseva L.I. — D. Med. Sc., Head of the Department of Obstetrics and Gynecology 2010 No 1, tel. (843) 236–46–41, e-mail: laramalc@mail.ru1 [Cyberleninka]
18. Vasileva E. N. — Cand. Med. Sc., Assistant professor of the Department of Obstetrics and Gynecology, tel. +7–903–345–86–65, e-mail: elnikvas@mail.ru 27 декабря 2013. [Cyberleninka]
19. <https://mirmam.pro/vitamin-d-pri-beremennosti>
20. Maltsev S.V. — D. Med. Sc., Professor of the Department of propaedeutics of children's diseases, Faculty pediatrics with the course of childhood diseases of the Medical Faculty, tel. (843) 221–94–34, e-mail: maltc@mail.ru
21. Mansurova G.Sh. — Assistant Professor of the Department of emergency medicine and simulation medicine of the Institute of Fundamental Medicine and Biology, tel. +7–917–390–79–20, e-mail: gsm98@mail.ru
22. Zakirova A. M. — Cand. Med. Sc., Associate Professor of the Department of propaedeutics of children's diseases, Faculty pediatrics with the course of childhood diseases of the Medical Faculty, tel. +7–927–033–93–41, e-mail: azakirova@gmail.com
23. Maltseva L.I. — D. Med. Sc., Professor, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology No1, tel. +7–905–314–40–51, e-mail: laramalc@mail.ru
24. Vasileva E. N. — Competitor of the Department of Obstetrics and Gynecology No1, tel. +7–903–345–86–65, e-mail: elnikvas@mail.ru
25. Kovacs C. S. Vitamin D in during pregnancy and lactation: Maternal, fetal and neonatal outcomes from human and animal studies / C. S. Kovacs // *American Journal of Clinical Nutrition.* — 2008. — Vol. 88, No 2. — P. 520S–528S. [PubMed]
26. Lapillonne A. Vitamin D deficiency during pregnancy may impair maternal and fetal outcomes / A. Lapillonne // *Medical Hypotheses.* — 2010. — Vol. 74, No 1. — P. 71–75. DOI: 10.1016/j.mehy.2009.07.054. [Europe PMC]
27. Mayhew T.M. Fetoplacental angiogenesis during gestation is biphasic, longitudinal and occurs by proliferation and remodeling of vascular endothelial cells. *Placenta.* 2002;23(10):742–750. [PubMed]
28. Association of maternal circulating 25(OH)D and calcium with birth weight: A mendelian randomisation analysis. Thompson WD, Tyrrell J, Borges MC, Beaumont RN, Knight BA, Wood AR, Ring SM, Hattersley AT, Freathy RM, Lawlor DA... <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC31211782/> [PubMed]
29. The relationship between maternal vitamin D status during third trimester of pregnancy and maternal and neonatal outcomes: A longitudinal study. Shakeri M, Jafarirad S [PubMed]
30. Díaz L., Noyolaartínez N., Barrera D., Hernández G., Avila E., Halhali A., Larrea F. Calcitriol inhibits TNF- $\alpha$ -induced inflammatory cytokines in human trophoblasts // *J. Reprod. Immunol.* — 2009. — 81. — P. 17–24. [https://elibrary.ru/images/elibrary\\_ru2.svg](https://elibrary.ru/images/elibrary_ru2.svg) [Elibrary.ru]
31. Barrera D., Avila E., Hernández G., Méndez I., González L., Halhali A., Larrea F., Morales A., Díaz L. Calcitriol affects hCG gene transcription in cultured human syncytiotrophoblasts // *Reproductive Biology and Endocrinology.* — 2008. — 6. — 3 [PubMed]
32. Sidorova I. A., Kozinets G. I., Azizova D. A. Caractéristiques comparatives de certains paramètres sanguins dans la dynamique de la grossesse sans complications et de la gestose // *Obstétrique et gynécologie.* 1989. No 12. P. 11–14.
33. Balika Yu. D., Shekhtman M. M. Indices de sang et d'urine au cours du déroulement physiologique de la grossesse et du post-partum // *Obstétrique et gynécologie.* 1984. No 3. S. 23–26.
34. Bystritskaya T.S., Volkova N.N. Quelques indicateurs du métabolisme phosphore-calcium au cours de la grossesse normale et complexe avec gestose // *Obstétrique et gynécologie.* 1999. No 4. P. 20–21.
35. Nasonov E. L. Carence en calcium et en vitamine D: faits et hypothèses nouveaux // *Ostéoporose et ostéopathie.* 1998. No 3. P. 42–47
36. Stumpf W. E., O'Brien L.P. 1,25 (OH) $_2$  vitamin D $_3$  sites of action in the brain. An Autoradio-graphic Study // *Histochemistry,* 1987. — Vol. 87. — P. 393–406.
37. Stumpf W. E., Bidmon H. J., Li L., Pilgrim C. et al. Nuclear receptor sites for vitamin D-soltriol in midbrain and hindbrain of Siberian hamster (*Phodopus sungorus*) assessed by autoradiography // *Histochemistry,* 1992. — Vol. 98. — P. 155–164.
38. Fernandes de Abreu D. A., Eyles D., Féron F. Vitamin D, a neuro-immunomodulator: implications for neurodegenerative and autoimmune diseases // *Psychoneuroendocrinology,* 2009. — Vol. 34, No 1. — P. 265–277.
39. Zehnder D., Bland R., Williams M. C., et al. Extrarenal expression of 25-hydroxyvitamin D $_3$ -1 $\alpha$ -hydroxylase // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2001. — Vol. 86, No 2. — P. 888–894.
40. Eyles D. W., Smith S., Kinobe R., et al. Distribution of the vitamin D receptor and 1  $\alpha$ -hydroxylase in human brain // *J. Chem. Neuroanat.* — 2005. — Vol. 29, No 1. — P. 21–30.
41. First trimester vitamin D, vitamin D binding protein, and subsequent preeclampsia / C. E. Powe, E. W. Seely, S. Rana [et al.] // *Hypertension.* — 2010. — Vol. 56, No 4. — P. 758–763. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.158238. [PubMed]
42. Alpert P. T. The effects of vitamin D deficiency and insufficiency on the endocrine and paracrine systems / P. T. Alpert, U. Shaikh // *Biological Research for Nursing.* — 2007. — Vol. 9, No 2. — P. 117–129. DOI: 10.1177/1099800407308057. [PubMed]

43. Wagner, C. L., Johnson, D., Hulsey, T. C., et al. Vitamin D deficiency during pregnancy: At epidemic proportions in SC (Poster symposium) // Pediatric Research.— 2008.— Vol. 63.— P. 5140.
44. First trimester vitamin D, vitamin D-binding protein, and subsequent preeclampsia / C. E. Powe [et al.] // Hypertension.—2010.— Vol. 56, No 4.— P. 758–763. [PubMed]
45. Vakhlova I. V.— D. Med. Sc., Professor, Head of the Department of Hospital Pediatrics of Ural State Medical University, 3 Repin Str., Ekaterinburg, Russian Federation, 620028, tel. (343) 214–86–57, e-mail: vachlova-61@mail.ru [Cyberleninka]
46. Zakharova I. N.— D. Med. Sc., Professor, Honored Doctor the Russian Federation, Head of the Department of Pediatrics of the Russian Medical Academy of Continuous Post-graduate training, 2/1 Barrikadnaya Str., Moscow, Russian Federation, 125993, tel. (499) 252–21–04, e-mail: zakharova-rmapo@yandex.ru [Cyberleninka]
47. Yakovleva NYu, Ryabokon' NR, Kuznetsova LV, Khadzhieva ED, Zazerskaya IE. Vitamin D level in pregnant women with preeclampsia. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2015;21(6):623–629. doi: 10.18705/1607–419X-2015–21–6–623–629.[Cyberleninka]
48. Wagner C., McNeil R., Ebeling M. et al. Medical University of South Carolina, Charleston, SC, USA. Analysis of Two Randomized Vitamin D3 Supplementation Trials during Pregnancy: Health Characteristics and Outcomes.— 2012, Unpublished work.[PubMed]
49. Haugen M, Brantsaeter AL, Trogstad L, Alexander J, Roth C, Magnus P et al. Vitamin D supplementation and reduced risk of preeclampsia in nulliparous women. Epidemiology. 2009;20 (5):720–726.

© Хабадзе Зураб Суликоевич ( dr.zura@mail.ru ), Хумгаева Хадиджат Руслановна, Дудаев Хамид Вахаевич,  
 Магомедов Омаргаджи Ибрагимович, Тодуа Ия Мамукаевна,  
 Тодуа Дато Мамукаевич, Инджгия Лия Резоевна, Гуджабидзе Ника Автандилович.  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

## ОСОБЕННОСТИ ГУМОРАЛЬНОГО ЗВЕНА ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ С РАЗЛИЧНЫМИ ВАРИАНТАМИ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ КАЛЬКУЛЕЗНОГО ХОЛЕЦИСТИТА

### HUMORAL IMMUNITY IN PATIENTS WITH DIFFERENT VARIANTS OF CLINICAL COURSE OF CALCULOUS CHOLECYSTITIS

**A. Yashnov**  
**O. Konovalova**  
**Y. Hanina**  
**N. Yashnova**  
**M. Vdovina**  
**M. Burtseva**

*Summary.* Gallstone disease is one of the most common diseases of the digestive system in the world. In recent years, there has been an increase in morbidity among the working population, which has a negative impact on social activity and quality of life. Great difficulties in early clinical diagnosis and timely use of preventive measures are caused by nonspecific clinical manifestations and hidden course of cholelithiasis. Acute cholecystitis, in turn, occupies an honorable place among the urgent problems of modern surgery. Due to the introduction of modern methods of ultrasound diagnosis, it was possible to provide early detection of acute calculous and acalculous cholecystitis. However, due to minimally invasive interventions, the number of postoperative complications and mortality decreased. It should be noted that one of the problems of emergency surgery has now become atypical for destructive cholecystitis. However, currently there are no criteria in the diagnosis of this pathology, which can reliably determine the degree of destruction in the gallbladder. The aim of our work was to determine the state of humoral immunity (prospective study of immunogram) in patients suffering from different variants of the clinical course of calculous cholecystitis. A promising study of the immunogram of patients suffering from different variants of the clinical course of calculous cholecystitis. All patients are divided into 2 main groups: patients with chronic calculous cholecystitis and patients with acute calculous cholecystitis. In all examined groups of patients there is an increase in the level of total immunoglobulin. The most significant increase in the level of IgA, IgM is determined in patients with acute cholecystitis clinic.

*Keywords:* gallstone disease, immunoglobulins, acute cholecystitis, cholecystectomy, immunogram.

**Яшнов Алексей Александрович**

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО Читинская  
государственная медицинская академия  
alexyashnov@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

**Яшнова Надежда Борисовна**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская  
академия

**Вдовина Марина Георгиевна**

ГУЗ Городская клиническая больница № 1

**Бурцева Мария Александровна**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская  
академия

*Аннотация.* Желчнокаменная болезнь — одно из самых распространённых заболеваний пищеварительной системы в мире. В последние годы отмечается рост заболеваемости среди работоспособной части населения, что оказывает негативное влияние на социальную активность и качество жизни. Большие трудности в ранней клинической диагностике и своевременном использовании профилактических мероприятий вызваны неспецифичностью клинических проявлений и скрытым течением желчнокаменной болезни. Острый холецистит в свою очередь занимает почётное место среди актуальных проблем современной хирургии. Ввиду внедрения современных методов ультразвуковой диагностики удалось обеспечить раннее выявление острого калькулёзного и бескаменного холецистита. Вместе с тем благодаря малоинвазивным вмешательствам снизилось количество послеоперационных осложнений и летальности. Необходимо отметить, что одной из проблем неотложной хирургии в настоящее время стали атипичное течение деструктивного холецистита. Вместе с тем в настоящее время нет критериев в диагностике данной патологии, которые достоверно могут определить степень деструкции в желчном пузыре. Целью нашей работы явилось определение состояния гуморального иммунитета (перспективное исследование иммунограммы) у пациентов страдающих различными вариантами клинического течения калькулёзного холецистита. Проведено перспективное исследование иммунограммы пациентов страдающих различными вариантами клинического течения калькулёзного холецистита. Все пациенты подразделены на 2 основные группы: пациенты с хроническим калькулёзным холециститом и пациенты с острым калькулёзным холециститом. Во всех обследуемых группах больных отмечается повышение уровня общего иммуноглобулина. Наиболее значительное повышение уровня IgA, IgM определяется у пациентов с клиникой острого холецистита.

*Ключевые слова:* желчнокаменная болезнь, иммуноглобулины, острый холецистит, холецистэктомия, иммунограмма.

## Введение

**В** настоящее время желчнокаменная болезнь (ЖКБ) является одним из 3 самых распространённых заболеваний пищеварительной системы в мире. В последние годы отмечается рост заболеваемости среди работоспособной части населения, что оказывает негативное влияние на социальную активность и качество жизни. Большие трудности в ранней клинической диагностике и своевременном использовании профилактических мероприятий вызваны неспецифичностью клинических проявлений и скрытым течением ЖКБ. Хронический калькулёзный холецистит остаётся большой проблемой, так как многократные обострения ухудшают качество жизни пациента. Вместе с тем хирургическая тактика при хроническом калькулёзном холецистите определена [1,2]. Острый холецистит по существу занимает почётное место среди актуальных проблем современной медицины. Благодаря многочисленным исследованиям в последние годы достигнуты определённые успехи касаясь проблем этиопатогенеза и диагностики. Ввиду внедрения современных методов ультразвуковой диагностики удалось обеспечить раннее выявление острого холецистита. Вместе с тем благодаря малоинвазивным вмешательствам снизилось количество послеоперационных осложнений и летальности. Необходимо отметить, что одной из проблем неотложной хирургии в настоящее время стали атипичное течение деструктивного холецистита. Зачастую, опираясь на клиническую картину, лабораторные и инструментальные данные, складывается впечатление о купировании острого процесса в желчном пузыре. Вместе с тем по данным разных авторов такое течение деструктивного холецистита в 20–60% приводит к ложным диагностическим данным. Ввиду того, что деструктивные изменения в стенке желчного пузыря сохраняются, а зачастую и продолжают нарастать, пациенты погибают. Данный вариант течения острого холецистита необходимо интерпретировать, как «скрытое». Ряд авторов при скрытом течении острого холецистита предлагают выполнять контрольное ультразвуковое исследование, и при сохранении явлений обструкции и деструкции принимать решение об оперативном лечении в экстренном или отсроченном порядке [3,4,5]. Вместе с тем в настоящее время нет критериев в диагностике, которые достоверно могут определить степень деструкции в желчном пузыре.

Немногочисленные исследования последних лет, изучающие вопросы диагностики деструкции в желчном пузыре, показывают, что у всех больных с острым холециститом наблюдаются изменения иммунологического статуса. Опираясь на иммунологические сдвиги в организме больного с деструктивным холециститом, мы сможем спрогнозировать, как поведёт себя патологический процесс. Вместе с тем появляется возможность ранней

диагностики осложненного течения острого холецистита и предотвращению послеоперационной летальности [6,7,8]. Необходимо отметить, что основное место занимает изменение гуморального звена иммунного ответа. Определённая уникальность антител заключается в специфическом взаимодействии с антигеном, благодаря которому они образовались. Молекулы антител состоят из двух тяжёлых (H) и двух лёгких (L) цепей, которые связываются между собой дисульфидными мостиками. Необходимо помнить, что антигенсвязывающий центр антител комплементарен к антигену по принципу «ключ — замок». В настоящее время изучено пять классов иммуноглобулинов, которые отличаются по строению тяжёлых цепей, молекулярной массе, физико-химическим и биологическим характеристикам: IgG, IgM, IgA, IgE, IgD [9].

## Цель работы

Целью нашей работы явилось определение состояния гуморального иммунитета у пациентов страдающих различными вариантами клинического течения калькулёзного холецистита.

## Материалы и методы

Проведено перспективное исследование иммунограммы пациентов страдающих различными вариантами клинического течения калькулёзного холецистита (n=150). Все пациенты подразделены на 2 основные группы: 1 группа пациенты с хроническим калькулёзным холециститом (n=75); 2 группа — пациенты с острым калькулёзным холециститом (n=75). Исследуемые группы пациентов, прооперированные по стандартной методике лапароскопической холецистэктомии. Всем пациентам проводился забор крови на иммунологическое исследование до операции. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы SPSS Statistics 7.0 с соблюдением принципов статистического анализа, принятых для исследований в биологии и медицине. Результаты приведены в среднем значении со средней квадратичной ошибкой ( $M \pm m$ ). Для исследования взаимосвязей между изучаемыми параметрами проводили парный корреляционный анализ по Пирсону.

## Результаты

Во всех обследуемых группах больных отмечается повышение уровня общего иммуноглобулина. Так у пациентов с хроническим калькулёзным холециститом показатель составил — 401,8МЕ/мл а у острых — 450,09МЕ/мл (Рисунок 1.).

Установлено что у пациентов с хроническим калькулёзным холециститом и у пациентов с острым каль-

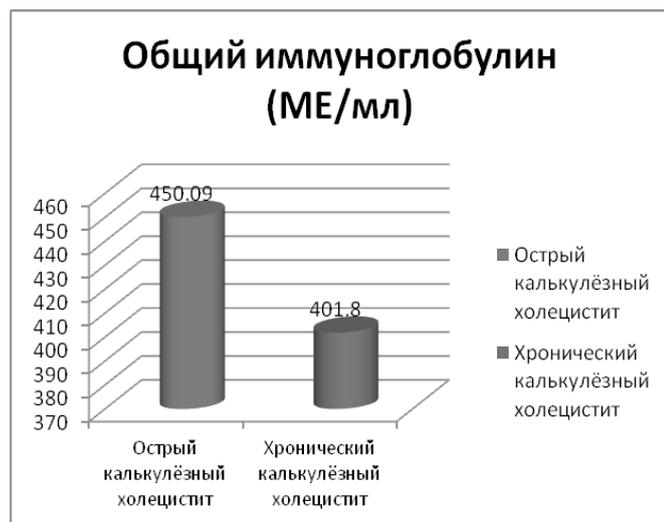


Рис. 1. Показатель общего иммуноглобулина/ A measure of total Immunoglobulin

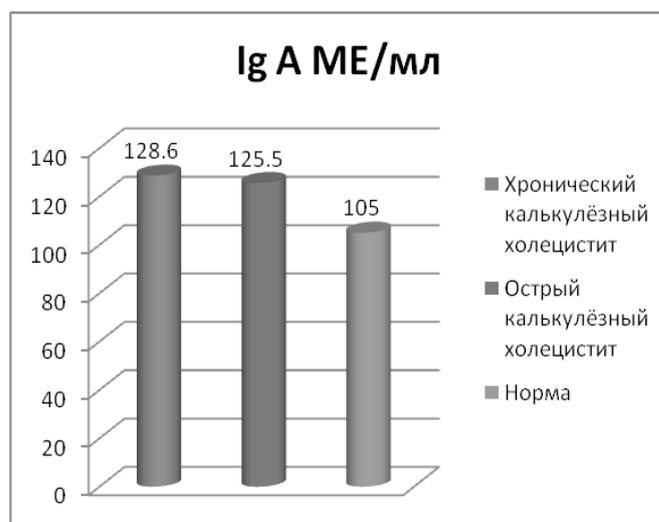


Рис. 2. Уровень IgA у пациентов с желчнокаменной болезнью/ IgA levels in patients with cholelithiasis

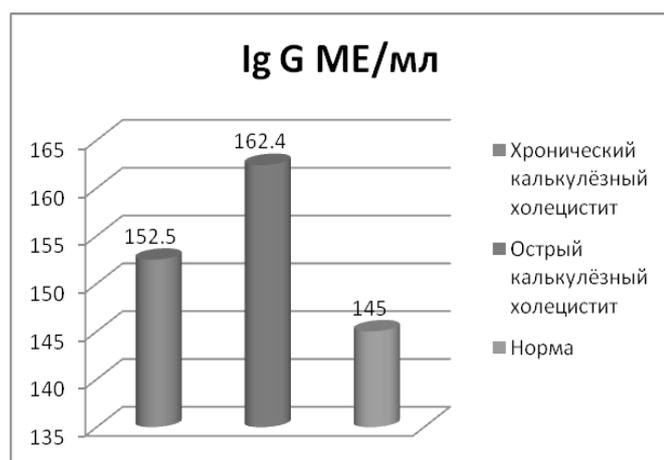


Рис. 3. Уровень IgG у пациентов с желчнокаменной болезнью/ IgG levels in patients with cholelithiasis

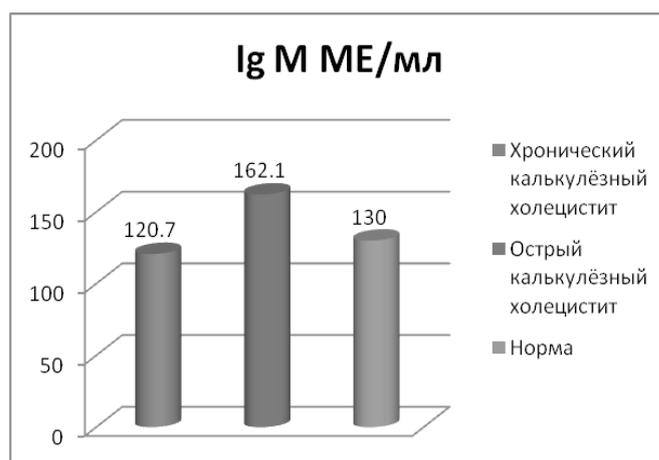


Рис. 4. Уровень IgM у пациентов с желчнокаменной болезнью/ IgM levels in patients with cholelithiasis

кулёзным холециститом концентрация IgA составляет 125,5455–128,619 МЕ/мл (в 1,2 выше нормы). (Рисунок 2).

Выявлено, что концентрация IgG в группе больных с хроническим калькулёзным холециститом составила 152,5238 МЕ/мл (в 1,04 раза выше нормы), а в группе с острым воспалительным процессом — 162,3636МЕ/мл (в 1,1 раза выше нормы) (Рисунок 3).

Определено, что концентрация IgM у пациентов в первой группе — 120,7143МЕ/мл (в пределах нормы), тогда как у пациентов второй труппы концентрация IgM — 162,1818МЕ/мл (1,3 раза выше нормы) (Рисунок 4).

При этом намечается тенденция, что у пациентов второй группы по гуморальному звену активирован воспалительный ответ с выбросом местнокомпонентных (IgA) и острофазных (IgM) антител. ( $p < 0,05$ ), а у первой группы по гуморальному звену отмечается накопление антител памяти (IgG) совместно с повышением местнокомпонентных (IgA) антител ( $p < 0,05$ ).

#### Выводы

1. У пациентов с желчнокаменной болезнью отмечается повышения уровней основных классов иммуноглобулинов.

2. У больных с клиникой острого холецистита отмечается значительное повышение уровня IgA, Ig M.

3. У больных с клиникой хронического холецистита идет накопление белков-памяти, на фоне повышения местно компонентных антител.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клиндюк С. А. Оптимизация диагностики и хирургического лечения острого калькулезного холецистита. Тюмень.: диссертация кандидата медицинских наук; 2005.
2. Феклюнина А. А. Хирургическая тактика при хроническом калькулезном холецистите у пациентов пожилого и старческого возрастов. Санкт-Петербург.: диссертация кандидата медицинских наук; 2009.
3. Винник Ю. С., Миллер С. П. Возможности лапароскопической холецистэктомии при деструктивном холецистите. Эндоскопическая хирургия. 2000; 2:17–18.
4. Каримов Ш. И., Ким В. Т., Хакимов М. Ш. Выбор хирургического лечения острого холецистита у больных с повышенным операционным риском. Анналы хирургической гепатологии. 2004. 9(2):115–119.
5. Малюга, В. Ю. Хирургическая тактика при лечении деструктивных форм калькулезного холецистита. Москва.: Автореф. дис. канд. мед. наук; 2000.
6. Луппальцев, В. И. Почепцов В. Г., Бобылов А. Г. Состояние иммунитета у лиц пожилого и старческого возраста до и после операции по поводу острого холецистита. Клиническая хирургия. 1988. 4:23–24.
7. Трифонова Э. Б., Сайфутдинов Р. Г. Факторы, влияющие на сократительную функцию желчного пузыря у больных желчнокаменной болезнью. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012. 4: 24–35.
8. Призенцов А. А., Лобанков В. М., Скуратов А. Г. Желчнокаменная болезнь: состояние проблемы. Проблемы здоровья и экологии. 2012. 3 (33): 39–44.
9. Полетаев А. Б. Клиническая и лабораторная иммунология. М.: Мед. информ. Агентство; 2007.

© Яшнов Алексей Александрович (alexuashnov@mail.ru), Коновалова Ольга Геннадьевна, Ханина Юлия Сергеевна, Яшнова Надежда Борисовна, Вдовина Марина Георгиевна, Бурцева Мария Александровна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Читинская государственная медицинская академия

## НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

**Abashin V.** — Ph.D., Associate Professor, MSLU (Moscow, Russia)  
valeriy@abashin.ru

**Abdurakhmanov A.** — Dagestan State Medical University  
dgma\_mo@mail.ru

**Abolmasov N.** — Doctor of Medicine, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Smolensk State Medical University" of the Ministry of Health of Russian Federation  
ortos-sgma@mail.ru

**Afanasyev G.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University  
gaipcs@bmstu.ru

**Agadzhanova K.** — Candidate of biological sciences, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skrjabin  
applicant.id@mail.ru

**Antonенkov E.** — Postgraduate, Dubna State University  
eugene.antonenkov@gmail.com

**Antonova V.** — Assistant, Bauman Moscow State Technical University, Moscow  
varvara\_zi@mail.ru

**Arsakhanova G.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Chechen State University  
qistoloqiya58@mail.ru

**Artemova O.** — Assistant, Penza State University Medical Institute  
artyomovaolg@gmail.com

**Avanesov A.** — Doctor of Medical Sciences, professor, FSAOU «Peoples' Friendship University of Russia», (Moscow)  
9023060@mail.ru

**Babakova E.** — Graduate student, Rostov State Medical University  
kiti87@inbox.ru

**Bagmet A.** — Doctor of medical Sciences, Professor, Rostov State Medical University  
bagmet1957@yandex.ru

**Barulina M.** — Doctor of Science (Phys. & Math.), Chief Research Officer, Institute of Precision Mechanics and Control, Russian Academy of Sciences (Saratov)  
marina@barulina.ru

**Burtseva M.** — Chita state medical Academy

**Dailidite W.** — Ilya hospital  
v.dajlidite@yandex.ru

**Dolgoplov I.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Institution Scientific Research Center of Oncology named after NN Blokhin; Neurovit

**Drilenko M.** — Graduate student, KubSTU (Krasnodar)  
mvdrienko@gmail.com

**Dudaev K.** — Peoples Friendship University of Russia

**Dumchenko N.** — Researcher, Federal State Budgetary Institution "State Scientific Center of Virology and Biotechnology" Vector "Rospotrebnadzor, Koltsovo, Novosibirsk Region, Russia  
dumchenco@vector.nsc.ru

**Dyomko A.** — Ph.D. technics, Associate Professor, Surgut State University  
dai321@mail.ru

**Egorov V.** — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Rostov State Medical University  
suslik78@mail.ru

**Fomina T.** — PhD, senior researcher, V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences (Moscow)  
fomina1032@yandex.ru

**Fomin D.** — Candidate of Science (Phys. & Math.), associate professor, Amur State University (Blagoveshchensk)  
e-office@yandex.ru

**German A.** — Amur State University (Blagoveshchensk)  
dream\_of\_rains@mail.ru

**Golikov A.** — Candidate of Science (Engineering), Leading Researcher, Institute of Precision Mechanics and Control, Russian Academy of Sciences (Saratov)  
algolikhov@yandex.ru

**Grushevskaya E.** — Graduate student, Bashkir State Medical University (Ufa)  
Katlen@bk.ru

**Gudjabidze N.** — Dentist, Peoples Friendship University of Russia

**Gvozdikova E.** — Candidate of Medical Sciences, FSAOU «Peoples' Friendship University of Russia», (Moscow)

**Hajdar D.** — Assistant, FSAOU «Peoples' Friendship University of Russia», (Moscow)

**Hanina Y.** — Chita state medical Academy

**Indjgia L.** — Candidate of Medical Sciences, obstetrician-gynaecologist, Peoples Friendship University of Russia

**Ivchenkova A.** — Job seeker, Bashkir State Medical University (Ufa)  
ajordan1@rambler.ru

**Kalistratov A.** — Graduate student, Bauman Moscow State Technical University  
akalistratov@gmail.com

**Khabadze Z.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples Friendship University of Russia  
dr.zura@mail.ru

**Khumgaeva K.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples Friendship University of Russia

**Konovalova O.** — Chita state medical Academy

**Koshimbaeva L.** — Therapist, GBUZ KGB 1 g. Nalchik; cardiologist on call, GBUZ KGB 2 g. Nalchik  
azarar@rambler.ru

**Krygin S.** — PhD in law, Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation (Nizhny Novgorod)  
kryginsv@mail.ru

**Kryukov Y.** — PhD, Dubna State University  
kua@uni-dubna.ru

**Kudaeva P.** — Dagestan State Medical University  
dgma@list.ru

**Kudaev D.** — Dagestan State Medical University  
abduljalilova58@mail.ru

**Kulyasova O.** — Art. teacher, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)  
oksana-2505kul@mail.ru

**Kurbakov K.A.** — engineer, V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences (Moscow)  
homo\_ludens@vniimp.ru

**Kuvychkov S.** — PhD in law, Russian state University of justice, Volga branch (Nizhny Novgorod)  
redsxrjd@mail.ru

**Leontiev V.** — Post graduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
volodya.leo@gmail.com

**Levashov A.** — Candidate of Medical Sciences, Federal State Budgetary Institution Scientific Research Center of Oncology named after NN Blokhin

**Lihachev S.** — Perm State Agrarian and Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov  
slichachev@yandex.ru

**Magomedov O.** — Resident, Peoples Friendship University of Russia

**Makeev S.** — Senior Lecturer, MSLU (Moscow, Russia)  
mak3y1984@gmail.com

**Mentkevich G.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Institution Scientific Research Center of Oncology named after NN Blokhin; Neurovit

**Mikhaylova E.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chita institute of Baikal State University  
lmaa@mail.ru

**Minaev M.** — PhD, docent, V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences (Moscow)  
mminaev@inbox.ru

**Mutalova E.** — MD., professor, Bashkir State Medical University (Ufa)

**Nechaeva E.** — Head of laboratory, Federal State Budgetary Institution "State Scientific Center of Virology and Biotechnology" Vector "Rospotrebnadzor, Koltsovo, Novosibirsk Region, Russia  
radaeva@vector.nsc.ru

**Nenashev V.** — PhD, assistant professor, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
nenashev.va@yandex.ru

**Nesterov Y.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University  
ugn@bmstu.ru

**Novoselova L.** — Perm State National Research University  
novoselova@psu.ru

**Oyun N.** — PhD, senior researcher, V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences (Moscow)  
nad\_oyun@mail.ru

**Radaeva I.** — Candidate of Medical Sciences, Federal State Budgetary Institution "State Scientific Center of Virology and Biotechnology" Vector "Rospotrebnadzor, Koltsovo, Novosibirsk Region, Russia  
nechaeva@vector.nsc.ru

**Rudenko L.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Institution "State Scientific Center of Virology and Biotechnology" Vector "Rospotrebnadzor, Koltsovo, Novosibirsk Region, Russia  
virus@iemspb.ru

**Rybachuk O.** — Art. teacher, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)  
rybachuk74@mail.ru

**Semenov O.** — Ph.D. physics, Associate Professor, Surgut State University  
ous.tutor.phinma@mail.ru

**Simankov V.** — D.t.s., professor, KubSTU (Krasnodar)  
vs@simankov.ru

**Smirnov S.** — Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation (Nizhny Novgorod)  
ser-smir@yandex.ru

**Sorokin A.** — Assistant professor, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
aleksandr.sorokin.v@gmail.com

**Strukov D.** — Amur State University (Blagoveshchensk)  
tokloo@yandex.ru

**Subbotina N.** — Candidate of Medical Sciences

**Sukhov S.** — PhD in law, Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation (Nizhny Novgorod)  
amlawdd@yandex.ru

**Tarasova T.** — Doctor of Biological Sciences, professor, FGBOU VO « National Research Ogarev Mordovia State University», (Saransk)

**Taytina T.** — Candidate of medical Sciences, Rostov State Medical University  
kaf.polterapirostgmu@mail.ru

**Todua D.** — Moscow State University of Medicine and Dentistry

**Todua I.** — Dentist, Peoples Friendship University of Russia

**Trukhina L.** — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chita institute of Baikal State University  
litrukina@gmail.com

**Trusov Y.** — Graduate student, Samara State Medical University  
Del-trudo@yandex.ru

**Vdovina M.** — City clinical hospital №1 of Chita

**Verkhovsky A.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Smolensk State Medical University" of the Ministry of Health of Russian Federation  
a.verhovskii@mail.ru

**Vinogradova A.** — Assistant, FSAOU «Peoples' Friendship University of Russia», (Moscow)

**Vinogradova O.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Branch of SBEI DPO "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education", Ministry of Health of the Russian Federation

**Wattimena G.** — Graduate student, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
mauritswattimena@yahoo.com

**Yashnov A.** — Chita state medical Academy  
alextyashnov@mail.ru

**Yashnova N.** — Chita state medical Academy

**Zaitseva N.** — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Rostov State Medical University  
n.zaitseva@list.ru

**Zakharkin I.** — Senior Lecturer, FGBOU VO « National Research Ogarev Mordovia State University», (Saransk)

**Zarubskiy V.** — Candidate of technical sciences, associate professor, Perm Institute of the Federal penal service of the Russian Federation  
volen3030@rambler.ru

**Zhakova S.** — Perm State Agrarian and Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov  
zhakova@pgsha.ru

**Zinkina A.** — Senior laboratory assistant, Samara State Medical University  
Anna-zinkina@mail.ru

## Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» ( e-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru) ).

