



АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513

#24 (206), 2024

часть I

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2024 • № 24 (206)

Часть I

Издается с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

Главный редактор: Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

Ответственный редактор: Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Абидова Гулмира Шухратовна, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Альборад Ахмед Абуди Хусейн, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Асаналиев Мелис Казыкеевич, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

Бафоев Феруз Муртазович, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

Гаврилин Александр Васильевич, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

Галузо Василий Николаевич, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

Григорьев Михаил Федосеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Арктический государственный агротехнологический университет)

Губайдуллина Гаян Нурахметовна, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

Ежкова Нина Сергеевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

Жилина Наталья Юрьевна, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Ильина Екатерина Александровна, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

Каландаров Азиз Абдурахманович, PhD по физико-математическим наукам, доцент, декан факультета информационных технологий (Гулистанский государственный университет)

Карпович Виктор Францевич, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

Кожевников Олег Альбертович, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

Колесников Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

Копалкина Евгения Геннадьевна, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

Красовский Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

Кузнецов Игорь Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН,

профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

Литвинова Жанна Борисовна, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

Мамедова Наталья Александровна, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

Мукий Юлия Викторовна, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

Никова Марина Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

Насакаева Бакыт Ермекбайкызы, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

Олешкевич Кирилл Игоревич, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

Попов Дмитрий Владимирович, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

Пятаева Ольга Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

Редкоус Владимир Михайлович, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

Самович Александр Леонидович, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

Сидикова Тахира Далиевна, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

Тихомирова Евгения Ивановна, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

Хайтова Олмахон Саидовна, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

Цуриков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

Чернышев Виктор Петрович, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

Шаповал Жанна Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Шошин Сергей Владимирович, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Эшонкулова Нуржахон Абдужабборовна, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

Яхшиева Зухра Зиятовна, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Найденова А.А.

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛОКУСА NAD1 МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЩЕЛКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Зайцев А.С.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ХОНИНГОВАНИЯ С ОПД 9

Зинченко Д.В.

ОЦЕНКА КРИТЕРИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... 12

Падалко В.С., Ташкин М.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ ГИБКОГО ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ГРАФИТОВОГО ПОРОШКА 16

Рыжикова К.С.

ПЕРЕРАБОТКА УСТАРЕВШИХ НАТУРАЛЬНЫХ ШУБ В МОДНЫЕ АКСЕССУАРЫ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА УТИЛИЗАЦИЮ ОТХОДОВ 19

ВОЕННОЕ ДЕЛО

Келипов С.И., Захаров М.Ю.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ СЛУЖЕБНО-БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ 27

Косолапов С.О., Персиянцев С.А.

ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ И ОБОРОНЫ БАТАЛЬОНА МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ В РАЙОН ПРЕДНАЗНАЧЕНИЯ В ХОДЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ВООРУЖЕННОГО КОНФЛИКТА 30

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Галанов И.С.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИКОВ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ КОЛЛ-ЦЕНТРА 35

Кондарова К.И.

ТЕХНОЛОГИИ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ 38

Максимов В.Ю.	
ПРОГРЕССИВНЫЙ ПАРАЛЛЕЛИЗМ НА ПРАКТИКЕ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ ПОТОКОВ К ВИРТУАЛЬНЫМ В JAVA И КОРУТИНАМ В KOTLIN	42
Мамчур М.О., Гаджикурбанов Т.Д.	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ РОЖДАЕМОСТИ В СЕВЕРО- КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ.....	48
Полуцыганов В.В.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА НА ОБЪЕКТЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ.....	54
Расулов Р.А.	
РОЛЬ PaaS-ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ УСЛУГ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРСТВА	58
Спирина Н.М., Перминова Н.О.	
МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОФИС»	64
Шаяхметов Р.Д.	
ИНСТРУМЕНТЫ СЕТЕВОГО АНАЛИЗА РЕГУЛЯЦИИ ГЕНОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕТЕЙ И ПУТЕЙ.....	67
Шаяхметов Р.Д.	
СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ В РЕГУЛЯЦИИ ГЕНОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ТИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ	70
Шаяхметов Р.Д.	
СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ РЕГУЛЯЦИИ ГЕНОВ: МЕТОДЫ И ПРИМЕНЕНИЕ.....	73

МЕДИЦИНА, ФАРМАЦИЯ

Рахимова С.	
СИНДРОМ СУХОГО ГЛАЗА И ДИСФУНКЦИЯ МЕЙБОМИЕВЫХ ЖЕЛЕЗ: РОЛЬ DEMODEX, МИКРОБИОМА, ВОСПАЛЕНИЯ И НЕЙРОСЕНСОРНЫХ НАРУШЕНИЙ.....	76

БИОЛОГИЯ

НАЙДЕНОВА Алёна Алексеевна

студентка, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана –
Мытищинский филиал, Россия, г. Мытищи

Научный руководитель – доцент кафедры лесных культур, селекции и дендрологии Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана – Мытищинского филиала,
канд. биол. наук Полякова Татьяна Александровна

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛОКУСА *NAD1* МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЩЕЛКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы изменчивости митохондриального локуса *Nad1* и определения происхождения у видов елей на основе проанализированных научных статей. Изучение локуса *Nad1* выявило наличие у образцов ели европейской (*Picea abies* (L.) H.Karst.), собранных на территории Щелковского учебно-опытного лесхоза, двух гаплотипов (721 п.н., 755 п.н.), принадлежащих к североевропейской гаплогруппе.

Ключевые слова: ель европейская, *Picea abies*, гаплотип, гаплогруппа, ДНК.

Наиболее информативными областями у хвойных деревьев в митохондриальных генах считаются интроны 2 группы, которые кодируют субъединицы NADH-дегидрогеназы, особенно первый интрон гена *Nad5* и второй интрон гена *Nad1*, представляющие особый интерес для происхождения таксонов хвойных пород [6, с. 717-727].

В митохондриальной ДНК второй интрон гена *Nad1* является наиболее полиморфным [5, с. 377-385] и состоит из tandemных повторов, длина одного повтора варьируется от 32 до 34 нуклеотидов, а количество повторов может быть от 0 до 10. Кроме того, имеются еще 11 дополнительных полиморфных сайтов, фланкирующих tandemные повторы, 5 из которых могут влиять на размер фрагмента второго интрона гена *Nad1* [1, с. 36-39].

В работе Н. Н. Рыжовой с соавторами [4, с. 45-53] описана изменчивость интронов митохондриального гена *Nad1* у представителей рода *Vicia*. Ген *Nad1* включает в себя 5 экзонов, разделенных последовательностью интронов или других генов. Интроны 2 группы

делятся на три главных класса – IIA, IIB, IIC. Большинство интронов митохондриального генома относятся к IIA классу. Интроны класса IIB относятся к хлоропластному геному. Авторами была показана высокая консервативность 2 интрона *Nad1*.

В работе Е. К. Потокиной с соавторами [3, с. 818-830] также анализируется изменчивость митохондриального гена *Nad1* с целью изучения эволюционного расселения видов елей на исследуемых территориях в 28 климатических географических культурах *P. abies* и *P. obovata* из разных регионов Европейской части России и бывшего СССР (Мурманская, Карелия, Ленинградская, Ленинградская, Псковская, Эстония, Могилевский, Закарпатье, Архангельская, Архангельская, Вологодская, Коми, Костромская, Кировская, Московская, Тверская, Калужская, Татарстан, Удмуртия, Башкирский, Пермский, Свердловская).

В ходе эксперимента на географических культурах ели европейской из 221 деревьев было выявлено 9 аллельных вариантов гена *Nad1*: 721, 755, 789, 815, 823, 857 пар

нуклеотидов (п.н.). Среди всех географических культур ели самым часто встречающимся был аллель длиной 721 п.н.

Согласно исследованиям [3, с. 818-830], ель европейская на основе выявленного полиморфизма митохондриального гена Nad1 относится к двум гаплогруппам, связанным общим происхождением популяций. Так называемая гаплогруппа «Северная семья» ели европейской произрастает на территории стран Северной Европы, а также в Европейской части России. Аллель длиной 721 п.н. является самым распространенным для гаплогруппы «Северная семья» и является его характерным маркером. К гаплогруппе «Южная семья» относят представителей ели европейской, произрастающей в Закарпатье. Доминирующим аллелем в данной гаплогруппе является аллель длиной 815 п.н., характерный для данной «семьи». Остальные обнаруженные аллели митохондриального гена Nad1 не представляют собой какой-либо географической приуроченности, т. к. представлены значительно реже описанных выше.

В своем исследовании Е. А. Мудрик с соавторами [2, с. 1117-1125] изучали пространственное распределение гаплотипов 2 интрона гена Nad1 в популяциях комплекса европейской и сибирской елей. В качестве материала авторы использовали образцы тканей 488 деревьев из 37 выборок (22 природных популяций и 15 географических культур) ели европейской и ели сибирской. В результате было выявлено 11 вариантов аллелей митохондриального гена Nad1.

Изменчивость второго интрона митохондриального гена Nad1 у ели европейской и ели сибирской определяли на основе присутствия или отсутствия нескольких типов инсерций и количеством повторов двух минисателлитных мотивов размером 34 (0–9 копий) и 32 (0–8 копий) п.н. В зависимости от типа полиморфизма этих участков митохондриального гена Nad1, изученные образцы комплекса ели европейской и ели сибирской отнесены к трем гаплогруппам. Для образцов ели европейской определены две гаплогруппы: южноевропейская и северо европейская, для ели сибирской – сибирская гаплогруппа.

Южноевропейская гаплогруппа ели европейской представлена образцами из Закарпатья (аллели размером 746 и 815 п.н.) и из Беловежской Пуши (815 п.н.), представители которой характеризуются наличием однонуклеотидной вставки и инсерции размером 33 п.н., а

аллель размером 815 п.н. содержит уникальную для южного гаплотипа вставку в 69 п.н.

На всей Европейской части России, на Урале, на левобережье Оби, а также в Белоруссии, Швеции и Эстонии были обнаружены гаплотипы северо европейской гаплогруппы, такие, как 721, 755, 789, 823, 857, 891, 925. Эти варианты гаплотипов различаются количеством повторов первого минисателлитного блока от 1 до 7 копий мотива длиной 34 п.н. У всех северных гаплотипов отсутствуют вставки, характерные для южных (1 п.н., 33 п.н., 69 п.н.), но присутствует инсерция из 9 п.н. Самым распространенным гаплотипом северо европейской гаплогруппы является аллель длиной 721 п.н., а наиболее редкими – гаплотипы 891 и 925 п.н. Наибольшее число вариаций гаплотипов обнаружено в выборке ели из Московской и Тверской областей, а также из Республики Коми.

Экспериментальные данные [2, с. 1117-1125] показывают отсутствие клинальной изменчивости по 2 интрону митохондриального гена Nad1, а выявленный полиморфизм гена Nad1 позволяет определять с высокой долей вероятности происхождение популяций ели европейской и ели сибирской.

В нашем исследовании были изучены образцы хвои у 30 деревьев ели европейской, собранных на территории Щелковского учебно-опытного лесхоза. ДНК выделяли по стандартному протоколу с использованием СТАВ. Полимерно-цепную реакцию (ПЦР) проводили согласно методическим разработкам [2, с. 1117-1125]. Детекция результатов ПЦР была выполнена в 1,5% агарозном геле после окрашивания этидием бромидом в ультрафиолетовом свете.

По результатам анализа было определено два гаплотипа ели европейской – 721 п.н. и 755 п.н. Гаплотип 721 п.н. встречался чаще в данной выборке, чем 755 п.н. Обнаруженные гаплотипы – 721 п.н. и 755 п.н. – позволяют отнести изученные образцы ели европейской к северо европейской гаплогруппе.

Таким образом, изучение изменчивости митохондриального гена Nad1 у образцов ели европейской, исследованных на территории Щелковского учебно-опытного лесхоза, показало представленность в выборке двух гаплотипов – 721 п.н. и 755 п.н., принадлежащих к северо европейской гаплогруппе. Полученные данные могут быть полезны в будущем для уточнения происхождения, при незаконных рубках, для пополнения генетической базы данных древесных растений.

Литература

1. Дегтярева А.П. Об изученности молекулярных маркеров рода *Picea* в России и Беларуси / Дегтярева А.П. // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 3. С. 36-39. DOI: 10.55355/snvn2023123104.
2. Мудрик Е.А. Пространственное распределение гаплотипов второго интрона гена *nad1* в популяциях комплекса европейской и сибирской елей (*Picea abies* – *P. obovata*) / Мудрик Е.А., Полякова Т.А., Шатохина А.В., Бондаренко Г. Н., Политов Д. В. // ГЕНЕТИКА. 2015. Т 51, № 10. С. 1117-1125.
3. Потокина Е.К. Использование маркеров органельной ДНК для анализа филогеографии восточноевропейской популяции ели европейской *Picea abies* (L.) H.Karst. / Потокина Е.К., Киселева А.А., Николаева М.А., Иванов С.А., Ульянич П.С., Потокин А.Ф. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 4–1. С. 818-830.
4. Рыжова Н.Н. Характеристика вариабельности интрона митохондриального гена *Nad1* у представителей рода *Vicia* L. (сем. Fabaceae Lindl.) / Рыжова Н.Н., Дьяченко Е.А., Вишнякова М.А., Кочиева Е.З. // Экологическая генетика. 2011. Т. 9, № 2. С. 45-53.
5. Cameron K.M. On the value of nuclear and mitochondrial gene sequences for reconstructing the phylogeny of vanilloid orchids (Vanilloideae, Orchidaceae) / Cameron K.M. // Ann. Bot. 2009. Vol. 104(3). P. 377-385.
6. Lockwood J.D. A new phylogeny for the genus *Picea* from plastid, mitochondrial, and nuclear sequences / Jared D. Lockwood, Jelena M. Aleksic, Jiabin Zou, Jing Wang, Jianquan Liu, Susanne S. Renner // Molecular Phylogenetics and Evolution 2013. Т. 69, № 3. С. 717-727.

NAIDENOVA Alena Alekseevna

student, Bauman Moscow State Technical University – Mytishchi Branch,
Russia, Mytishchi

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Forest Crops, Breeding and Dendrology
of the Bauman Moscow State Technical University – Mytishchi branch, PhD. Biol. Sciences
Polyakova Tatyana Alexandrovna*

STUDY OF THE VARIABILITY OF THE NAD1 LOCUS OF MITOCHONDRIAL DNA AND DETERMINATION OF THE ORIGIN OF THE EUROPEAN SPRUCE PLANTATIONS ON THE TERRITORY OF THE SHCHELKOVSKY EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FORESTRY FARM

Abstract. *The article deals with the issues of variability of the mitochondrial locus *Nad1* and determination of origin in spruce species based on the analyzed scientific articles. The study of the *Nad1* locus revealed the presence of two haplotypes (721 bp, 755 bp) belonging to the Northern European haplogroup in European spruce (*Picea abies* (L.) H.Karst.) specimens collected in the territory of the Shchelkovsky educational and experimental forestry farm.*

Keywords: *European spruce, *Picea abies*, haplotype, haplogroup, DNA.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЗАЙЦЕВ Александр Сергеевич

студент, Волгоградский государственный технический университет, Россия, г. Волгоград

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ХОНИНГОВАНИЯ С ОПД

Аннотация. В статье рассматривается актуальная научно-техническая задача по исследованию и усовершенствованию методик хонингования для достижения повышенной точности геометрических форм и обеспечения необходимого микрорельефа обработанных поверхностей.

Ключевые слова: машиностроение, качество, обработка, технологии, сталь, хонингование, точность, поверхности, детали, производство, промышленность.

В эпоху развития современного машиностроения важность производительного повышения и улучшения качества обработанных поверхностей приходится усовершенствованию механизмов обработки машинных деталей, особенно в контексте чистового процесса. Формирование верхнего слоя детали в результате чистовой обработки жизненно необходимо, поскольку от него зависят эксплуатационные характеристики.

На сегодняшний день современные машины, которые сталкиваются с интенсивными нагрузками и напряжениями, должны отвечать возрастающим требованиям: они обязаны быть компактнее, легче и обладать увеличенным временем эксплуатации. Такие значительные требования неизбежно ведут к улучшению качества в процессе изготовления машинных деталей.

Хонингование классифицируется как передовой метод поверхностной обработки, пригодный для цилиндрических заготовок. В процессе хонингования налаживается достижение квалификации, относящейся к 5 классу качества, с прецизией форм до отклонений на уровне 0,005 мм и показателя шероховатости Ra, которая достигает лишь 0,16 мкм.

Тем не менее компании включая «ВЗБТ», «Нефтемаш» и «Каустик» из Волгограда, испытывают трудности в достижении высококачественной обработки поверхности при завершающем этапе дробеструйной обработке на гидрорепневматических и компрессорных цилиндрах, сделанных из мягкой низкоуглеродистой

стали. Пластичность материала приводит к формированию грубой шероховатости, заусенцев и металлических комков, что вынуждает многие предприятия добавлять несколько операций ручной доводки и полировки. Эти дополнительные операции забирают много времени и приводят к нестабильному качеству обработанных поверхностей.

Таким образом, актуальная научно-техническая задача заключается в процессе исследования и усовершенствования методик хонингования, ориентирована на достижение повышенной точности геометрических форм, а также на обеспечение необходимого микрорельефа обработанных поверхностей.

Сталь, содержащая менее 0,25% углерода, классифицируется как низкоуглеродистая и соответствует стандартам ГОСТ 380-71. Поставка такой стали осуществляется в форме нормализованного проката высшего качества, который активно применяется в производстве разнообразной металлопродукции общего назначения, демонстрирующей предел прочности на растяжение до 600 МПа, согласно требованиям ГОСТ 380-71.

Стали с низким содержанием углерода отмечаются как обладающие превосходной обрабатываемостью, благодаря которой реализуется широкий диапазон сочетаний прочностных характеристик. При их относительной мягкости и недостатке твердости, такие материалы преподносят высокую степень пластичности и прочности. Они легко обрабатываются механизированно, не составляет труда их

сварка, при этом себестоимость производства материалов сохраняется на относительно доступном уровне.

Несмотря на целый ряд преимуществ, в ходе процесса производства всегда существует вероятность возникновения изнашивания, в связи с чем стоит наработать стратегии, направленные на улучшение качества поверхности соответствующих сталей.

В настоящее время, ключевой задачей индустрии машиностроения остается улучшение качества выпускаемой продукции. Широко используются разнообразные способы отделки и полировки, направленные на улучшение характеристик поверхности обработанных деталей. В число таких методов входит хонингование, представляющее собой один из популярных видов абразивной обработки.

После проведения операций, таких как сверление, точение, шлифование, развертывание, зенкерование и протягивание, применяется хонингование. Этот процесс целевой, направлен на улучшение параметров точности формы, размерных показателей и шероховатости поверхностей деталей, что находит свое применение в массовом и серийном производстве.

В процессе хонингования при работе с отверстиями, будь то цилиндрические, ступенчатые или глухие, применение найдено там, где требуется создание прецизионных гладких поверхностей, а также включение шпоночных пазов или канавок, окон разнообразных форм. Недавно появились передовые техники и оборудование для внешнего хонингования диаметра с резьбой.

Хонингование, успешно реализуемое в таких областях, как производство автомобилей, аэрокосмическая сфера, тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, а также нефтяная отрасль, оказывает значимое влияние на развитие данных направлений.

Возьмем к сведению современные методы, способствующие улучшению качества обработки поверхности методом хонингования.

Элементы абразивные, связанные с разнообразными конфигурациями, используются с дополнительными движениями в процессе работы.

В роли абразивных брусков используют хонинговальные кольца, на которых нанесен абразивный слой, ось данных колец ориентирована под строгим углом α к хонинговальной головке и предусмотрена возможность

контролируемого поворота ρ , что допускает настройку угла α в сторону уменьшения при резании и удалении излишков материала, а также при самозатачивании. Абразивные колеса расположены в плоскости вращения по смежным равным углам относительно друг друга.

Инновационный подход, предложенный в виде использования хонинговальной головки с наклоном по отношению к продольной оси работающей поверхности абразивных колец, обуславливает повышение качества и производительности при обработке отверстий. Заметное снижение затрат энергии на единицу съема металла достигается благодаря данной технологии. Кроме того, оптимизация устройства способствует эффективному отводу стружки и более качественной подаче смазывающе-охлаждающей технологической среды.

Основной недостаток метода хонингования заключается в сложности и высокой стоимости самого хонинговального инструмента, что, в свою очередь, провоцирует увеличение стоимости обработки. Помимо этого, в данном методе обеспечивается лишь скромная площадь контакта между инструментом и целевой поверхностью, что, следовательно, способствует повышению скорости его износа. Также не исключена опасность разрушения инструмента, которая может произойти вследствие его застревания в отверстии под неудачным углом в отношении оси.

В методе, описанном в данном контексте, используется хонинговальный инструмент в виде цилиндрического элемента, который обязан осуществлять движения вперед-назад вокруг своей оси. Составляющими хонинговальной головки, применяемой в процессе, являются корпус, элемент для расширения, стержень расширяющий и элемент режущий. При этом режущий элемент, представленный коротким цилиндром с рабочей поверхностью сферической формы, подвергается не только обычным для хонингования вращательным и возвратно-поступательным движениям, но и дополнительному вращению вокруг собственной оси, что перпендикулярно оси отверстия, подвергаемого хонингованию. Это способствует повышению качества обработанной поверхности благодаря уникальным траекториям перемещения каждой абразивной частицы режущего элемента, которые не повторяются с движением инструмента.

Оснащение режущей головки большим количеством элементов и запчастей для

обеспечения вращательного движения этих элементов заметно усложняет конструкцию головки, приводит к увеличению стоимости, а также к снижению ее надежности. Следует заметить, что повышение качества обрабатываемой поверхности, хоть и незначительное, сопряжено с явным падением

производительности. Это происходит вследствие резкого уменьшения количества режущих зерен, участвующих в резании, по причине малой площади контакта абразивного инструмента с поверхностью. Износ инструмента при этом также повышается.

ZAITSEV Alexander Sergeevich

student, Volgograd State Technical University, Russia, Volgograd

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT TO ENSURE THE HONING PROCESS WITH OPD

Abstract. *The article considers the actual scientific and technical task of researching and improving honing techniques to achieve increased accuracy of geometric shapes and ensure the necessary microrelief of the treated surfaces.*

Keywords: *mechanical engineering, quality, processing, technologies, steel, honing, precision, surfaces, parts, manufacturing, industry.*

ЗИНЧЕНКО Дмитрий Васильевич

студент, Российский университет транспорт (МИИТ), Россия, г. Москва

Научный руководитель – профессор кафедры теплоэнергетика транспорта

Российского университета транспорта (МИИТ), д-р тех. наук

Ковалев Андрей Александрович

ОЦЕНКА КРИТЕРИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются различные виды теплообменного оборудования, которые используются для нагрева теплоносителя с целью обеспечения потребителей тепла необходимыми параметрами, согласно тарификации. Производится техническая оценка критериев теплогидравлической эффективности по различным параметрам, с целью определения наиболее выгодного в энергоэффективном отношении теплообменного оборудования.

Ключевые слова: теплообменное оборудование, расчет рекуперативного теплообменника, пластинчатый теплообменник, спиральный теплообменник, теплообменник «труба в трубе», критерии эффективности, гидравлический расчет.

Теплообменное оборудование является краеугольным камнем многих промышленных процессов и систем жизнеобеспечения. Точный расчет и оценка энергоэффективности этого оборудования имеют решающее значение для оптимизации производительности и снижения эксплуатационных расходов. В этой статье мы рассмотрим основные принципы расчета теплообменного оборудования и методы анализа его энергоэффективности.

Расчет теплообменного оборудования включает определение:

- Тепловой нагрузки: количество тепла, которое необходимо передать от одного потока к другому;
- Площадь поверхности теплообмена: площадь, через которую происходит передача тепла;
- Коэффициент теплопередачи: метрика, характеризующая эффективность передачи тепла.

Анализ энергоэффективности

Энергоэффективность теплообменного оборудования оценивается по нескольким показателям, в том числе:

- Коэффициент общей теплопередачи: мера общей эффективности теплообмена;

- Строительная площадь теплообменника: метрика, показывающая компактность теплообменного оборудования;
- Минимально необходимая мощность насоса на прокачку теплоносителя: количество электрической энергии, затраченной в производственном процессе.

Рассматриваемое в данной статье теплообменное оборудование и его краткая характеристика.

1. Пластинчатый теплообменник горячего водоснабжения (далее – ГВС)

Пластинчатый теплообменник представляет собой высокоэффективное устройство для передачи тепла между двумя жидкостями. Он состоит из серии тонких металлических пластин, уложенных в чередующемся порядке, образуя каналы, по которым протекают жидкости. Тепло передается через стенки пластин от одной жидкости к другой. Жидкости протекают в противотоке, что означает, что они движутся в противоположных направлениях. Это создает большую разность температур между жидкостями, что приводит к более эффективной передаче тепла.

2. Кожухотрубный теплообменник ГВС

Кожухотрубный теплообменник представляет собой тип теплообменного аппарата, в

котором одна жидкость протекает внутри трубок, а другая жидкость окружает трубки в кожухе. Жидкости протекают в кожухотрубном теплообменнике в противотоке или прямотоке. Тепло передается через стенки трубок от одной жидкости к другой. Конструкция кожуха и труб обеспечивает большую площадь поверхности теплообмена.

3. Спиральный теплообменник

Спиральный теплообменник представляет собой компактный и эффективный тип теплообменного аппарата, в котором две жидкости протекают в спиральных каналах, образуемых двумя параллельными пластинами. Жидкости протекают в спиральных каналах в противотоке или прямотоке. Тепло передается через стенки пластин от одной жидкости к другой. Спиральная форма каналов обеспечивает

большую площадь поверхности теплообмена и создает турбулентный поток, что приводит к эффективной передаче тепла.

4. Теплообменник «труба в трубе»

Теплообменник «труба в трубе» представляет собой простой, но эффективный тип теплообменника, состоящий из двух концентрических труб, одна из которых вставлена в другую. Жидкости протекают по внутренней и внешней трубам в противотоке или прямотоке. Тепло передается через стенки труб от одной жидкости к другой. Концентрическая конструкция обеспечивает большую площадь поверхности теплообмена и создает турбулентный поток, что приводит к эффективной передаче тепла.

Расчетные формулы, используемые в исследовании приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные формулы для определения теплогидравлической энергоэффективности теплообменного оборудования

Расчетная формула	Пояснение к расчетной формуле
$m = \frac{G_{\text{МТР}}^{\text{max}}}{w_{\text{ТР}}^{\text{опт}} f_{\text{к}} \rho}$	Количество каналов по нагреваемой воде
$w_{\text{ТР}} = \frac{G_{\text{ТР}}^{\text{max}}}{\rho \cdot f_{\text{ТР}}}$	Фактическая скорость греющей воды
$\alpha_1 = 1,16 \cdot A \cdot [23000 + 283 t_{\text{ТР}}^{\text{ср}} - 0,63(t_{\text{ТР}}^{\text{ср}})^2] \cdot w_{\text{ТР}}^{0,73}$	Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенке пластины
$\kappa = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_2}}$	Коэффициент теплопередачи
$F = \frac{Q}{\kappa \cdot \Delta t}$	Необходимая поверхность нагрева
$X = \frac{F + f_{\text{пл}}}{2 \cdot m \cdot f_{\text{пл}}}$	Количество ходов в теплообменнике
$f_{\text{усл}}^{\text{ТР}} = \frac{G_{\text{ТР}}^{\text{max}}}{2 \cdot \rho \cdot w_{\text{ТР}}^{\text{опт}}}$	Сечение трубок водоподогревателя
$\Delta P_m = \phi 7,5 \left(\frac{q_n}{f_{\text{ТР}} p} \right)^2 N$	Потери давления в водоподогревателе
$Re_{\text{ж1}} = \frac{w_1 d_1}{\nu_{\text{ж1}}}$	Число Рейнольдса для потока греющей воды
$Nu_{\text{ж1}} = 0,021 * Re_{\text{ж1}}^{0,8} * Pr_{\text{ж1}}^{0,43} * \left(\frac{Pr_{\text{ж1}}}{Pr_{\text{с1}}} \right)^{0,25}$	Число Нуссельта
$t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_{\text{м}}}}$	Средний логарифмический температурный напор
$b_e = \frac{f}{\delta}$	Эффективная высота теплообменника (эффективная ширина ленты)

Расчетная формула	Пояснение к расчетной формуле
$d_3 = \frac{2 \cdot \delta \cdot b_e}{\delta + b_e}$	Эквивалентный диаметр спирального теплообменника
$N = \sqrt{\frac{2 \cdot L}{\pi \cdot t} + x^2} - x$	Число витков обеих спиралей

Для простоты и удобства восприятия информации из данной статьи расчеты были опущены. В результате исследования выяснилось, что наиболее энергоэффективным с точки зрения теплогидравлики, является пластинчатый теплообменник. При самом высоком коэффициенте теплопередачи – $k = 2259 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}$, его поверхность теплообмена, а также строительная

площадь среди других исследуемых аппаратов, оказалась наиболее незначительной и составила – $0,9\text{м}^2$ и $0,26\text{м}^2$ соответственно. Потери давления также имеют самый низкий показатель – 1077 Па , а минимально необходимая мощность насоса на прокачку теплоносителя – 442 Вт .

Подробные результаты расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Результаты теплового и гидравлического расчета

Критерий	Теплообменный аппарат			
	Пластинчатый	Кожухотрубчатый	«Труба в трубе»	Спиральный
Коэффициент теплопередачи, $k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}$	2259	763	1547	1558
Поверхность теплообмена, $F, \text{ м}^2$	0,9	2,44	1,4	1,19
Объем воды в теплообменнике, м^3	0,005	0,013	0,01	0,016
Строительная площадь теплообменника, м^2	0,26	1,6	1,34	0,32
Потери давления, Па	1077	8480	6250	2020
Минимальная необходимая мощность насоса на прокачку теплоносителя, Вт	442	3477	4125	1313

Таким образом, подводя итог исследованию, можно сделать вывод о том, что с точки зрения теплогидравлики и тепломеханики предпочтительнее использовать пластинчатый теплообменник, который включает в себя множество преимуществ, описанных выше.

Литература

- СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2).
- СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
- СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

ZINCHENKO Dmitry Vasilyevich

Student, Russian University of Transport (MIIT), Russia, Moscow

Scientific Advisor – Professor of the Department of Heat and Power Engineering of Transport at Russian University of Transport (MIIT), Doctor of Technical Sciences Kovalev Andrey Alexandrovich

EVALUATION OF THE CRITERION OF ENERGY EFFICIENCY OF USE OF DIFFERENT HEAT EXCHANGERS OF BOILER FOR INDUSTRIAL USE

Abstract. *The article considers various types of heat exchange equipment that are used to heat the coolant in order to provide consumers with the necessary parameters, according to tariffication. A technical evaluation of the criterion of thermal hydraulic efficiency in various parameters is carried out in order to determine the most energy-efficient heat-exchange equipment.*

Keywords: *heat exchange equipment, calculation of regenerative heat exchanger, plate heat exchanger, spiral heat exchanger, heat exchanger «pipe in pipe», efficiency criteria, hydraulic calculation.*

ПАДАЛКО Владимир Сергеевич

старший преподаватель,

Алтайский государственный технический университет, Россия, г. Барнаул

ТАШКИН Михаил Юрьевич

студент, Алтайский государственный технический университет,

Россия, г. Барнаул

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАНИЙ ГИБКОГО ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ГРАФИТОВОГО ПОРОШКА

Аннотация. Собрана схема для исследования динамических показаний гибкого тензометрического датчика. На основе полученных данных была выдвинута и подтверждена теория об активно-ёмкостном характере гибкого тензометрического датчика.

Ключевые слова: гибкий тензометрический датчик, шум, фильтр скользящее среднее, осциллограмма, активно-ёмкостный характер.

В статье «Создание и исследование статических показаний гибкого тензометрического датчика на основе токопроводящих порошков» было выяснено, что математическая модель, представленная в статье «Математическая модель для гибких тензодатчиков на основе

токопроводящих порошков», является несостоятельной. Для использования гибких тензометрических датчиков необходимо найти зависимость удлинения Δl от сопротивления R , для этого нужно проанализировать динамические показания датчика.

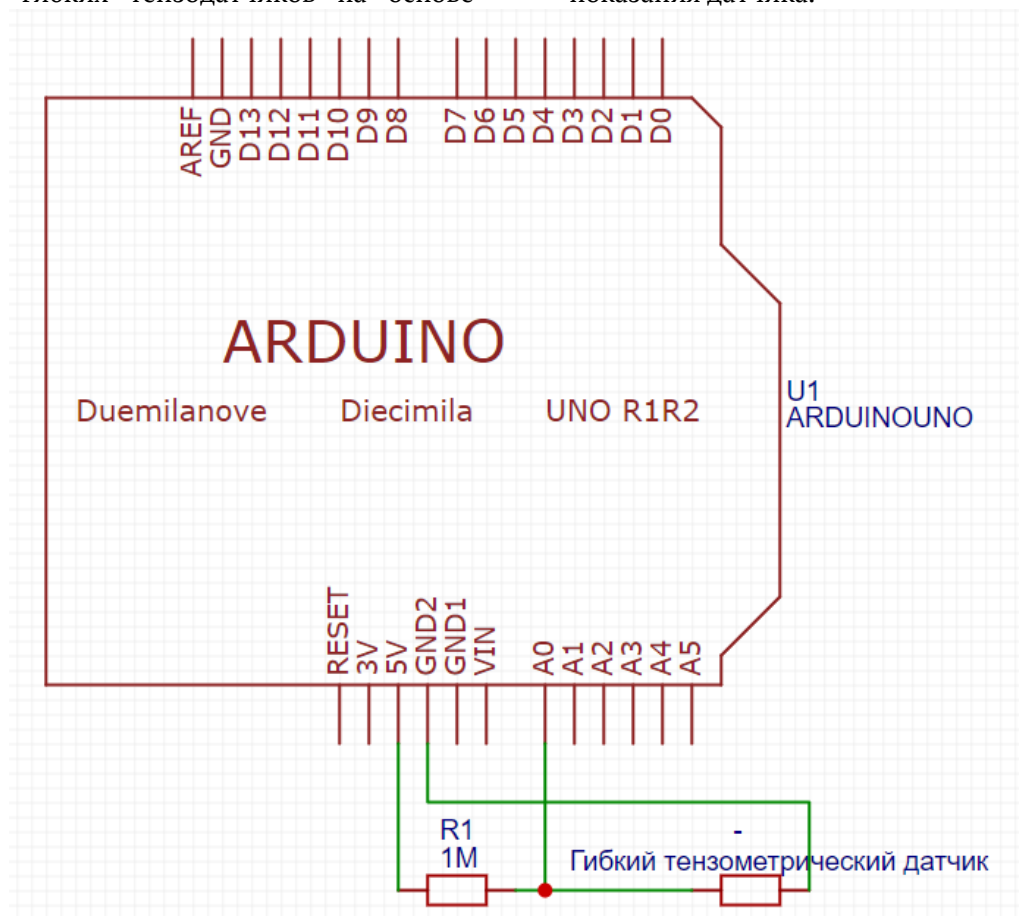


Рис. 1. Схема для исследования динамических показаний гибкого тензометрического датчика

Для исследования динамических показаний гибкого тензометрического датчика была составлена схема представленная на рисунке 1, состоящая из платы ArduinoUNO и делителя напряжения. Также необходимо было выбрать фильтр, для устранения шумов. Было принято

решение взять фильтр скользящее среднее, так как он позволяет сгладить шумы и выбросы, позволяет выявлять общие тенденции и тренды, уменьшая влияния случайных колебаний.

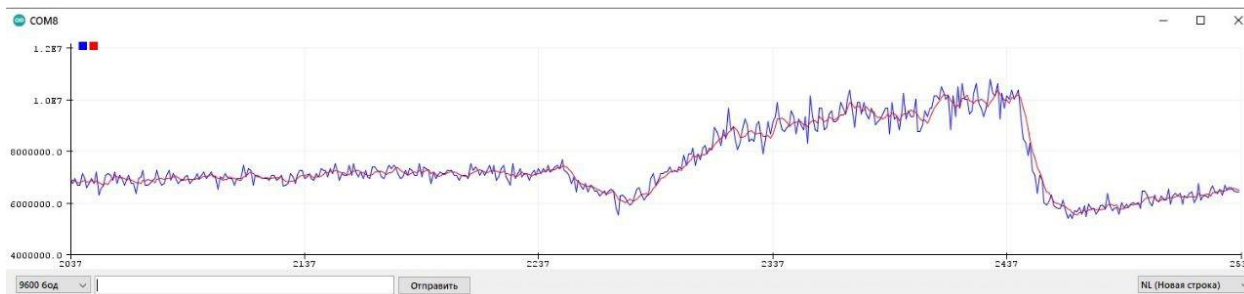


Рис. 2. График зависимости сопротивления R от времени t при разных показаниях удлинения Δl (синий – не фильтрованные значения; красный – фильтрованные значения)

При детальном анализе полученной зависимости, представленной на рисунке 2, было замечено, что во время удлинения гибкого тензометрического датчика сопротивление R резко увеличивается и экспоненциально уменьшается. Из-за этого была выдвинута теория, что

гибкий тензометрический датчик имеет активно-ёмкостный характер. Для подтверждения теории была собрана цепь, представленная на рисунке 3. Цепь состоит из генератора меандра, резистора $R = 330\text{ Ом}$, гибкого тензометрического датчика и осциллографа.

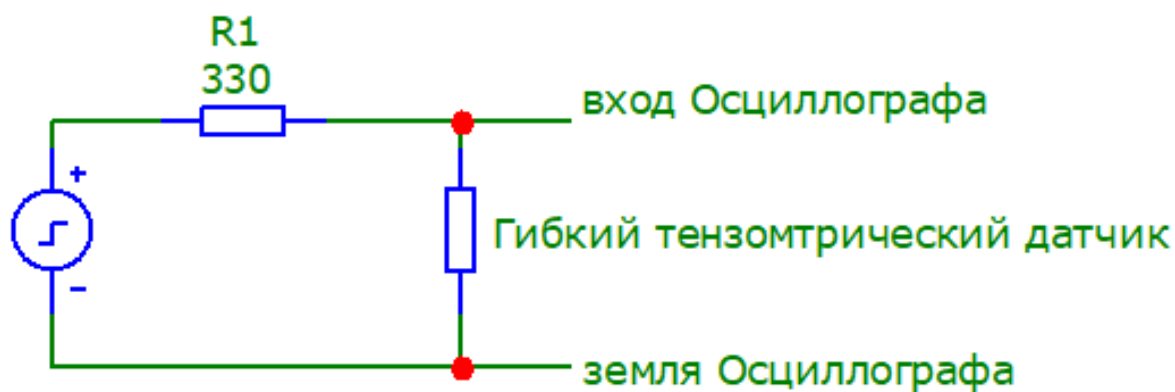


Рис. 3. Принципиальная схема цепи для проверки теории

Осциллограмма, представленная на рисунке 4, представляет собой зашумлённый сигнал RC цепи. Следовательно, гибкий

тензометрический датчик имеет активно-ёмкостный характер.

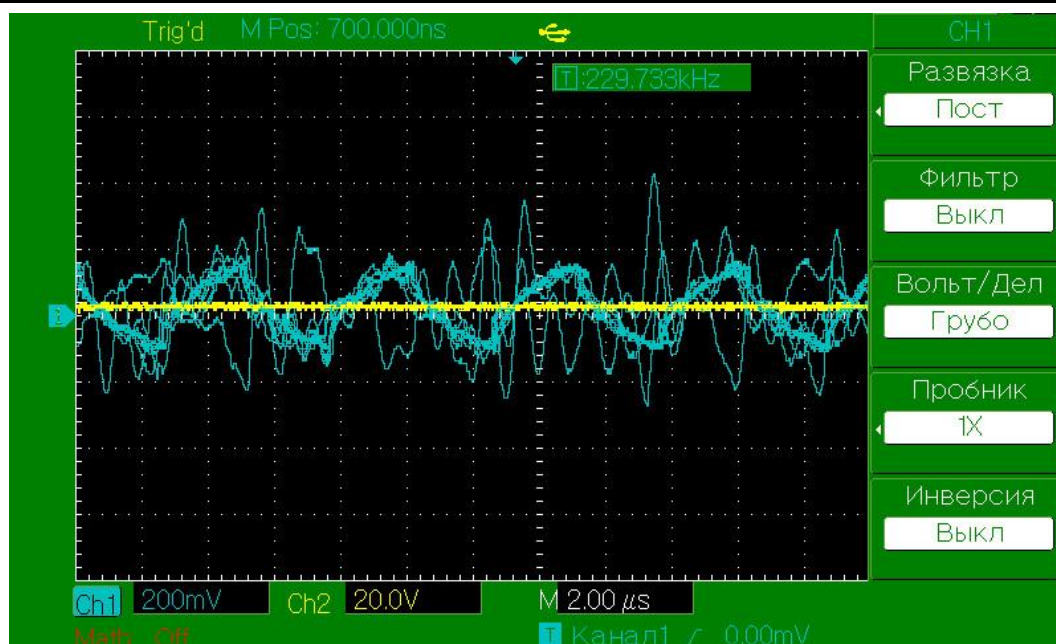


Рис. 4. Осциллограмма цепи для проверки теории

Литература

1. Кашкаров А.П. Микроэлектромеханические системы и элементы / А.П. Кашкаров. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – 114 с. – ISBN 978-5-97060-596-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/105831>.

2. Микушин, А.В. Физические основы электроники / А.В. Микушин. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 148 с. – ISBN 978-5-507-45544-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/311846>.

3. Падалко В.С., Ташкин М.Ю. Создание и исследование статических показаний гибкого

тензометрического датчика на основе токопроводящих порошков // Актуальные исследования. 2024. № 23 (205). Ч.І.С. 19-23. URL: <https://apni.ru/article/9545-sozдание-i-issledovanie-staticheskikh-pokazaniy-gibkogo-tenzometricheskogo-datchika-na-osnove-tokoprovodyashih-poroshkov>.

4. Ташкин М.Ю. Математическая модель для гибких тензодатчиков на основе токопроводящих порошков / М.Ю. Ташкин // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сб. ст. по материалам СССXXXIX Международной научно-практической конференции «Молодой исследователь: вызовы и перспективы». – № 1(339). – М., Изд. «Интернаука», 2024.

PADALKO Vladimir Sergeevich

Senior Lecturer, Altai State Technical University, Russia, Barnaul

TASKIN Mikhail Yuryevich

student, Altai State Technical University, Russia, Barnaul

INVESTIGATION OF DYNAMIC READINGS OF A FLEXIBLE STRAIN GAUGE BASED ON GRAPHITE POWDER

Abstract. A circuit has been assembled to study the dynamic readings of a flexible strain gauge. Based on the data obtained, the theory of the active-capacitive nature of a flexible strain gauge was put forward and confirmed.

Keywords: flexible strain gauge, noise, moving average filter, oscillogram, active-capacitive character.



10.5281/zenodo.11660894

РЫЖИКОВА Ксения Сергеевна
студентка,
Британская высшая школа дизайна,
Россия, г. Москва

ПЕРЕРАБОТКА УСТАРЕВШИХ НАТУРАЛЬНЫХ ШУБ В МОДНЫЕ АКСЕССУАРЫ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА УТИЛИЗАЦИЮ ОТХОДОВ

Аннотация. Актуальность данного исследования обусловлена проблемой излишков и отходов в меховой промышленности и стремлением общества к более устойчивым и экологически ответственным методам переработки, и несмотря на существующие технологии переработки, существует «белое пятно» в виде отсутствия продуктивных способов использования натуральных мехов, которые бы сочетали в себе эстетику, функциональность и экологическую устойчивость, в связи с этим данное исследование направлено на решение данной проблемы путем разработки метода переработки устаревших натуральных шуб в модные аксессуары, что интересно как профессионалам в области моды и дизайна, так и сторонникам устойчивого развития. Ведущим подходом к исследованию данной проблемы является использование комбинированных техник вязания меха крючком с применением различных размеров крючков для нити и меха, и метод нарезки меха на полоски определенной ширины. В результате применения указанных методов было выявлено, что изменение размера крючков и техника вязания повышают прочность связанных изделий, позволяя использовать меховые отходы без значительной потери качества материала, далее были созданы прототипы модных аксессуаров, демонстрирующие вариативность применения метода в практике, от элегантных шляп с меховыми полями до уютных домашних предметов, таких как покрывала и подушки. Основной смысл результатов исследования относительно цели заключается в демонстрации возможности переработки натурального меха в качественные, модные и экологически устойчивые изделия, а материалы статьи представляют практическую ценность для дизайнеров, производителей одежды и аксессуаров, и для экологических активистов, стремящихся к сокращению отходов и повышению уровня переработки в меховой промышленности.

Ключевые слова: переработка меха, устойчивое развитие, вязание меха крючком, экологическая устойчивость, модные аксессуары, использование отходов, ресайклинг, прочность связанных изделий.

Введение

Изобретение, описанное в работе, находит применение в области легкой промышленности, а именно в скорняжном производстве, и открывает новые перспективы в изготовлении разнообразных предметов одежды и изделий декоративно-прикладного искусства, как указано в классификациях [A41D5/00, C14B 15/12, D04B 3/02]. Рассматривая уровень техники, можно обратить внимание на традиционные способы производства меховых изделий [RU2705148 (C1), SU1708853, SU1725736], которые затрагивают процессы, такие как сшивание меховых полос, их правку во влажном

состоянии, сушку, дублирование мездры с помощью тканей или нетканых полотен с клеевым покрытием и укрепление мездры пришиванием к ней ткани, но основными недостатками данных методов являются их ориентация на использование высокоценных частей шкур пушных зверей, которое ведет к большому объему отходов мехового лоскута, отсутствие возможностей для переработки нестандартного меха, трудоемкость производственного процесса и ограниченный ассортимент получаемых меховых изделий с высокой себестоимостью [6].

Наиболее близким аналогом является комбинированная одежда, представленная в патенте [FR2462114 (A1) – 1981-02-13], которая объединяет мех и вязание, а особенностью данного метода является использование меховых кусочков, обработанных фестончатым швом по периметру, с добавлением вязаных крючком рядов из шерсти одинаковой текстуры и цвета, но технической проблемой этого метода является использование крючка одного размера на протяжении всей вязки, что не обеспечивает необходимую прочность изделия, с течением времени это может привести к ослаблению петель и появлению торчащих полос меха как на лицевой, так и на изнаночной стороне изделия [5, с. 103-105].

Задача данного изобретения заключается в устранении вышеупомянутых недостатков, предложив улучшенный метод изготовления меховых изделий, который позволит использовать мех более эффективно, снизить трудоемкость процесса и расширить ассортимент продукции, обеспечивая при этом высокую прочность и долговечность готовых изделий.

Материалы и методы

В процессе переработки натуральных шуб в модные аксессуары использовались натуральный мех различных видов пушных зверей, нарезанный на полоски шириной от 3 до 5 мм, и вязальная нить, подобранная по цвету и текстуре к меху; для вязания применялись крючки разного размера: более крупный для нити и меньший для меха, чтобы обеспечить плотное и прочное соединение между материалами.

Метод вязания содержал технику столбиков без накида с целью равномерного распределения меха по изделию и укрепления его, захватывая мех за мездру и избегая повреждения ворса.

Результаты

Суть изобретения заключается в особом выборе размеров крючков для вязания, где для провязывания нити используется крючок одного размера, а для вязания меха – крючок, который на один размер меньше – данное различие в размерах крючков позволяет добиться более плотного и прочного соединения между мехом и нитью, увеличивая прочность связанных изделий. Для обеспечения оптимального результата вязание нити производится столбиками без накида, количество которых определяется в зависимости от длины ворса меха, которое обеспечивает равномерное распределение меха по всей поверхности изделия; мех, в свою очередь, провязывается в столбики без накида, причем мех захватывается крючком только за мездру для дополнительного укрепления изделия.

Дополнительным принципом техники является методика подготовки меха к вязанию, когда мех нарезается на полоски шириной от 3 до 5 мм, что позволяет добиться не только экономии материала, но и создать условия для более тонкой и аккуратной работы с мехом (особенно важно при работе с отходами скорняжного производства, так как данный метод позволяет максимально использовать доступный материал без значительных потерь).

Техническая документация к изобретению содержит схематические чертежи, которые демонстрируют основные этапы и элементы вязания меха крючком, например, на рисунке 1 представлена общая схема процесса, где обозначен столбик без накида нити (1) и провязанный мех (2), который демонстрирует чередование рядов нити и меха для достижения оптимальной плотности и прочности изделия. Размер крючка для провязывания нити, указанный как от 2 до 3,5 мм, выбран с учетом обеспечения достаточной гибкости и прочности связи между элементами изделия.

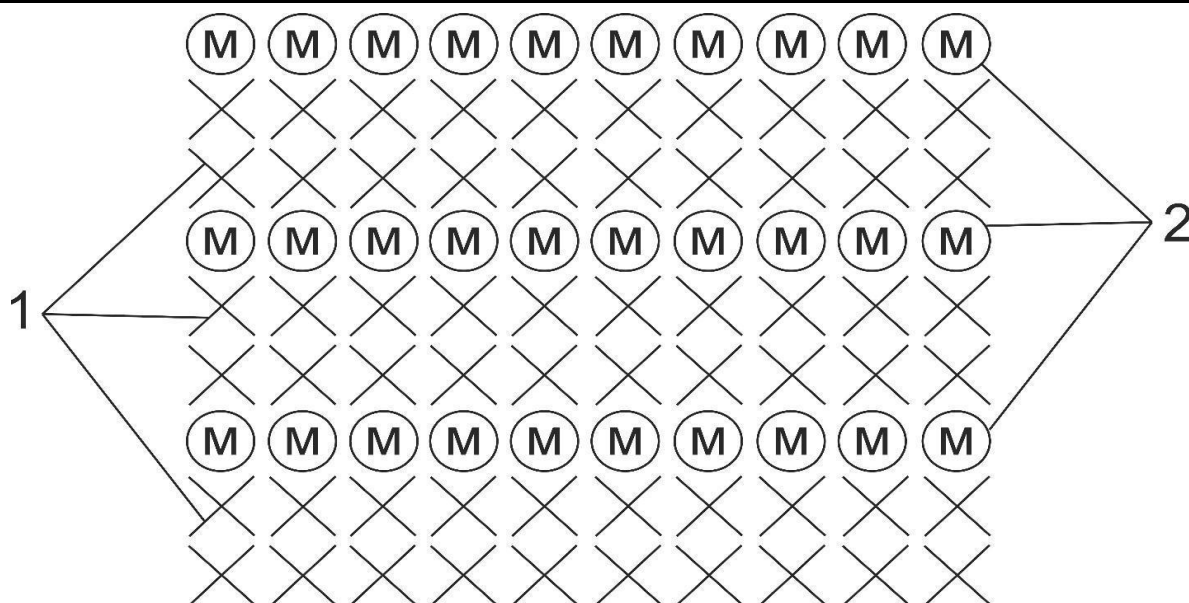


Рис. 1. Схема изобретения

Так, для реализации данного изобретения требуется способ вязания меха крючком, центральным элементом которого является техника провязывания меха и нити столбиками без накида, далее, метод начинается с тщательного подбора размера крючка для нити, при этом размер крючка должен быть в 1,5-2 раза меньше толщины используемой нити, например, если толщина нити предполагает использование крючка размером 3,5 мм, то именно такой размер и будет выбран.

В дополнение к основному методу, в альтернативных вариантах исполнения изобретения размер крючка для провязывания нити может варьироваться от 2,5 до 3,5 мм, то есть данные варианты позволяют менять технику под свои условия и материалы, обеспечивая достижение главного технического результата – увеличение прочности связанных изделий и расширение возможностей по использованию отходов скорняжного производства.

В процессе вязания столбики без накида используются как для нити, так и для меха. Количество рядов нити выбирается в зависимости от длины ворса меха, чтобы обеспечить гармоничное сочетание материалов в готовом изделии, и при провязывании меха важно захватывать мех крючком только за мездру, избегая захвата ворса для предотвращения повреждения меха и создания изделий высокого качества.

Сам способ вязания – тщательно продуманный процесс, который начинается с этапа выбора инструментов и для этого метода необходимо подобрать два крючка разного размера:

один для провязывания нити, другой – для меха. Исходя из толщины используемой нити, которая составляет 6 мм, выбирается крючок для нити размером 3 мм, то есть в два раза меньше толщины нити, а для меха – крючок размером 2 мм, что на один размер меньше крючка для нити, чтобы достичь оптимальной плотности вязки и улучшить качество готового изделия.

Далее процесс продолжается подготовкой меха. Используется натуральный мех с длиной ворса около 1 см, который нарезается на полоски шириной примерно 4 мм с целью равномерности и аккуратности в готовом изделии.

Вязание начинается с создания основы из 54 воздушных петель, которые являются фундаментом для последующего ряда нити, например, первый лицевой ряд провязывается столбиками без накида крючком для нити, создавая основу для меховой части, а количество таких рядов нити коррелирует с длиной ворса меха, и в данном случае, для обеспечения равномерности меховой текстуры, мех провязывается через каждые два ряда нити.

После провязывания первого лицевого и второго изнаночного рядов нити столбиками без накида используется меньший крючок для вязания меха; третий лицевой ряд вязки предназначается для меха, который укладывается ворсом к вязальщику, и мех захватывается за мездру специально подобранным крючком для того, чтобы аккуратно интегрировать мех в изделие, обеспечивая его равномерное распределение и красивую визуальную текстуру (рис. 2).



Рис. 2. Текстура изделия

Процесс вязания продолжается путем чередования двух рядов нити и одного ряда меха для создания плотной и прочной меховой лицевой стороны изделия.

То есть заявленный метод вязания меха крючком находит свое применение в разнообразных проектах, в том числе в изготовлении элегантных меховых аксессуаров и одежды, один из таких примеров – создание шляпы с меховыми полями, где этот новый способ позволяет воплотить в жизнь идею оригинального и качественного изделия (рис. 3). В этом случае используется техника, при которой мех

протягивается только с лицевой стороны через каждые два ряда нити для туловища шляпы, обеспечивая гладкость и ровность поверхности, а для поля шляпы метод адаптируется таким образом, что мех внедряется в каждый ряд нити с обеих сторон, лицевой и изнаночной, создавая более плотную и объемную текстуру. В данном конкретном случае для достижения высокой прочности и формостойкости готового изделия применяются крючки различного размера: 2,5 мм для нити и 1,5 мм для меха, при этом используются искусственные меховые полосы шириной 3 мм.



Рис. 3. Пример создания шляпы с меховыми полями по данной технологии

Другой пример использования данного способа демонстрирует его потенциал в области устойчивого производства, позволяя минимизировать отходы скорняжного производства, так, благодаря возможности изготовления шуб из меховых отходов без необходимости шитья и создания основы, метод демонстрирует безотходное использование ресурсов. При этом из раскройных остатков шкур, например лисицы, нарезаются полосы шириной 5 мм, которые затем включаются в изделие через каждые три ряда нити, обеспечивая расположение меха исключительно с лицевой стороны. Также, используя крючки размером 3,5 мм для нити и 2,5 мм для меха, создаются шубы с оригинальным внешним видом и структурой, то есть техника позволяет экспериментировать с разнообразием мехов, их текстур и цветов, с длиной ворса меховых полос, давая возможность создавать по-настоящему эксклюзивные и персонализированные изделия.

Обсуждение

Заявленное изобретение представляет собой значительный прорыв в области вязания меха крючком, целью которого является достижение двух основных технических результатов: увеличение прочности связанных изделий и расширение возможностей использования отходов скорняжного производства – данные цели достигаются благодаря новому подходу к выбору инструментов и технике вязания, в частности, для провязывания нити и меха используются крючки разного размера, причём крючок для меха выбирается на один размер

меньше, чем крючок для нити для достижения более плотного и прочного соединения между мехом и нитью.

Дополнительно, количество рядов нити подбирается в зависимости от длины ворса меха и обеспечивает оптимальное сочетание материалов, также равномерному распределению меха по изделию, в то же время мех провязывается столбиками без накида, захватывая его только за мездру и исключая повреждение ворса с целью сохранения его естественной красоты.

Проведённое согласно ГОСТ 19878-2014 исследование прочности вязанных меховых изделий, выполненных по заявленному методу, показало, что они в два раза прочнее, чем изделия, изготовленные традиционными методами (например, с использованием единого размера крючка 3 мм, как в прототипе FR2462114), то есть данный результат подтверждает продуктивность предложенного метода в повышении прочности изделий и открывает новые возможности для использования отходов скорняжного производства, что ранее было недоступно из-за их неоднородности и различий в размерах [1, с. 342-344].

Так, использование отходов не только экономит ресурсы и снижает расходы, но и поддерживают экологическую устойчивость, так как позволяют получать дополнительные изделия из материалов, которые в противном случае были бы утилизированы, заявленный метод улучшает качественные характеристики меховых изделий и расширяют ассортимент,

предлагая разнообразие декоративных эффектов и высокое качество отделки при сохранении прочности и долговечности конечного продукта [3, с. 74-79].

Переработка старых натуральных шуб в модные аксессуары – новейший подход к утилизации материалов, ранее считавшихся отходами, а исследования в этой области показывают способы трансформации устаревших меховых изделий в ценные и стильные предметы, например, одним из примеров переработки является создание уютных и практичных предметов для дома, таких как одеяла, покрывала для кровати или дивана, декоративные подушки и пуфики [2, с. 15-19; 4, с. 50-57]. То есть использование меха как основного материала для этих изделий вносит элемент роскоши в интерьер и сокращает количество отходов, вдохнув старым вещам новую жизнь, а сам процесс затрагивает комбинирование меха с другими тканями и материалами, чтобы создавать оригинальные предметы домашнего уюта [10, с. 343-347].

В сфере моды переработка меховых изделий позволяют создать аксессуары, такие как сумки, кошельки, украшения, обувь и даже одежду для домашних животных, так, из старых шуб можно изготовить оригинальные серьги, браслеты, колье, используя меховые полоски или кусочки для создания уникальных аксессуаров, которые подчеркивают индивидуальность и стиль носителя [8, с. 107-110]. Сейчас меховые сумки и кошельки становятся выразительным дополнением к образу, сохраняя при этом практическую ценность и долговечность натурального меха; а использование меха для создания обуви, такой как теплые тапочки или сандалии, добавляет комфорт и уют в повседневную жизнь [7, с. 76-79]. Интересной идеей является также переработка меховых изделий в игрушки, которые приносят радость и тепло в дом [9, с. 138-143].

Заключение

Основываясь на детально описанной формуле изобретения, описанная методика предусматривает тщательный подбор размеров крючков для провязывания как нити, так и меха, обеспечивая высокую прочность и качество готовых меховых изделий, главным принципом является использование крючка меньшего размера для меха по сравнению с крючком для нити с целью достижения более плотной и ровной вязки, и избежания повреждения меха при его провязывании.

Уточнения в формуле изобретения, такие как техника нарезки меха на полоски с учетом совпадения рисунка меха или выбор полосок определенной ширины (от 3 до 5 мм), дополнительно расширяют возможности использования метода для создания изделий с различными декоративными и функциональными характеристиками, что дает возможность работать с мехом более гибко, менять способ к специфике используемого материала и требуемому дизайну готового изделия.

Вариативность размера крючка для провязывания нити (от 2 до 3,5 мм) предоставляет дополнительную эргономичность метода, так как позволяет подбирать оптимальный процесс вязания в зависимости от толщины используемой нити и желаемой плотности изделия, и гарантирует, что метод может быть успешно применен для различного рода меховых материалов и типов изделий, улучшая их износостойкость и внешний вид.

На основе анализа и выводов исследования заявленного способа вязания меха крючком предлагаются следующие рекомендации:

- Изобретение специализированных методик приспособления основного способа под типы меха с различными характеристиками ворса и основы.
- Исследование возможности создания специализированных крючков для вязания меха, которые улучшат качество и ускорят процесс вязания, особенно для мехов с нестандартной толщиной ворса или особой прочностью мездры.
- Внедрение частично или полностью автоматизированных технологий для вязания меха крючком для повышения производительности и снижения трудоемкости процесса.

Определены основные направления для исследований в данной области:

1. Проведение исследований влияния использования отходов скорняжного производства на экологию, далее последующее создание методик максимального уменьшения отходов и повторного использования материалов в производственном цикле.
2. Изучение потребительских предпочтений относительно меховых изделий, изготовленных данным способом для определения трендов развития продукции.
3. Детальное изучение влияния различных факторов (например, типа нити, плотности вязки, размера крючка) на прочностные характеристики изделий с целью их улучшения.

4. Исследование возможностей создания новых дизайнов и декоративных элементов с использованием свойств меха, обработанного по предложенной методике.

Литература

1. Богданова, А.О. Повторное использование и переработка отходов / А.О. Богданова, А.В. Долгих // Молодёжная наука – 2023: технологии и инновации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, посвящённой Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации. В 3-х томах, Пермь, 10–14 апреля 2023 года. Пермь: Издательство «От и До», 2023. С. 342-344. EDN ZLGBLR.
2. Гордеева, Т.А. Подари вторую жизнь – получи счастье! / Т.А. Гордеева // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Сборник трудов: XIX Международная конференция; XVII Международный конкурс научных и научно-методических работ; VII Международный конкурс, Москва, 29–30 апреля 2021 года. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Экон-Информ», 2021. С. 15–19. EDN JMQQHT.
3. Гусова, Д.Т. Положительные и отрицательные факторы влияния натурального и искусственного меха на современную экологию / Д.Т. Гусова, А.И. Вильданова // ДИСК-2021: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции в рамках Всероссийского форума молодых исследователей «Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века», Москва, 22–26 ноября 2021 года. Том Часть 1. Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021. С. 74-79. EDN TPSZEK.
4. Дмитрик, И.И. Основа качества овчинно-меховой продукции - морфологические особенности кожного покрова овец / И.И. Дмитрик, Г.В. Завгородняя // Главный зоотехник. 2020. № 4. С. 50-57. DOI 10.33920/sel-03-2004-07. EDN EKMALL.
5. Конова, Д.Ю. Анализ возможностей переработки текстильных отходов в России / Д.Ю. Конова // Проблемы и перспективы устойчивого развития промышленности в XXI веке: от теории к практике: Материалы международной студенческой конференции, Санкт-Петербург, 12 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2023. С. 103-105. EDN DCCLQB.
6. Лычагина А.А. Анализ существующих проблем в сфере обращения с отходами в РФ // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. 2020. № 2-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-problem-v-sfere-obrascheniya-s-othodami-v-rf> (дата обращения: 10.04.2024).
7. Матвеева, А.В. Использование вторичных ресурсов при производстве одежды / А.В. Матвеева, А.Д. Базыль, Д.В. Байкова // Орфановские чтения – 2022: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 08 декабря 2022 года / Под редакцией О.В. Аракчеевой, И.Ю. Кривдиной. Нижний Новгород: Нижегородский государственный педагогический университет, 2023. С. 76-79. EDN QZZFHR.
8. Сафронова, И.Н. Экомоды – модный тренд или требование времени? / И.Н. Сафронова, Т.В. Балланд // Дизайн. Материалы. Технология. 2020. № 1(57). С. 107-110. EDN CGJEOS.
9. Состояние животноводства и перспективы развития производства и переработки кожевенного шубно-мехового сырья в Республике Бурятия / С.И. Билтуев, В.А. Ачитуев, Б.В. Жамьянов, А.В. Матханова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 3(60). С. 138-143. DOI 10.34655/bgsha.2020.60.3.021. EDN ZMBEVV.
10. Тимусь, Н.В. Экологичная мода в производстве натурального и искусственного меха / Н.В. Тимусь, Ю.В. Еремина // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях: Национальная с международным участием научно-практическая конференция, Ставрополь, 18–20 мая 2021 года / под общ. науч. ред. С.П. Бабеньшева. Ставрополь: Издательство Ставролит, 2021. С. 343-347. EDN YROXHV.

RYZHIKOVA Kseniia

Student, British Higher School of Design, Russia, Moscow

RECYCLING OUTDATED NATURAL FUR COATS INTO FASHION ACCESSORIES: A NEW LOOK AT WASTE DISPOSAL

Abstract. *The relevance of this study is due to the problem of surplus and waste in the fur industry and the desire of society for more sustainable and environmentally responsible processing methods, and despite existing processing technologies, there is a “blind spot” in the form of a lack of productive ways to use natural furs that would combine aesthetics, functionality and environmental sustainability, therefore, this research aims to solve this problem by developing a method for recycling obsolete natural fur coats into fashion accessories, which is of interest to both fashion and design professionals and supporters of sustainable development. The leading approach to studying this problem is the use of combined fur crocheting techniques using different sizes of hooks for thread and fur, and the method of cutting fur into strips of a certain width. As a result of the application of these methods, it was revealed that changing the size of hooks and knitting techniques increase the strength of knitted products, allowing the use of fur waste without significant loss of material quality, then prototypes of fashion accessories were created, demonstrating the variability of the method in practice, from elegant hats with fur brims to cozy home items such as throws and pillows. The main point of the research results regarding the purpose is to demonstrate the possibility of processing natural fur into high-quality, fashionable and environmentally sustainable products, and the materials of the article are of practical value for designers, manufacturers of clothing and accessories, and for environmental activists seeking to reduce waste and increase recycling rates in fur industry.*

Keywords: *fur recycling, sustainable development, fur crochet, environmental sustainability, fashion accessories, waste management, recycling, durability of knitted products.*

ВОЕННОЕ ДЕЛО

КЕЛИПОВ Сергей Иванович

слушатель, Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

ЗАХАРОВ Михаил Юрьевич

доцент, кандидат военных наук, Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ СЛУЖЕБНО-БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. В статье выделены основные требования, предъявляемые к организационной структуре подразделений технического обеспечения в современных условиях.

Ключевые слова: техническое обеспечение, эффективность, современные требования.

За последние годы общественно-политическая ситуация в Российской Федерации продолжает находиться под сильным влиянием внешне политических факторов Западных стран, в первую очередь, связанных с проведением специальной военной операции на территории Украины.

Под угрозами национальной безопасности мы понимаем потенциальные угрозы политическим, социальным, экономическим, военным, экологическим, в том числе, и за пределами ее территории. В каждом конкретном случае для их ликвидации требуется особые формы и методы деятельности государства: применение соответствующих специальных органов, сил и средств государства.

В качестве угроз национальной безопасности рассматриваются:

- разведывательная и иная деятельность специальных служб и организаций иностранных государств, а также отдельных лиц, направленная на нанесение ущерба безопасности Российской Федерации;
- деятельность террористических организаций, группировок и отдельных лиц, направленная на насильственное изменение основ конституционного строя РФ, дезорганизацию нормального функционирования органов государственной власти, уничтожение

военных и промышленных объектов, предприятий и учреждений, обеспечивающих жизнедеятельность общества, устрашение населения, в том числе путем применения ядерного и химического оружия либо радиоактивных, химических и биологических веществ;

- экстремистская деятельность националистических, религиозных, этнических и иных организаций и структур, направленная на нарушение единства и территориальной целостности РФ, дестабилизацию внутривнутриполитической и социальной ситуации в стране;
- деятельность преступных организаций и группировок, связанных с незаконным оборотом наркотических и психотропных веществ, оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и др.

Для непосредственного выполнения поставленных задач войска национальной гвардии должны обладать мощным кадровым и техническим потенциалом с хорошо оснащенными соединениями и воинскими частями, и представлять собой один из основных компонентов военной организации государства по обеспечению внутренней безопасности страны.

Чтобы выполнить эти и другие задачи, необходимо знать, в каком направлении вести строительство войск, каковы формы и способы выполнения возлагаемых на них служебно-

боевых задач. Это очень важно, поскольку, исходя из анализа угроз, определяются пути их разрешения, состав силовых структур, формы и способы применения.

Развитие и структурные изменения войск должны осуществляться на научной основе, полученного опыта, принципов строительства и служебно-боевого применения с учетом решаемых ими задач.

Одним из основных направлений развития подразделений технического обеспечения войск национальной гвардии РФ является оптимизация организационно-штатной структуры и обеспечения современным вооружением, военной и специальной техникой.

Все это предопределяет необходимость качественного и всестороннего исследования разнообразных аспектов служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии РФ, системы профессионального отбора и подготовки кадров для прохождения службы в войсках национальной гвардии РФ, планирования и проведения мероприятий по поддержанию боевой и мобилизационной готовности, а также проектирование новых способов служебно-боевой деятельности в соответствии с намеченными тенденциями развития научно-технического прогресса в войсках национальной гвардии и Вооруженных Силах РФ в целом.

С учетом ряда основополагающих принципов, на основе накопленного опыта действий внутренних войск МВД России, теоретических работ по рассматриваемому вопросу и практической реализации полученных результатов на основе современных тенденций возникновения и развития задач можно предложить к рассмотрению следующую организационную структуру подразделений технического обеспечения.

Под принципами организационного построения структур подразделений технического обеспечения понимаются основные правила, в соответствии с которыми формируются соединения и воинские части войск национальной гвардии РФ. Эти правила следуют из закономерностей теории формирования структур и специфических особенностей выполнения задач по материально-техническому обеспечению служебно-боевой деятельности.

Требования к организационной структуре – это объективно обусловленные характеристики и возможности, которыми должны обладать подразделения технического обеспечения для решения возложенных на них задач.

Начальным этапом формирования организационных структур является определение требований к ним. Они вытекают из задач и условий функционирования в современных условиях. Для достижения целей своего функционирования любая организационная структура, являясь сложной системой, должна обладать определенными системными свойствами.

К числу требований, предъявляемых к организационной структуре подразделений технического обеспечения в современных условиях, относятся:

1. Соответствие организационно-штатной структуры подразделений технического обеспечения войск национальной гвардии РФ и их возможностей, содержанию и объему решаемых задач.

2. Способность подразделений технического обеспечения выполнять задачи в различных физико-географических условиях.

3. Высокая мобильность соединений и воинских частей войск национальной гвардии РФ.

4. Способность организационных структур выполнить поставленные задачи в условиях некомплекта требуемых видов вооружения, военной и специальной техники.

5. Высокая живучесть соединений и воинских частей войск национальной гвардии РФ в условиях применения противником высокоточного оружия и других новейших видов оружия, а также действий диверсионно-разведывательных групп и бандформирований.

6. Автономность подразделений технического обеспечения заключается в их способности самостоятельно выполнять задачи обеспечения служебно-боевой деятельности соединений и воинских частей в отрыве от группировки войск (сил).

7. Способность организационных структур адаптироваться к изменению условий функционирования в сроки, соизмеримые с реализацией целей, поставленных задач и условий их выполнения.

8. Экономичность организационных структур, характеризующая минимизацией затрат на их содержание в мирное время.

Таким образом, возникает необходимость сформулировать как в теоретическом, так и в практическом плане разработать требования к оценке эффективности и прогнозированию оперативных показателей служебно-боевой деятельности соединений и воинских частей войск национальной гвардии РФ при

подготовке и в ходе выполнения служебно-боевых задач, что на сегодняшний день является особенно актуальным.

Литература

1. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 226-ФЗ «О войсках национальной гвардии Российской Федерации».

KELIPOV Sergey Ivanovich

Student, Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulev,
Russia, St. Petersburg

ZAKHAROV Mikhail Yurievich

Candidate of Military Sciences, Associate Professor,
Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulev,
Russia, St. Petersburg

METHODOLOGY FOR IMPROVING THE LEVEL OF TECHNICAL SUPPORT UNITS OF THE NATIONAL GUARD TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN CONDITIONS OF SERVICE AND COMBAT USE

***Abstract.** The article highlights the main requirements for the organizational structure of technical support units in modern conditions.*

***Keywords:** technical support, efficiency, modern requirements.*

КОСОЛАПОВ Сергей Олегович

слушатель, Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

ПЕРСИЯНЦЕВ Сергей Анатольевич

преподаватель, Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

*Научный руководитель – доцент Военной академии материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева, кандидат военных наук Корсунь Евгений Викторович*

ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ И ОБОРОНЫ БАТАЛЬОНА МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ В РАЙОН ПРЕДНАЗНАЧЕНИЯ В ХОДЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ВООРУЖЕННОГО КОНФЛИКТА

Аннотация. *Охрана и оборона БМО при подготовке и в ходе перевозки железнодорожным транспортом строится на общих принципах охраны и обороны, однако имеет ряд особенностей, связанных с ограниченностью времени пребывания в районе ожидания погрузки, построением батальона при перевозке и другими факторами. В статье рассмотрены некоторые особенности организации охраны и обороны БМО в этих условиях.*

Ключевые слова: *охранение, диверсионно-разведывательные силы (ДРС), организация, охрана, оборона.*

Зачастую для разрешения международного вооруженного конфликта необходимо привлечение соединений и воинских частей, дислоцирующихся в глубине страны, на значительных расстояниях. В этом случае, за исключением экстренной переброски войск на наиболее угрожаемые направления воздушным транспортом, применяется железнодорожный транспорт. Это позволяет не расходовать моторесурс техники и обеспечить прибытие в район предназначения в кратчайшие сроки с минимальными издержками.

При перевозках мотострелковой (танковой) бригады железнодорожным транспортом основная часть батальона материального обеспечения будет перевозиться одним воинским эшелонном [1]. При этом необходимо учитывать, что боеготовность батальона будет максимально снижена как в ходе погрузки на железнодорожный подвижной состав и разгрузки с него, так и непосредственно при перевозке на железнодорожном составе.

В соответствии с современными взглядами на способы вооруженной борьбы и ведение боевых действий особое место отводится

нарушению системы материально-технического обеспечения с применением высокоточного оружия и десантно-диверсионных сил [2].

Батальон материального обеспечения при нахождении в районе ожидания погрузки и при на железнодорожном транспорте будет одной из приоритетных целей противника. Это обусловлено тем, что, в отличие от размещения в районе сосредоточения (РС), где БМО размещается вблизи центра РС и находится под защитой общевойсковых подразделений и подразделений ПВО, в районе ожидания погрузки, как правило, имеющем меньшую площадь, БМО будет размещаться самостоятельно либо с ограниченными силами и средствами выделенного для его охраны подразделения. Кроме того, более короткое время нахождения БМО в районе ожидания погрузки не позволит выполнить мероприятия инженерного оборудования района в полном объеме, а зачастую даже завершить мероприятия инженерного оборудования первой очереди.

Таким образом, охрану и оборону БМО необходимо будет организовывать в условиях ограничения по ресурсам: личного состава, средств

разведки и целеуказания, огневых средств.

В ходе перевозки *БМО* железнодорожным транспортом можно выделить два основных вида угроз: это воздушный и наземный.

Из-за того, что перевозки железнодорожным транспортом будут осуществляться, как правило, вдали от границ, уменьшается вероятность применения по эшелону авиационных средств поражения бомбардировочной авиацией, а применение армейской авиации практически исключается.

Основным видом высокоточного оружия дальнего действия США является крылатая ракета Tomahawk морского базирования, однако возможность эффективного поражения движущихся целей была реализована только в модификации Tomahawk Block IV Multi-Mode Mission (ТМММ), признанной избыточно дорогой и до настоящего времени так и не принятой на вооружение ВМС США [3]. Кроме того, опасность представляют и дальнобойные крылатые ракеты воздушного базирования стран НАТО: французская SCALP-EG, британская STORM SHADOW, германская TAURUS KEPD350/150. Однако вероятность применения указанных средств поражения по *БМО* относительно мала ввиду их дороговизны.

Наиболее реальной угрозой для подразделений *БМО*, перевозимых железнодорожным транспортом, будет применение беспилотных летательных аппаратов в сочетании с минированием железнодорожных путей и обстрелами из стрелкового оружия, гранатометов и минометов диверсионно-разведывательными группами.

Что же можно противопоставить такому комплексному воздействию противника?

Во-первых, это применение «классических» способов охраны и обороны, главным из которых будет организация охранения.

Целью охранения будет не допустить проникновения разведки противника в район *БМО*, внезапного нападения на подразделения *БМО*, наземного противника и его десантно-диверсионных сил, обеспечить *БМО*, временем и выгодным условием для размещения и выполнения поставленных задач.

Цели охранения достигаются выполнением **задач**, основными из которых являются:

- организация наблюдения за воздушным противником;
- выявление и уничтожение десантно-диверсионных сил противника;
- охрана пункта управления *БМО*;

- обеспечение безопасности движения транспорта;
- осуществление пропускного режима.

Организация охранения включает: определение целей и задач охранения в зависимости от вида действий; отдачу указаний и постановку задач по охранению силам, средствам и органам; организацию взаимодействия подразделений или сил и средств охранения между собой и с охраняемыми подразделениями; подготовку сил и средств к выполнению поставленных задач, их развёртывание и обеспечение; организацию управления; практическую работу по подготовке к выполнению поставленных задач, контроль и оказание помощи.

Для организации охраны при размещении в районе ожидания погрузки и в районе погрузки будет выделяться **сторожевое охранение** – силы и средства подразделения для выполнения задач по охране и защите *БМО*, при его расположении в районе. Подразделениям, выделенным в сторожевое охранение, назначаются полосы охранения и разведки, а также рубежи обороны. Сторожевое охранение *БМО*, будет осуществляться сторожевыми постами, дозорами, секретами, патрулями и наблюдателями. Сторожевые отряды, заставы, посты должны занимать позиции удобные для обороны, обеспечивающие наблюдение и огневое поражение на вероятных направлениях действий противника. С учетом слабого оборудования района ожидания погрузки в инженерном отношении, целесообразно для размещения элементов сторожевого охранения использовать естественные складки местности, а также искусственные сооружения.

Для обеспечения безопасности движения колонны *БМО*, из района ожидания погрузки в район погрузки охрана на маршруте движения осуществляется сопровождением колонн **походным охранением**.

Походное охранение предназначено для обеспечения беспрепятственного движения охраняемой колонны и отражения нападения на неё из засад. Подразделения и боевые машины распределяются по колонне из расчёта не менее одного мотострелкового отделения или боевой машины на 5–10 машин. При этом не допускается постановка боевой техники между машинами с топливом и боеприпасами.

Для поддержания непрерывного взаимодействия при сопровождении колонны организуется устойчивая радиосвязь с другими

подразделениями, сопровождающими колонну, с подразделениями охраны, со старшим колонны, с выставляемыми на маршруте движения сторожевыми заставами, контрольно-пропускными пунктами, комендантскими и диспетчерскими пунктами или постами.

Учитывая то, что район ожидания погрузки будет находиться на относительно небольшом расстоянии от района погрузки, будет целесообразна отправка за 25–40 минут до убытия колонны *БМО*, инженерно-разведывательного дозора, а вслед за ним за 15–20 минут до убытия колонны *БМО*, головного дозора для предотвращения повторного минирования маршрута движения.

Непосредственное охранение организуется во всех видах боевой деятельности в подразделениях, на пунктах управления, тыловых и других объектах с задачей предотвратить нападение на охраняемые войска диверсионных групп и своевременно предупредить о приближении противника или начале активных действий. Оно осуществляется часовыми, наблюдателями и наблюдательными постами, дежурными расчётами огневых средств, экипажами машин, сторожевыми постами, патрулями, секретами, органами комендантской службы. На марше непосредственное охранение осуществляется, кроме того, головными, боковыми, тыльными дозорами или дозорными отделениями, танками, бронетранспортёрами и боевыми машинами пехоты.

Непосредственное охранение организуется командирами подразделений и осуществляется, как правило, силами и средствами самих подразделений. Прогнозирование вероятности нападения зависит от многих вероятностных факторов: потенциальных возможностей противника, его взглядов на ведение боевых действий, стратегии боевого воздействия; степени эффективности вывода из строя данного подразделения; удаления от линии соприкосновения с противником, возможностей средств поражения и т. д.

Во всех случаях возможно применение для наблюдения за местностью малых БПЛА квадрокоптерного типа, что позволит в условиях ограниченного количества личного состава охранения повысить эффективность охраны за счет знания обстановки и упреждения незаметного подхода диверсионно-разведывательных сил противника на близкое расстояние.

Важным моментом будет и организация

противовоздушной обороны (ПВО). В соответствии с наставлением по перевозкам войск железнодорожным, морским, речным и воздушным транспортом, противовоздушная оборона организуется и осуществляется в общей системе ПВО силами и средствами ПВО старшего начальника, а непосредственная – перевозимыми войсками.

Непосредственное прикрытие воинских эшелонов в пути следования осуществляется средствами ПВО и организованным огнем из стрелкового оружия перевозимых подразделений.

Для прикрытия эшелонов, не имеющих своих средств ПВО, могут привлекаться подразделения ПВО воинских поездов. Командиры этих подразделений вовремя сопровождения подчиняются начальнику эшелона. В целях обеспечения необходимых условий для ведения огня по воздушным целям средства противовоздушной обороны, а также личный состав, выделенные для ведения огня из стрелкового оружия, размещаются на платформах в голове и хвосте эшелона. Для безопасности ведения огня каждому зенитному орудью (установке, боевой машине) указываются и устанавливаются запретные секторы и углы возвышения [4].

Исходя из характера угроз, а именно малых размеров и относительно небольшой мощности боеприпасов БПЛА, их малой скорости, но вместе с тем и малозаметности, целесообразна установка в голове и хвосте состава эффективных средств ПВО малого радиуса действия в сочетании с автономными средствами радиоэлектронной борьбы, предназначенными для подавления линий управления беспилотных летательных аппаратов и радиоуправляемых фугасов. Причем для достижения большего сектора обстрела, платформу с установленным зенитным средством лучше установить перед головным локомотивом, а перед ней платформу, груженую камнями либо песком для того, чтобы обезопасить локомотив от подрыва на минах нажимного действия.

По массогабаритным характеристикам и тактико-техническим характеристикам выполняемых задач оптимальным для выполнения поставленных задач по ПВО *БМО*, при перевозке железнодорожным транспортом будет лёгкий мобильный буксируемый зенитный пушечно-ракетный комплекс «Сосна-РА» (рис.) [5].



Рис. Модуль зенитно пушечно-ракетного комплекса «Сосна-РА»

Основное вооружение комплекса – 30 мм двустольный зенитный автомат 2А38М, аналогичный устанавливаемому на ЗПК «Тунгуска». Он способен поражать движущиеся цели на высотах до 3 километров. Весь автомата в снаряженном состоянии 230 кг, возимый боекомплект 600 патронов.

В состав комплекса так же входят 4 пусковые установки для ракет 9М337, способных поражать цели, которые летят на высотах до 3500 м. Дальность поражения – от 1,3 до 8 километров, при этом время полета на максимальную дальность – 11 секунд. Ракета развивает скорость до 1200 метров в секунду. Она оборудована двенадцатиканальным лазерным неконтактным взрывателем и имеет боевую часть весом пять килограммов. Вес ракеты в транспортно-пусковом контейнере – 36 кг, а без него – 25...26 кг. Возимый боезапас – 8 ЗУР [6].

Комплекс имеет оптико-электронную систему наведения, которая более устойчива к помехам, чем радиокомандная, и оптимален для стрельбы по внезапно возникающим низко высотным воздушным целям. Кроме поражения воздушных целей, комплекс «Сосна-РА», как показывает опыт применения ЗПК «Тунгуска», оснащенного аналогичным пушечным вооружением, по наземным целям в Афганистане и Чеченской Республике, позволяет

эффективно вести огонь из зенитного автомата по наземным целям.

Оптимальная конфигурация защитного контура эшелона в этом случае такова: впереди, перед локомотивом: платформа с балластом для защиты от мин нажимного действия, платформа с ЗПК «Сосна-РА»; сзади - платформа с ЗПК «Сосна-РА». При погрузке и разгрузке эшелона расчеты данных комплексов также способны вести наблюдение и отражать атаки воздушного и наземного противника, что позволяет не отрывать личный состав перевозимых подразделений.

В статье рассмотрены отдельные вопросы охраны и обороны БМО, при перевозке железнодорожным транспортом. Из изложенного можно сделать вывод, что сочетание организационных и технических мероприятий позволит повысить эффективность охраны и обороны БМО, в ходе международного вооруженного конфликта при перемещении железнодорожным транспортом.

Литература

1. Основы применения Вооруженных Сил Российской Федерации. Ч. 2 Стратегическая операция.
2. Вероятные воздействия противника в бою по войскам и тылу. Степени боеспособности войскового тыла – КиберПедия.:

Электронный ресурс. Режим доступа: <https://cyberpedia.su/27xec75.html>.

3. Томагавк ракета: описание, дальность полета, скорость и ТТХ, особенности конструкции, отличие от аналогов, современное боевое применение.: Электронный ресурс. Режим доступа: <https://warways.ru/boevye-mashiny/rakety-i-raketnye-kompleksy/tomagavk-raketa.html>.

4. Наставление по перевозкам войск железнодорожным, морским, речным и

воздушным транспортом, введенное в действие приказом Министра обороны СССР от 6 июня 1983 г. № 180. // М.: Воениздат, 1985.

5. 10 российских средств ПВО: ЗРК и ЗРС.: Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.popmech.ru/weapon/256772-10-rossiyskikh-sredstv-pvo-zrk-i-zrs/>.

6. ЗРК Сосна-РА: фото, характеристики.: Электронный ресурс. Режим доступа: <https://avia.pro/blog/zrk-sosna-ra>.

KOSOLAPOV Sergey Olegovich

listener, Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev,
Russia, St. Petersburg

PERSIYANTSEV Sergey Anatolyevich

teacher, Military Academy of Logistics named after Army General A. V. Khrulev,
Russia, St. Petersburg

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Military Academy of Logistics
named after Army General A.V. Khrulev, Candidate of Military Sciences
Korsun Evgeny Viktorovich*

FEATURES OF THE PROTECTION AND DEFENSE OF THE BATTALION OF MATERIAL SUPPORT DURING TRANSPORTATION BY RAIL TO THE DESTINATION AREA DURING AN INTERNATIONAL ARMED CONFLICT

Abstract. *The protection and defense of the BMO during the preparation and during transportation by rail is based on the general principles of protection and defense, however, it has a number of features related to the limited time spent in the waiting area for loading, the formation of a battalion during transportation and other factors. The article discusses some features of the organization of the protection and defense of BMO in these conditions.*

Keywords: *security, sabotage and reconnaissance forces (DRS), organization, defense.*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ГАЛАНОВ Иван Сергеевич

студент, Уфимский университет наук и технологий, Россия, г. Уфа

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИКОВ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ КОЛЛ-ЦЕНТРА

Аннотация. В статье рассматриваются методы и алгоритмы прогнозирования нагрузки для составления графиков работы сотрудников колл-центра. Прогнозирование нагрузки играет ключевую роль в эффективном управлении сменами и обеспечении высокого уровня обслуживания клиентов. Описаны методы временных рядов, машинного обучения, экспоненциального сглаживания и иерархического прогнозирования. Внедрение этих методов в информационные системы позволяет повысить точность прогнозов и оптимизировать распределение ресурсов, улучшая операционную эффективность колл-центра.

Ключевые слова: прогнозирование нагрузки, методы временных рядов, машинное обучение, экспоненциальное сглаживание, иерархическое прогнозирование, информационные системы, колл-центр, управление графиками, операционная эффективность.

Введение

Современные колл-центры играют ключевую роль в обслуживании клиентов и поддержании их удовлетворенности. Эффективное управление рабочими графиками операторов колл-центра напрямую влияет на качество обслуживания и операционную эффективность. Одним из критических аспектов такого управления является прогнозирование нагрузки, что

позволяет оптимально распределять рабочие смены и избегать как перегрузки, так и недогрузки сотрудников.

Цель статьи – рассмотреть и проанализировать различные методы и алгоритмы прогнозирования нагрузки для составления графиков работы сотрудников колл-центра.

Методы, подходящие для решения поставленной задачи перечислены в таблице.

Таблица

Методы подходящие для прогнозирования нагрузки

Название метода	Описание
Метод временных рядов	Являются одними из наиболее распространенных и эффективных для анализа и прогнозирования нагрузки в колл-центрах. Основываются на анализе исторических данных и выявлении тенденций, сезонных и циклических колебаний [1].
Метод машинного обучения	Методы машинного обучения предлагают более гибкие и мощные подходы к прогнозированию, особенно при наличии большого объема данных и сложных зависимостей между ними.
Экспоненциальное сглаживание	Используются для сглаживания временных рядов и прогнозирования будущих значений на основе взвешенного среднего прошлых наблюдений.
Методы адаптивных иерархических прогнозов	Иерархическое прогнозирование позволяет учитывать различные уровни данных (например, отделы и сотрудники) для создания общего прогноза.

К методам временных рядов относятся:

- ARIMA. модель авторегрессии скользящего среднего, которая применяется для построения краткосрочных прогнозов величины на основании её предыдущих значений;
- SARIMA. Расширение модели ARIMA для учета сезонных компонентов.

К методам машинного обучения относятся [2]:

- регрессия. Простейший метод машинного обучения, основанный на нахождении зависимости между переменными;
- случайные леса. Алгоритм, использующий множество деревьев решений для повышения точности прогнозов;
- нейронные сети. Многослойные структуры, способные моделировать сложные нелинейные зависимости. Эффективны для больших объемов данных и сложных задач прогнозирования [3].

К методам экспоненциального сглаживания относятся:

- простое экспоненциальное сглаживание. Использует одно весовое значение для всех прошлых наблюдений;
- двойное экспоненциальное сглаживание. Учитывает тренд в данных;
- тройное экспоненциальное сглаживание. Учитывает тренд и сезонность в данных.

Иерархическое прогнозирование используется для прогнозов различных уровней иерархии данных.

При разработке информационной системы для составления графиков работы сотрудников колл-центра важно определить наиболее подходящий метод прогнозирования нагрузки, учитывая специфику данных и требования бизнеса. Хотя каждый из методов имеет свои преимущества, использование всех методов одновременно может быть избыточным и ресурсоемким. Поэтому необходимо выбрать наиболее подходящий метод или комбинацию методов, которые наилучшим образом соответствуют целям и задачам системы. Для этого были рассмотрены преимущества и недостатки каждого из методов.

Преимущества метода временных рядов:

- хорошо подходят для данных с выраженными трендами и сезонностью [4];
- могут эффективно моделировать временные зависимости в данных.

Недостатки:

- требуют стационарности данных, что не всегда возможно без предварительного преобразования данных;
- ограниченная способность моделировать сложные нелинейные зависимости.

Преимущества методов машинного обучения:

- могут учитывать большое количество факторов и сложные нелинейные зависимости;
- Обладают высокой гибкостью и адаптивностью к различным типам данных.

Недостатки:

- требуют большого объема данных для обучения;
- могут быть ресурсоемкими в плане вычислительной мощности и времени обучения.

Преимущества методов экспоненциального сглаживания [5]:

- простота и легкость реализации;
- хорошо подходит для данных с краткосрочными колебаниями и без выраженных сезонных компонентов.

Недостатки:

- менее эффективен при наличии сильных трендов и сезонных изменений;
- может не справляться с долгосрочными прогнозами.

Преимущества метода адаптивных иерархических прогнозов:

- способны учитывать различные уровни данных (например, отделы и сотрудники), что позволяет создавать более детализированные и точные прогнозы;
- иерархическая структура упрощает управление данными и их анализ.

Недостатки:

- могут быть сложными в реализации и требовать значительных вычислительных ресурсов;
- зависимость от качества и полноты данных на всех уровнях иерархии.

Для информационной системы, предназначенной для составления графиков работы сотрудников колл-центра, можно рассмотреть несколько сценариев применения и выбрать наиболее подходящий метод на основе специфики данных и требований к прогнозированию.

Если данные имеют выраженные тренды и сезонные колебания рекомендуемый метод: SARIMA.

SARIMA хорошо справляется с моделированием данных с сезонными компонентами и

трендами, что часто наблюдается в колл-центрах (например, увеличение звонков в праздничные дни или в определенные дни недели).

Если данные содержат сложные зависимости и много факторов, влияющих на нагрузку рекомендуемый метод: Нейронные сети или случайные леса.

Нейронные сети и случайные леса способны учитывать множество факторов (например, погода, рекламные кампании, события) и моделировать сложные нелинейные зависимости.

Если необходимо учитывать различные уровни иерархии данных рекомендуемый метод: Адаптивные иерархические прогнозы.

Эти методы подходят для крупных организаций с разветвленной структурой, где необходимо учитывать особенности различных подразделений.

Если данные имеют краткосрочные колебания без выраженных сезонных компонентов рекомендуемый метод: Экспоненциальное сглаживание.

Простота и эффективность экспоненциального сглаживания делает его идеальным для краткосрочных прогнозов в стабильных условиях.

Заключение:

Прогнозирование нагрузки в колл-центре является сложной задачей, требующей применения различных методов и алгоритмов. Методы временных рядов, машинного обучения, экспоненциального сглаживания и

иерархического прогнозирования могут значительно улучшить точность прогнозов и эффективность управления графиками работы сотрудников. Внедрение информационной системы, использующей данные методы, позволит существенно повысить качество обслуживания клиентов, оптимизировать распределение ресурсов и улучшить общую операционную эффективность колл-центра.

Литература

1. Агеев, А. В. 2019. Прогнозирование временных рядов: теоретические и прикладные аспекты. Вестник университета, (2), 34-42.
2. Казакова, Н. А., & Ткаченко, В. А. 2021. Применение машинного обучения для прогнозирования нагрузки в колл-центрах. Информационные технологии и математическое моделирование, 30(1), 105-112.
3. Кузнецов, С. А. 2020. Нейронные сети и их применение в прогнозировании временных рядов. Вестник Тюменского государственного университета, 26(2), 99-107.
4. Лебедев, А. С. 2018. Прогнозирование временных рядов с использованием модели ARIMA. Вестник Санкт-Петербургского университета, (1), 48-55.
5. Ефимов, И. А. 2017. Методы экспоненциального сглаживания в анализе временных рядов. Экономический анализ: теория и практика, 16(11), 79-86.

GALANOV Ivan Sergeevich

Student, Ufa University of Sciences and Technologies, Russia, Ufa

METHODS AND ALGORITHMS FOR FORECASTING LOAD IN AN INFORMATION SYSTEM FOR SCHEDULING WORK OF CALL CENTER EMPLOYEES

Abstract. *The article discusses methods and algorithms for load forecasting for scheduling call center employees. Load forecasting plays a key role in effectively managing shifts and delivering high levels of customer service. Methods for time series, machine learning, exponential smoothing, and hierarchical forecasting are described. The introduction of these methods into information systems can improve the accuracy of forecasts and optimize the allocation of resources, improving the operational efficiency of the call center.*

Keywords: *load forecasting, time series methods, machine learning, exponential smoothing, hierarchical forecasting, information systems, call center, schedule management, operational efficiency.*

КОНДАРОВА Кристина Игоревна

студентка, Уфимский университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

ТЕХНОЛОГИИ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Аннотация. В данной статье проведен анализ современных публикаций, связанных с задачей цифрового сбора, обработки и анализа данных. Также рассмотрены существующие технологии сбора и обработки данных. Выявлены процедуры технологического процесса обработки информации. Представлен анализ программных продуктов, которые могут быть использованы для хранения и визуализации данных и сделаны выводы и намечены пути дальнейшего развития.

Ключевые слова: информационные технологии, базы данных, интеграция данных, сбор и обработка данных, хранилище данных.

Введение

В наши дни крупные организации имеют множество офисов в разных городах, или даже странах, а также множество сотрудников, заказчиков, клиентов, бизнес-пользователей и инвесторов. Каждому для их работы нужны документы, отчёты или таблицы, которые могут храниться в компании в разных источниках. Данный процесс будет весьма долгим, так как сначала необходимо будет узнать, где именно хранятся нужные данные. Далее нужно узнать, есть ли у пользователя доступ к запрашиваемым данным, потому что существуют конфиденциальные данные компании, к которым доступ ограничен [11]. Для этого необходимо согласовать доступ с большим количеством руководителей, и только потом получить нужные данные.

Но формат данных в разных источниках могут быть разные. Например, существует несколько вариантов СУБД для хранения данных, и, чтобы использовать их в других системах, сначала данные необходимо будет перевести в требуемый формат, а потом уже работать с ними.

Таким образом, у организации возникают трудности в работе с данными, на получение которых тратится много времени и, соответственно, работа всей компании может замедлиться.

Актуальность решения данной проблемы состоит в том, чтобы пользователям в организациях было легче работать с большим объемом данных, хранить их в одном месте и в едином формате. Данная технология поможет экономично использовать денежные и временные ресурсы компании и пользователей, а также оптимизировать запрос к данным.

Цель исследования: Обзор существующих технологий по сбору, обработке и анализу данных.

Задачи исследования:

1. Изучить способы сбора и обработки данных.
2. Изучить программные продукты для визуализации данных.
3. Выделить недостатки существующих технологий.

Основная часть

Способы сбора информации:

Сбор информации предполагает получение максимально выверенной исходной информации и является одним из ответственных этапов в работе с информацией [4, с. 104]. Технология сбора подразумевает использование определенных методов сбора информации и технических средств, выбираемых в зависимости от вида информации и применяемых методов ее сбора. Заключительным этапом сбора является ее преобразование в данные, иными словами в информацию, пригодную для обработки средствами вычислительной техники.

Когда сбор информации завершен, собранные данные сводятся в систему для создания, хранения и поддержания в актуальном состоянии информационного фонда, необходимого для выполнения различных задач в деятельности объекта управления.

В общем случае технологический процесс обработки информации включает такие процедуры как [9, с. 325-330]:

- Сбор и регистрация информации;
- Обработка информации;
- Хранения, поиск информации;
- Передача информации;

- Представление информации для анализа и принятия решений [6, с. 73].

Способы обработки информации:

Централизованный способ – предполагает сосредоточение данных в информационно-вычислительном центре, выполняющем все основные действия технологического процесса обработки информации. Достоинством такого способа обработки информации, является дешевизна обработки больших объемов информации за счет загрузки вычислительных средств.

Децентрализованный способ характеризует рассредоточением информационно-вычислительных ресурсов и распределением технологического процесса обработки информации по местам возникновения и потребления информации. Достоинством данного способа является повышение оперативности обработки информации и решения поставленных задач, применение надёжных средств передачи информации [7, с. 237].

Программные продукты для визуализации данных:

В последнее время стали очень популярны аналитические системы управления базами данных [2, с. 32-34]. Это связано с тем, что во многих организациях накоплены огромные массивы информации, из которых специалисты по работе с данными научились извлекать ценность [12, с. 91-93]. В то время как традиционные СУБД со строчным типом хранения не позволяют эффективно справляться с обработкой «тяжёлых» OLAP-запросов, аналитические, с их возможностью хранить данные в столбцах, специально ориентированы на работу с нагрузками такого типа [16, с. 18-19].

Особенностью массово-параллельной архитектуры [10] (Massive parallel processing, MPP) является физическое разделение памяти узлов, объединённых в кластер [14].

Кратко рассмотрим, какие технологии существуют на сегодняшний день.

EMC Greenplum – представляет собой реляционную СУБД, имеющую массово-параллельную архитектуру без разделения ресурсов на основе PostgreSQL.

Два основные отличительные особенности данного продукта – горизонтальная масштабируемость (возможность добавления узлов в кластер) и хранение данных в столбцах (обеспечивающее практическую эффективность сжатия данных и снижение трафика ввода-вывода для больших запросов) [3, с. 129-133].

Teradata – это параллельная реляционная СУБД, которая работает на разных операционных системах. Фактически Teradata является большим сервером баз данных, который взаимодействует со множеством клиентов посредством протокола TCP/IP или через соединение с каналом универсальной вычислительной машины (mainframe) IBM. Разнообразие поддерживаемых ОС – одна из причин, почему Teradata имеет открытую архитектуру.

Высокую скорость доступа к данным Teradata обеспечивает за счёт MPP. Teradata предлагает серверы Intel, соединённые в частную сеть BYNET для обмена сообщениями. Системы Teradata предлагаются с фирменными дисковыми массивами для хранения баз данных.

Apache Hadoop – это среда программирования программного обеспечения, где хранятся большие объёмы данных, которые используются для выполнения вычислений. Проект фонда Apache Software Foundation, свободно распространяемый набор утилит, библиотек и фреймворк для разработки и выполнения распределённых программ, работающих на кластерах из множества узлов.

Недостатки существующих технологий:

Несмотря на такие оптимистичные показатели скорости, MPP-СУБД не предназначена для быстрой обработки индивидуальных транзакций, как, например, OLTP-система. Разберём запись данных в MPP-базу. Данное действие происходит не мгновенно, а представляет собой последовательность нескольких шагов [1, с. 24-25]:

- сначала выполняется синтаксический разбор SQL-выражения;
- далее строится план выполнения SQL-запроса;
- после запрос отправляется на все узлы кластера и ожидает от каждого из них подтверждения успешного выполнения. При этом возникает небольшая задержка по времени, вследствие обмена данными по сети.

Greenplum

Выделим следующие недостатки Greenplum:

- высокие требования к ресурсам центрального процессора, памяти и жестким дискам, а также к сетевой инфраструктуре;
- низкая производительность при большом объёме простых запросов, выполняющих одну операцию, потому что каждая транзакция на мастере порождает множество зеркальных транзакций на сегментах;

- неоптимальное распределение сегментов, что может негативно отразиться на производительности кластера при его расширении.

Teradata

Главным недостатком СУБД Teradata относительно других технологий, является высокая стоимость приобретения, как системы в целом, так и стоимость хранения данных [5, с. 54]. Второй недостаток – небольшой инструментарий для работы с СУБД. Третьим недостатком, можно сказать, является то, что Teradata получила меньшее распространение чем, например, Hadoop. И именно из-за этого недостатка существуют проблемы с внедрением и сопровождением данной СУБД.

Hadoop

Данный фреймворк значительно проигрывает конкурентам в производительности в таких темах, как [15, с. 57-58]:

- Database joins (compare any SQL database);
- OLTP (compare VoltDB);
- Realtime analytics (compare Cloudscale);
- Supercomputing, e.g., modelling, simulation, fluid dynamics;
- Graph computing (compare Pregel);
- Interactive analysis of big data (compare Dremel);
- Incremental analysis of big data.

Нужно помнить также, что: Hadoop – фреймворк, а не готовое решение, его сложнее сопровождать и выполнять AdHoc-анализ; в некоторых случаях Hadoop очень медленный [13, с. 2-9].

Таким образом, массивно-параллельные СУБД предназначены для хранения и обработки больших объёмов данных, которые могут достигать до сотен ТБ. Каждая технология имеет свои недостатки, главное определиться, с какими потерями компания готова мириться, а с какими нет. Для оперативных транзакций и быстрого построения аналитических отчётов лучше всего подойдут такие технологии, как колоночные базы [8, с. 90] Arenadata QuickMarts и ClickHouse.

Выводы

Рассмотрены существующие технологии сбора и обработки данных. Проведён анализ технологий, способствующих визуализации большого количества данных из единого хранилища потребителям. Намечены пути дальнейшей оптимизации существующей технологии сбора и обработки данных.

Литература

1. Бебенина Е.В., Ёлкин О.М. Повышение качества управления образованием с использованием технологии обработки больших данных // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020 г. С. 24-25.
2. Гаврилов А.В., Куликов С.В., Голкина Г.Е., Тихонова Н.А. Повышение уровня подготовки IT-специалистов на основе анализа требований рынка труда // Открытое образование. 2019 г. С. 32-34.
3. Демина Н.Ю. Компьютерные технологии обработки данных // Пермский педагогический журнал. 2021 г. С. 129-133.
4. Емельянова С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных // Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики. 2015 г. С. 104.
5. Исаев Г.Н. Модель идентификации свойств ошибок в технологии обработки данных // Открытое образование. 2018 г. С. 54.
6. Лыфарь Д.А. Параллельные алгоритмы обработки реляционных баз данных // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2010 г. С. 73.
7. Овсянникова А.К., Макаревич Н.С. Система сбора и обработки данных с использованием беспроводных технологий // Системный анализ в проектировании и управлении. 2020 г. С. 237.
8. Портнов М.С. Речнов А.В. Филиппов В.П. Потенциал применения современных информационных технологий в бизнес-аналитике // Вестник Российского университета кооперации. 2020 г. С. 90.
9. Сенько А. Работа с BigData в облаках. Обработка и хранение данных с примерами из Microsoft Azure // СПб.: Питер, 2019 г. С. 325-330.
10. Сербин В.В., Дуйсебекова К.С., Алтайбек А. Исследование производительности систем с массивно-параллельной архитектурой на больших данных // Евразийский союз учёных. 2016 г. С. 118-122.
11. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 № 149-ФЗ // Нормативный документ Российской Федерации. 2006 г. Ст. 8.
12. Хасанов Д.С., Свистунова А.С. Технология сбора данных в логистике // Системный

анализ в проектировании и управлении. 2021 г. С. 91-93.

13. Щербакова М.В., Чан Ван Фу, Сай Ван Квонг. Грамматика запросов для хранилища разнородных данных в проактивных системах // Программные продукты и системы. 2018 г. С. 2-9.

14. David Loshin. ETL (Extract, Transform, Load) // Business Intelligence, 2nd. Morgan Kaufmann, 2012 г.

15. Hassan Asghar, Babar Nazir. Analysis and implementation of reactive fault tolerance techniques in Hadoop: a comparative study // The Journal of Supercomputing. 2021 г. С. 57-58.

16. Jiawei Han. OLAP Mining: An Integration of OLAP with Data Mining // Data Mining and Reverse Engineering. 1998. С. 18-19.

KONDAROVA Kristina Igorevna

Student, Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

DATA COLLECTION AND PROCESSING TECHNOLOGIES

Abstract. *This article analyzes modern publications related to the task of digital collection, processing, and analysis of data. Existing technologies for collecting and processing data are also considered. The procedures of the technological process of information processing are revealed. An analysis of software products that can be used to store and visualize data is presented and conclusions are drawn and ways of further development are outlined.*

Keywords: *information technology, databases, data integration, data collection and processing, data warehouse.*



10.5281/zenodo.11526785

МАКСИМОВ Вячеслав Юрьевич
ведущий инженер-программист,
AUTO1 IT Services SE & Co. KG, Германия, г. Берлин

ПРОГРЕССИВНЫЙ ПАРАЛЛЕЛИЗМ НА ПРАКТИКЕ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ ПОТОКОВ К ВИРТУАЛЬНЫМ В JAVA И КОРУТИНАМ В KOTLIN

Аннотация. Рассматривается использование многопоточности в современных вычислительных системах через призму Java и Kotlin на платформе JVM. Основное внимание уделено анализу эффективности традиционных потоков JVM и современных абстракций, таких как корутины в Kotlin и виртуальные потоки в Java. Статья изучает влияние этих технологий на производительность приложений, используя количественные методы для оценки задержек, потребления памяти и количества потоков в различных сценариях испытаний. Результаты тестов представляют интерес для определения наиболее эффективных подходов к параллелизму в рамках JVM, особенно в условиях высокой конкуренции за системные ресурсы.

Ключевые слова: Java, Kotlin, потоки, виртуальные потоки, корутины, структурированный параллелизм.

Введение

В современных вычислительных системах параллельная обработка и многопоточность являются ключевыми элементами для улучшения производительности и эффективности приложений. JVM предлагает абстракции для создания и управления потоками в приложениях, которые напрямую взаимодействуют с потоками операционной системы (ОС) [1, с. 1-3]. Это взаимодействие критически важно для оптимизации приложений и эффективного использования системных ресурсов.

Основой для создания многопоточных приложений на Java является модель памяти Java (Java Memory Model, JMM), которая определяет, как изменения, внесенные одним потоком, могут быть видимы другими потоками. JMM определяет, как потоки в Java взаимодействуют с памятью [2, с. 81-96]. Она гарантирует, что изменения, сделанные одним потоком, будут видны другим, обеспечивая основу для безопасной многопоточности. JMM обеспечивает надлежащую синхронизацию с помощью таких конструкций, как «synchronized» блоки, «volatile» переменные и барьеры памяти. Это очень важно для предотвращения гонок данных и обеспечения согласованного поведения в многопоточных программах на Java.

- **Стек (Stack)** – Каждый поток, выполняющийся в виртуальной машине Java, имеет свой собственный стек потоков. Локальные переменные для примитивных типов полностью хранятся в стеке потоков и не видны другим потокам. Даже если два потока выполняют один и тот же код, они создадут свои отдельные копии локальных переменных для этого кода в своих стеках потоков. Память стека увеличивается при вызове новых методов и уменьшается при их завершении. Каждый раз, когда вызывается метод, создается новый кадр стека, и при возврате значения методом соответствующий кадр удаляется.

- **Куча (Heap)** – это отдельная область памяти, содержащая все объекты, созданные в приложении Java, независимо от того, какой поток их создал. Сюда входят объекты примитивных типов (например, Integer, Long). Независимо от того, был ли объект создан и присвоен локальной переменной или создан как переменная-член другого объекта, он сохраняется в куче.

Потоки в Java создаются и управляются через API класса `java.lang.Thread`, каждый из которых сопоставляется на поток операционной системы, позволяя JVM эффективно управлять выполнением кода на многопроцессорных системах. Потоки JVM полностью интегрированы

с планировщиком потоков ОС, что позволяет приложениям на Java воспользоваться преимуществами многопоточности на уровне аппаратного обеспечения. Поскольку потоки JVM являются потоками ОС, они подвержены политикам планирования ОС, что влияет на порядок и время выполнения потоков в приложении.

Kotlin использует те же механизмы Java Virtual Machine (JVM) для работы с потоками, что и Java, это позволяет использовать то же API классов по управлению жизненным циклом потока.

Отмечается ряд ограничений, с которыми сталкиваются JVM потоки. Частое создание и переключение потоков может привести к значительным накладным расходам, особенно на системах с большим количеством потоков, что снижает общую производительность приложения. Необходимо учитывать, поток JVM занимает определенное количество памяти и системных ресурсов, включая собственный стек вызовов и локальные переменные, что может привести к избыточному потреблению ресурсов при неоптимальном использовании потоков. Кроме того, потоки зависят от числа ядер процессора; создание большего числа потоков, чем количество ядер приведет к деградации производительности из-за конкуренции за процессорное время.

Появление легковесных потоков, представляющих собой абстракцию над традиционными потоками операционной системы, позволило уменьшить накладные расходы на создание и управление потоками. Они являются более масштабируемым и ресурсоэффективным способом для выполнения параллельных задач по сравнению со стандартными потоками, поскольку не требуют выделения отдельного стека и других системных ресурсов для каждого потока. Легкие потоки не управляются напрямую операционной системой, а организуются на уровне пользовательского пространства или библиотеки. Это снижает время и ресурсы, необходимые для создания и переключения контекстов. Также они позволяют создавать большое количество параллельных задач, не перегружая систему, благодаря эффективному распределению задач между физическими потоками.

Реализация легких потоков существует в ряде языков и имеет различные термины, например в Kotlin это Coroutines, в Go – Goroutines, в Erlang – Processes и т. д. В недавней 21 версии Java появилась официальная

поддержка виртуальных потоков (Virtual Threads).

Корутины в Kotlin

Поддержка легких потоков в Kotlin осуществляется через корутины [3, с. 68-84], реализованные в виде богатой библиотеки `kotlinx.coroutines`. Корутины перешли из статуса экспериментального в стабильной версии Kotlin 1.3. Они не привязаны к потокам ядра ОС, coroutine позволяет выполнение задач в одном или нескольких потоках JVM.

В отличие от традиционных функций, которые выполняются от начала до конца без остановки, корутины могут «приостанавливаться» в точках ожидания (где выполняется асинхронная операция) и «возобновляться» с того же места, как только асинхронная операция завершится. Это достигается благодаря использованию специальных «приостанавливающих функций» (`suspend functions`), которые отмечают точки, где корутина может быть приостановлена [4, с. 27-38]. Kotlin предоставляет языковую поддержку и библиотеки, такие как `kotlinx.coroutines`, для управления жизненным циклом корутин и выполнения асинхронных задач.

Корутины в Kotlin запускаются в определенной области видимости (`CoroutineScope`), а для запуска самой корутины используется `launch`, где запуск возвращает задание и не несет никакого результирующего значения или `async` возвращающий отложенное задание `Deferred`.

Корутины всегда выполняются в некотором контексте, представленном значением типа `CoroutineContext`, определенного в стандартной библиотеке Kotlin. Контекст корутины включает в себя диспетчер сопрограммы (`CoroutineDispatcher`), который определяет, какой поток или потоки соответствующая корутина использует для своего выполнения. Диспетчер сопрограммы может ограничить выполнение корутины определенным потоком, отправить ее в пул потоков или позволить ей выполняться без ограничений.

Существует 4 вида диспетчеров [5]:

1. `Dispatchers.Default`: по умолчанию используется всеми стандартными сборщиками, такими как запуск, асинхронность и т. д., если в их контексте не указан диспетчер;
2. `Dispatchers.IO`: предназначенный для блокирующих задач ввода-вывода;
3. `Dispatchers.Main`: ограниченный основным потоком, работающим с объектами пользовательского интерфейса;

4. `Dispatchers.Unconfined`: не привязанный к какому-либо конкретному потоку. Он выполняет начальное продолжение корутины в текущем кадре вызова и позволяет корутине возобновить работу в любом потоке, который используется соответствующей приостанавливающей функцией, без указания какой-либо конкретной политики потоков.

`CoroutineScope` управляет жизненным циклом корутин в рамках этой области, обеспечивая автоматическую отмену всех запущенных в данной области корутин, когда область видимости уничтожается или завершается, предотвращая таким образом утечки памяти и ресурсов.

Структурированный параллелизм в корутинах позволяет локализовать и контролировать жизненные циклы корутин, уменьшая риск утечек ресурсов и других связанных с асинхронностью проблем. Корутины, запущенные в рамках одной области видимости, могут быть легко синхронизированы и координированы, это помогает корректно реагировать на ошибки и отмены, автоматически прекращать все связанные операции, минимизируя возможные побочные эффекты ошибок или нежелательных состояний.

Виртуальные потоки (Virtual threads) в Java

В версии 21 языка Java стали официально доступны виртуальные потоки [6]. Они управляются JVM и предназначены для решения недостатков традиционных потоков операционной системы (OS threads), таких, как накладные расходы, связанные с ресурсами и планированием.

Программирование с виртуальными потоками похоже на использование обычных потоков. Виртуальные потоки в Java предназначены для использования с существующими интерфейсами и классами в стандартной библиотеке Java, такими как `Runnable`, `Callable` и `ExecutorService`. Это позволяет легко адаптировать существующий многопоточный код для использования виртуальных потоков. Для запуска виртуального потока достаточно использовать расширенный метод `startVirtualThread` из `java.lang.Thread` [7].

Виртуальные потоки в Java реализуют модель «многие-ко-многим», где множество виртуальных потоков могут быть отображены на относительно меньшее количество физических потоков (потоки операционной системы). Когда виртуальный поток ожидает ввода/вывода

или блокировки, он может быть приостановлен, и его физический поток может быть использован для выполнения других виртуальных потоков. Очевидно, что виртуальные потоки служат для приложений с высокими требованиями к параллелизму и асинхронности, достигая лучшую масштабируемость и более быструю синхронизацию.

Необходимо использовать виртуальные потоки в параллельных приложениях с высокой пропускной способностью, особенно в тех, которые состоят из большого количества одновременных задач и тратящие значительную часть времени на ожидание. Серверные приложения являются примерами приложений с высокой пропускной способностью, поскольку они обычно обрабатывают множество клиентских запросов, которые выполняют блокирующие операции ввода-вывода, такие, как выборка ресурсов.

Тестовая среда и методология

Все тесты выполнялись на одном компьютере модели MacBook Pro (16-inch, 2021), состоящем из 64-битной машины с операционной системой macOS Monterey 12.6, 32 ГБ памяти типа LPDDR5 и процессором 3.2 GHz Apple M1 Pro. Для запуска JVM использовался `arch-64 OpenJDK-21.0.2 LTS`, версия языка Kotlin 1.9.22.

Одна и та же программа была написана на Java и Kotlin с использованием различных конструкций параллелизма. Всего было 3 тестовых случая – для Java с использованием обычных потоков и виртуальных потоков, и для Kotlin с использованием корутин. Каждый тест представляет собой работу с диском путем записи в файл информации о дате создания для каждого потока. `Coroutines` использует контекст `Dispatchers.IO`. `Dispatchers.IO` по умолчанию устанавливает ограничение в 64 потока или количество ядер, в зависимости от того, что больше [8]. В Java – количество потоков платформы, доступных для планирования виртуальных потоков по умолчанию используется количество доступных процессоров [9].

Для определения сбалансированного среднего значения производилось 10 последовательных запросов, в которых создавались стандартные потоки, виртуальные потоки или корутины на 10, 100, 1000 или 10000 повторений, что позволило получить представление о масштабируемости и эффективности каждого инструмента конкурентности при увеличении нагрузки. Для просмотра результатов по тестам использовался инструмент `VisualVM 2.1.7`,

обеспечивающий визуальное представление информации, в том числе о потоках, CPU и памяти для JVM приложений.

Результаты и анализ

При тестировании средней задержки для классических потоков, виртуальных потоков и корутин (табл. 1), выявилось, что на низких уровнях (10 и 100) все три случая показали близкую производительность с небольшими вариациями. Значительные различия в производительности проявились на высоких уровнях

(1000 и 10000). Java Virtual Threads систематически показывали лучшую производительность по сравнению с Java Threads, существенно снижая задержку в 3 раза на наивысшем испытанном уровне. Kotlin Coroutines также превосходили Java Threads. Примечательно, виртуальные потоки и корутины работают почти одинаково относительно производительности, но с небольшим преимуществом на стороне виртуальных потоков.

Таблица 1

Средняя задержка в миллисекундах в зависимости от количества повторений

Repetitions	Java Threads	Java Virtual Threads	Kotlin Coroutines
10	16	22	21
100	25	23	32
1000	80	38	53
10000	537	152	165

Рассмотрим среднее потребление памяти «кучи» при максимальной нагрузке (табл. 2). Видно, что виртуальные потоки и корутины работают значительно лучше, чем обычные потоки в Java, так как занимают заметно меньше места в куче. Поскольку потоки являются оберткой для потоков ядра ОС, их сложнее удалить из кучи, что в конечном итоге приводит к «засорению» кучи. Значительное количество

потоков ядра ОС используется для обработки высокой частоты запросов, они занимают ресурсы, необходимые для эффективного управления памятью и сборки мусора. По сравнению с потоками, в основном благодаря лучшим планировщикам, и виртуальные потоки, и корутины освобождают свой поток ядра ОС из кучи, как только они больше не нужны, без лишнего удержания.

Таблица 2

Среднее потребление «кучи» в мегабайтах для максимально испытанного количества повторений

Repetitions	Java Threads	Java Virtual Threads	Kotlin Coroutines
10000	640	12	11

Как обсуждалось ранее, виртуальные потоки и корутины предусматривают меньшее количество действительных потоков (табл. 3). При низкой нагрузке (10 и 100) разница в количестве потоков между Java Virtual Threads и Kotlin Coroutines невелика, что указывает на почти

одинаковое использование ресурсов. Однако при высокой нагрузке (1000 и 10000) разница становится значительной. Coroutines потребляют почти в два раза больше потоков, чем Virtual Threads, что может указывать на более высокую ресурсоемкость.

Таблица 3

Среднее количество созданных потоков для 10, 100, 1000 и 10000 повторений

Repetitions	Java Virtual Threads	Kotlin Coroutines
10	11	13
100	18	20
1000	20	39
10000	40	77

Обсуждения

Одной из основных целей параллелизма является оптимизация использования многоядерных процессоров и повышение производительности приложений при том же количестве ресурсов. Однако появление новых

подходов к параллелизму, включая разработку новых реализаций, таких как виртуальные потоки, может принести и другие преимущества.

Сравнивая языки программирования .Net C# и Java, известно несмотря на то, что язык программирования Java предназначен для

работы на нескольких платформах, что усложняет проектирование и реализацию такой среды, он является значительно быстрее [10, с. 426-441]. Также согласно сравнительному анализу Java, Python and GO [11], Java и Go соревнуются между собой и занимают лидирующие позиции в зависимости от характера использования в многопоточной среде. Более того, современные полиглотские виртуальные машины позволяют разработчикам использовать преимущества полиглотского сочетания и синергии различных языков программирования. Одним из таких примеров является виртуальная машина (VM) GraalVM, которая поддерживает разные языки программирования и модели выполнения, такие как JIT-компиляция и AOT-компиляция. Это означает, что дальнейшее развитие VM и добавление новых языков, таких как Kotlin, может принести преимущества структурированного параллелизма в полиглот-программирование, позволяя разработчикам комбинировать различные языки программирования, такие как Java и Kotlin, для достижения высокой производительности более простым способом.

По результатам тестов, поскольку виртуальные потоки и корутины освобождают свои потоки ядра ОС значительно быстрее, они могут улучшить процесс управления памятью. Все потоки JVM имеют доступ к куче, улучшение скорости синхронизации между потоками приводит к лучшему управлению объектами, хранящимися в куче, и их удалению с помощью GC. В Java 21 по-прежнему по умолчанию используется сборщик мусора (GC) G1, и для дальнейшего исследования следует проверить различные сборщики мусора, например Shenandoah GC и Generational ZGC с виртуальными потоками. В частности, изучению различий между поведением и производительностью виртуальных потоков и корутинов в этом отношении. Расширенный набор тест кейсов для работы с сетью или исключая работу с блокирующими задачами ввода/вывода предоставят более детальные варианты использования того или иного подхода.

Заключение

Исследование подтвердило значительные преимущества использования легковесных потоков, таких как виртуальные потоки и корутины, по сравнению с традиционными потоками JVM в контексте мультипоточного программирования. Виртуальные потоки Java и корутины Kotlin демонстрируют улучшенную

производительность на высоких уровнях нагрузки благодаря эффективному управлению памятью и меньшим затратам на синхронизацию. Эти технологии способствуют более высокой пропускной способности и лучшему распределению задач, особенно в многозадачных и асинхронных приложениях. Также, структурированный параллелизм корутинов в Kotlin и механизмы управления виртуальными потоками в Java предлагают значительные улучшения для приложений, требующих интенсивной работы с потоками. Отмечается схожая производительность виртуальных потоков и корутинов, однако виртуальные потоки превосходили корутины по скорости выполнения и меньшему потреблению ресурсов процессора. Однако выбор одного из предоставленных подходов по применению легковесных потоков зависит от варианта использования при построении системы и узконаправленных анализов производительности.

Литература

1. Goetz B. Java Concurrency in Practice / Goetz B: Addison-Wesley, 2010 – 403 с.
2. Huisman M., Petri G. The Java memory model: a formal explanation // VAMP. – 2007. – Т. 7. – С. 81-96.
3. Kotlin coroutines: Design and implementation / Elizarov R., Belyaev M., Akhin M., Usmanov I. // Onward! 2021 – Proceedings of the 2021 ACM SIGPLAN International Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on Programming and Software, co-located with SPLASH 2021, Virtual, Online, 20–22 октября 2021 года. – Virtual, Online, 2021. – P. 68-84. – DOI 10.1145/3486607.3486751. – EDN HMTVVU. (Elizarov R., Belyaev M., Akhin M., Usmanov I., "Kotlin Coroutines: Design and Implementation", Proc. of the 2021 ACM SIGPLAN Int. Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on Programming and Software (Onward! '21), Chicago, IL, USA, ACM, New York, NY, USA, 2021, p. 68-84, doi: 10.1145/3486607.3486751).
4. Moskała M, Kotlin Coroutines: Deep Dive / Moskała M – 2., 2023 – 463 с.
5. Kotlin Coroutines dispatchers. // Kt. Academy. URL: <https://kt.academy/article/cc-dispatchers> (дата обращения: 01.06.2024).
6. Virtual Threads. // Docs Oracle. URL: <https://docs.oracle.com/en/java/javase/21/core/virtual-threads.html> (дата обращения 19.05.2024).

7. Going inside Java's Project Loom and virtual threads. // Java Magazine. URL: <https://blogs.oracle.com/javamagazine/post/going-inside-javas-project-loom-and-virtual-threads> (дата обращения: 01.06.2024).

8. Dispatchers.IO. // Kotlinlang. URL: <https://kotlinlang.org/api/kotlinx.coroutines/kotlinx-coroutines-core/kotlinx.coroutines/-dispatchers/-i-o.html> (дата обращения 19.05.2024).

9. Class Thread. // Docs Oracle. URL: <https://docs.oracle.com/en/java/javase/21/docs/api/java.base/java/lang/Thread.html> (дата обращения 19.05.2024).

10. Zentner A. Multithreading in .Net and Java: A Reality Check / Zentner A. // Journal of Computers. – 2018. С. 426-441.

11. Java, Go, and Python: a multi-thread performance comparison. // Level up coding. URL: <https://levelup.gitconnected.com/java-go-and-python-a-multi-thread-performance-comparison-28e942cb73e6> (дата обращения 19.05.2024).

MAKSIMOV Viacheslav Yurievich

Senior Software Engineer,

AUTO1 IT Services SE & Co. KG, Germany, Berlin

PROGRESSIVE PARALLELISM IN PRACTICE: FROM CLASSICAL THREADS TO VIRTUAL THREADS IN JAVA AND COROUTINES IN KOTLIN

Abstract. *We consider the use of multithreading in modern computing systems through the prism of Java and Kotlin on the JVM platform. The focus is on analyzing the performance of traditional JVM threads and modern abstractions such as coroutines in Kotlin and virtual threads in Java. The paper investigates the impact of these technologies on application performance, using quantitative techniques to evaluate latency, memory consumption, and thread counts in different test scenarios. The test results are of interest in determining the most effective approaches to parallelism within the JVM, especially in a highly competitive environment for system resources.*

Keywords: *Java, Kotlin, threads, Virtual threads, Coroutines, structured concurrency.*

МАМЧУЕВ Мурат Османович

доктор физико-математических наук,
Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова,
Россия, г. Нальчик

ГАДЖИКURBAHOB Темирлан Джамалович

магистрант, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова,
Россия, г. Нальчик

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ РОЖДАЕМОСТИ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ

Аннотация. В статье рассматривается обзор существующих методов моделирования, анализ влияния различных факторов на уровень рождаемости, прогнозирование будущих тенденций и разработку политики, основанной на результатах моделирования. Такие исследования имеют важное значение для разработки социальных и экономических стратегий, направленных на поддержание устойчивого уровня рождаемости и обеспечение благополучия населения. Компьютерное моделирование уровня рождаемости представляет собой процесс использования компьютерных программ и математических моделей для анализа и прогнозирования тенденций в рождаемости населения. Анализируя различные демографические данные, такие как возраст, образование, экономические условия и культурные факторы, компьютерные модели могут помочь исследователям и политикам понять динамику рождаемости в определенной стране или регионе.

Ключевые слова: демография, регион, компьютерная модель, модели, рождаемость, анализ, население.

Введение

Современное общество сталкивается с вызовом демографического кризиса, который проявляется в недостаточно высоком уровне рождаемости, особенно в определенных регионах. Одним из таких регионов является Северо-Кавказский регион, где демографическая ситуация требует особого внимания и анализа. Компьютерное моделирование играет важную роль в изучении демографических процессов и может быть эффективным инструментом для анализа уровня рождаемости. Позволяя учитывать множество различных факторов и их взаимодействие, компьютерные модели позволяют прогнозировать изменения в демографических показателях и оценивать эффективность различных мероприятий по улучшению демографической ситуации.

Цель настоящей научной статьи состоит в проведении компьютерного моделирования уровня рождаемости в северокавказском регионе с целью выявления основных факторов, влияющих на этот показатель, и разработки рекомендаций по его улучшению. В рамках исследования будут использованы данные о рождаемости, социально-экономические

показатели, здравоохранение и другие факторы, которые могут оказывать влияние на уровень рождаемости.

Предполагается, что результаты компьютерного моделирования позволят более глубоко понять динамику рождаемости в северокавказском регионе, выявить потенциальные проблемные области и предложить конкретные меры для улучшения демографической ситуации. Полученные данные и выводы могут быть полезны как для научного сообщества, так и для органов власти и других заинтересованных сторон, работающих в области демографии и социальной политики.

Исследование уровня рождаемости в северокавказском регионе является актуальным по нескольким причинам:

1. Демографическая ситуация: Северный Кавказ характеризуется особыми демографическими тенденциями, такими как высокий уровень рождаемости, который может оказывать влияние на демографическую структуру региона и страны в целом.

2. Социально-экономические аспекты: Уровень рождаемости напрямую связан с социально-экономическими факторами, такими

как уровень дохода, доступность медицинской помощи, образование и т. д. Изучение уровня рождаемости позволит выявить проблемные области и разработать меры для их улучшения.

3. **Здоровье населения:** Уровень рождаемости также связан со здоровьем матерей и новорожденных. Анализ данных о рождаемости может помочь выявить проблемы в здравоохранении и предложить меры по их улучшению.

4. **Планирование развития региона:** Знание уровня рождаемости важно для планирования развития региона, в том числе для определения потребности в инфраструктуре, образовании, здравоохранении и других социальных услугах.

Для достижения данной цели можно выделить следующие задачи исследования:

1. Провести анализ статистических данных о рождаемости в северокавказском регионе за определенный период времени (например, последние 5–10 лет) с учетом различий по регионам, этническим группам, социально-экономическим характеристикам и другим факторам.

2. Изучить влияние социально-экономических факторов, таких как уровень дохода, доступность медицинской помощи, образование

и занятость, на уровень рождаемости в регионе.

3. Определить основные причины высокого или низкого уровня рождаемости в северокавказском регионе и выявить потенциальные проблемные области.

Динамика численности населения

В настоящее время все приоритетные геостратегические территории России включают в себя 29 субъектов Российской Федерации: 468 городских округов (ГО) и муниципальных районов (МР) – это около 20% всех МО верхнего уровня в стране. В них проживает 24 млн человек или 16% населения страны. К приоритетным геостратегическим территориям Северного Кавказа относятся все регионы СКФО – Республики Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия – Алания, Чеченская и Ставропольский край. В настоящее время Северный Кавказ включает в себя 144 ГО и МР (1/3 всех МО приоритетных геостратегических территорий России), но это самая многонаселенная группа приоритетных геостратегических территорий – 42% населения таких территорий в стране. Динамика численности населения регионов Северного Кавказа за период, прошедший со времени всероссийской переписи населения 2010 г., приведена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика численности населения северокавказских регионов за период 2010–2022 годов

Территория	Численность населения, тыс. человек		Динамика с 2010 года, %		
	2010 г.	2021 г. перепись	2022 г. текущий учет	по данным переписи	По данным текущего учета
Республика Дагестан	2910	3182	3154	109,3	108,4
Республика Ингушетия	413	510	524	123,5	126,9
Кабардино-Балкарская Республика	860	904	870	105,1	101,1
Карачаево-Черкесская Республика	478	470	464	98,3	97,1
Республика Северная Осетия – Алания	713	687	688	96,4	96,5
Чеченская Республика	1269	1511	1516	119,1	119,5
Ставропольский край	2786	2908	2780	104,4	99,8
СКФО в целом	9429	10171	9997	107,9	106,0
Россия в целом	145168**	147190	145558	101,4	100,3

Самым крупным по численности населения регионом Северного Кавказа является Республика Дагестан – более 30% от общей

численности населения СКФО. Немного меньше населения в Ставропольском крае – 29%. В сумме на эти два субъекта РФ из семи,

численность населения в которых составляет около 3 млн человек в каждом, приходится около 60% населения СКФО. Население остальных регионов сравнительно малочисленно, но они отличаются высокой плотностью населения. Наиболее плотно заселённым регионом Северного Кавказа является Республика Ингушетия (около 170 человек/км² – пятое место среди субъектов РФ после городов Москва, Санкт-Петербург, Севастополь и Московской области). Минимальна плотность населения в Карачаево-Черкесской Республике (33 человек/км²), но и это в 4 раза больше среднероссийского показателя. СКФО в целом по плотности населения занимает среди федеральных округов России второе место, практически сравнявшись с Центральным федеральным округом – в обоих насчитывается примерно по 60 человек/км².

Высокая плотность населения в сочетании с самым высоким в стране уровнем безработицы говорит о перенаселённости Северного Кавказа в настоящее время, что явно отличает его от других групп приоритетных геостратегических территорий России и вообще от подавляющего большинства регионов страны. В определённой мере эта ситуация связана с тем, что СКФО является наименее урбанизированным федеральным округом страны – среди сельского населения естественный прирост при равных условиях (возрастная структура населения и другие) обычно выше, чем среди городского, как и уровень безработицы (так как рынок труда в сельской местности, как правило, менее разнообразный и по структуре сфер занятости, и по количеству рабочих мест). Городское население округа составляет 50,7% всего населения

(по предварительным данным переписи 2021 г.), в то время как в России в городских населённых пунктах проживает 74,8% населения. Минимальная доля горожан в СКФО отмечается в Чеченской Республике – 38,2% жителей.

Сложилась такая ситуация во многом из-за самых высоких в России темпов роста численности населения. Эта тенденция сохранилась и в последнее десятилетие, что видно из данных таблицы 1. По темпам роста численности населения среди федеральных округов России СКФО за период с переписи 2010 г. занял первое место, а республики Ингушетия и Чеченская среди субъектов РФ занимают 3-е и 4-е места соответственно (уступают городу Севастополю и Московской области) с ростом на 19-27% за 11 полных лет (с конца 2010 г. до начала 2022 г.).

Тенденции уровня рождаемости за последние десятилетия

Как и в предшествующие десятилетия, растёт население Северного Кавказа в основном за счёт естественного прироста (около 95% общего прироста за 11 лет). Миграции, соответственно, вносят небольшой вклад (около 5%) и их стабильное положительное сальдо (по данным текущего учёта населения) характерно среди регионов СКФО только для Республики Ингушетия (в отдельные годы – также для Ставропольского края). При этом последние данные о миграциях и естественном движении населения в разрезе регионов и МО опубликованы Росстатом за 2020 год. Динамика естественного движения населения за рассматриваемый период по регионам СКФО показана в таблице 2.

Таблица 2

Динамика естественного прироста населения СКФО в 2010–2020 годах

Территория	2010 г.	2016 г.	2020 г.	Динамика естественного прироста
Республика Дагестан	13,00	13,17	9,36	-0,36
Республика Ингушетия	17,29	15,10	15,84	-0,15
Кабардино-Балкарская Респ.	5,42	5,52	2,01	-0,34
Карачаево-Черкесская Респ.	3,08	2,21	0,02	-0,30
Респ. Северная Осетия-Алания	4,23	2,99	-0,21	-0,44
Чеченская Республика	23,34	14,84	12,85	-1,04
Ставропольский край	-0,90	0,34	-4,05	-0,31
СКФО	9,24	8,31	5,06	-0,41
Россия в целом	-1,70	-0,01	-4,80	-0,31

Как видно из таблицы 2, отдельные регионы Северного Кавказа заметно отличаются друг от друга. Три субъекта – Республики Ингушетия,

Чеченская и Дагестан демонстрируют высокий по российским меркам естественный прирост населения. Это республики, в которых

установки на высокую рождаемость сохраняются на протяжении многих лет, независимо от состояния экономики страны, что при минимальной смертности и обеспечивает высокий естественный прирост населения. Республики Ингушетия и Чеченская входят в число лидеров среди субъектов РФ по показателю естественного прироста населения. Но именно в Чеченской Республике с 2010 г. естественный прирост снизился максимально – почти в 2 раза (в промилле). Причём основное снижение пришлось на первую половину 2010-х гг., когда по России в целом демографическая ситуация значительно улучшилась – в 2013–2015 гг. даже наблюдался небольшой положительный естественный прирост населения (в 2016 г. он стал практически нулевым, а в последующие годы ситуация стала быстро ухудшаться).

В Кабардино-Балкарской Республике к 2020 г. относительно невысокий естественный прирост остался положительным, но сократился более чем в 2,5 раза. В Карачаево-Черкесской Республике за 10 лет и без того относительно низкий естественный прирост к 2020 г. свелся к нулю. В Республике Северная Осетия-Алания за рассматриваемый период естественный прирост перешёл от положительного к отрицательному значению.

Общероссийское улучшение демографической ситуации в первой половине 2010-х гг. на Северном Кавказе практически не проявилось. Единственное заметное исключение –

Ставропольский край, который отличается от остальных регионов СКФО по этническому и возрастному составу населения. Но при этом Старополье, именно в связи с отличиями в составе населения, выделяется на Северном Кавказе самыми плохими демографическими показателями, почти совпадающими со средне-российскими. Хотя с течением времени различия в составе населения несколько сглаживаются из-за многолетней интенсивной миграции населения северокавказских республик на территорию Ставропольского края.

Противоположная ситуация наблюдается в республиках Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия – Алания и Ставропольский крае, в которых в большинстве МО естественный прирост населения отрицательный или приближается к нулевому. Для этих регионов характерны относительно высокие значения естественной убыли, формирующиеся за счет сочетания низкой рождаемости и повышенной смертности. Лишь в немногих МО этих регионов сохраняется положительный естественный прирост населения, который может носить временный характер и в ближайшем будущем станет отрицательным, если не предпринять решительных действий в области демографической политики. Данные об общих коэффициентах рождаемости и смертности за рассматриваемый период представлены в таблице 3.

Таблица 3

Общие коэффициенты рождаемости и смертности в регионах СКФО за 2010–2020 годы

Территория	Рождаемость			Смертность		
	2010 г.	2016 г.	2020 г.	2010 г.	2016 г.	2020 г.
Республика Дагестан	19,63	19,34	16,84	6,62	6,16	6,16
Республика Ингушетия	21,19	18,30	17,15	3,89	3,20	3,48
Кабардино-Балкарская Респ.	15,27	14,37	12,37	9,84	8,85	10,35
Карачаево-Черкесская Респ.	12,95	11,65	10,67	9,87	9,43	10,65
Респ. Северная Осетия-Алания	15,91	14,46	12,53	11,67	11,46	12,75
Чеченская Республика	28,70	19,49	18,32	5,36	4,65	5,34
Ставропольский край	12,04	12,78	12,00	12,94	12,43	13,90
СКФО	17,88	16,39	15,20	8,63	8,08	9,23
Россия в целом	12,50	12,90	9,80	14,20	12,91	14,60

Как видно из данных таблицы 3, стабильно высокий общий коэффициент рождаемости в диапазоне от 16 до 29% наблюдается в трёх республиках восточной части Северного Кавказа – Ингушетия, Чеченская, Дагестан. В 2010–2020 гг. уровень рождаемости в них сократился (сильнее, чем по СКФО и России в целом). Среди МО этих регионов лидером по

сокращению рождаемости является ГО Аргун в Чеченской Республике – с 61,9% в 2010 г. до 25,1% в 2020 г., то есть более чем в 2,5 раза. Но при этом в двух МО Республики Ингушетия – ГО Магас и МР Джейрахский – за 2010–2020 гг. коэффициент вырос до 27,5% и 35,2% в 2020 г. соответственно с очень низких (для Северного Кавказа) уровней 2010 г. в районе 4–5%.

Последнее связано с особенностями этих МО – «новый город» Магас и «новый район» Джейрахский – в обоих в 2010 г. проживало всего по 2,5 тыс. человек. Среди субъектов РФ по суммарному коэффициенту рождаемости Чеченская Республика в 2020 г. заняла с показателем 2,57 ребёнка на женщину второе место после Республики Тыва. В остальных регионах СКФО суммарный коэффициент рождаемости находится в диапазоне 1,43 (Ставропольский край) – 1,87 (Республика Ингушетия). С учётом того, что именно в этих же республиках (Ингушетия, Чеченская, Дагестан) наблюдаются самые низкие в России общие коэффициенты смертности населения, которые за период 2010–2020 гг. ещё и снизились, население этих регионов быстро растёт за счет естественного прироста населения. Основные причины относительно низких общих коэффициентов смертности – высокая продолжительность жизни населения и высокая доля молодёжи в общей возрастной структуре населения. Средняя ожидаемая продолжительность жизни на Северном Кавказе самая высокая в России (максимум – 81,5 года в 2020 г. в среднем для обоих полов в Республике Ингушетия).

В западной части Северного Кавказа ситуация другая – общий коэффициент рождаемости здесь пониженный (но в 2020 г. всё-таки заметно выше среднероссийского уровня), а смертности – повышенный (но ниже среднероссийского). Динамика за 2010–2020 гг. негативная: рождаемость – снизилась, а смертность – выросла, что и привело к нулевому естественному приросту или появлению естественной убыли (но в Ставропольском крае она была уже и в 2010 г.). Среди МО минимальным общим коэффициентом рождаемости в 2020 г. выделяется Урупский МО в Карачаево-Черкесской Республике – 5,5%, что в 2 раза ниже коэффициента смертности (район с преимущественно русским населением, из которого уехала

основная часть молодёжи). По общему коэффициенту смертности (17,9% – также превышение над общим коэффициентом рождаемости в 2 раза) лидер – Труновский МР в Ставропольском крае, который уже упоминался выше, как МО Северного Кавказа с самым сильным сокращением численности населения за период 2010–2022 годов. Главными проблемами демографического развития СКФО остаются смертность от внешних причин в трудоспособном возрасте и болезней системы кровообращения. По уровню смертности от внешних причин выделяются травмы и гибель в дорожно-транспортных происшествиях. Они составляют на Северном Кавказе более 50% умерших от всех внешних причин смерти, что значительно превышает среднероссийский уровень. В последние годы сказалась также пандемия COVID-19.

Литература

1. Мухамедова, Л.А., Шаймуратова, Д.Ш. (2019). Моделирование демографических процессов в северокавказском регионе: методология и практика. Демографическое обозрение, 6(2), С. 45-56.
2. Ибрагимов, А.Б., Алиев, М.М. (2020). Влияние социально-экономических факторов на уровень рождаемости в регионах Северного Кавказа: анализ и прогнозирование. Демографический журнал, 8(4), С. 23-35.
3. Государственный комитет Российской Федерации по статистике (Госстат). Официальный сайт. <https://www.gks.ru/>.
4. Официальный сайт Правительства Республики Дагестан. <https://dagstat.gks.ru/>.
5. Официальный сайт Министерства экономического развития Республики Ингушетия. <https://mingushetia.ru/eco/>.
6. Официальный сайт Министерства экономического развития Кабардино-Балкарской Республики. <https://minec-kbr.ru/>.

MAMCHUEV Murat Osmanovich

Doctor of Physical and mathematical sciences,
Kabardino-balkarian state university named after H. M. Berbekov,
Russia, Nalchik

HAJIKURBANOV Temirlan Jamalovich

master's student,
Kabardino-balkarian state university named after H. M. Berbekov,
Russia, Nalchik

**COMPUTER MODELING OF THE BIRTH RATE
IN THE NORTH CAUCASUS REGION**

Abstract. *The article reviews existing modeling methods, analyzes the impact of various factors on the birth rate, predicts future trends and develops policies based on the results of modeling. Such research is important for the development of social and economic strategies aimed at maintaining a sustainable birth rate and ensuring the well-being of the population. Computer modeling of the birth rate is the process of using computer programs and mathematical models to analyze and predict trends in the birth rate of the population. By analyzing various demographic data such as age, education, economic conditions, and cultural factors, computer models can help researchers and policy makers understand the dynamics of fertility in a particular country or region.*

Keywords: *Demography, region, computer model, models, fertility, analysis, population.*

ПОЛУЦЫГАНОВ Валерий Викторович

студент, Севастопольский государственный университет, Россия, г. Севастополь

*Научный руководитель – профессор Севастопольского государственного университета,
доктор технических наук, доцент Гончаренко Юлия Юрьевна*

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ
КОНФИДЕНЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА НА ОБЪЕКТЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки и внедрения системы контроля и управления доступом (СКУД) в государственном университете, с акцентом на защиту конфиденциальной информации. Особое внимание уделено анализу требований к безопасности университетской среды, включая защиту личных данных студентов и сотрудников. Излагаются ключевые технологические решения, используемые в системе, такие как биометрическая идентификация и шифрование данных, а также описываются вызовы, с которыми сталкиваются разработчики при интеграции системы с другими университетскими информационными системами. Статья также затрагивает вопросы нормативного регулирования в области обработки и защиты персональных данных, предъявляемые к учебным заведениям, и предлагает направления для дальнейшего развития системы СКУД на основе современных технологий.

Ключевые слова: система контроля и управления доступом (СКУД), защита информации, конфиденциальные данные, биометрическая идентификация, шифрование данных, персональные данные, информационная безопасность, технологические решения в образовании, законодательство о защите данных, искусственный интеллект в безопасности.

В современном мире, где цифровизация затрагивает все аспекты жизни, важность надежных систем защиты информации становится всё более актуальной. Университеты, как крупные информационные узлы, содержат огромные объемы конфиденциальной информации, включая личные данные студентов и сотрудников, финансовую информацию и результаты исследований. В этом контексте системы контроля и управления доступом (СКУД) играют ключевую роль в обеспечении информационной безопасности учебных заведений.

Государственный университет представляет собой яркий пример объекта информатизации, где потребность в защите данных особенно высока. Разработка и внедрение системы СКУД в данном университете позволяет не только контролировать физический доступ к объектам на территории университета, но и защищать информационные активы от несанкционированного доступа.

Цель данной статьи – изучить процесс разработки системы СКУД в государственном университете, выделить основные технологические и организационные решения, а также оценить их эффективность в контексте информационной безопасности. Мы также рассмотрим,

как законодательные требования влияют на проектирование и эксплуатацию системы контроля доступа в образовательной среде.

Технологии системы контроля и управления доступом

Система контроля и управления доступом (СКУД) государственного университета представляет собой комплексное решение, ориентированное на защиту конфиденциальной информации и обеспечение безопасности персонала и студентов. В основе системы лежат несколько ключевых технологий, каждая из которых выполняет специфические функции:

1. Идентификационные технологии

Основным элементом СКУД являются идентификационные технологии, такие как проксимити-карты, RFID-теги и биометрические сканеры. В университете используется комбинация этих технологий для обеспечения уровней доступа, соответствующих статусу каждого пользователя (студент, преподаватель, технический персонал).

2. Программное обеспечение для управления доступом

Централизованное программное обеспечение управляет всеми данными, связанными с идентификацией и доступом, позволяя

администраторам легко настраивать правила доступа, отслеживать использование доступов и анализировать данные о потоках посетителей. Это программное обеспечение также интегрируется с другими системами безопасности, обеспечивая комплексный подход к защите университета.

3. Интеграция с видеонаблюдением

Система СКУД тесно связана с системой видеонаблюдения, что позволяет оперативно реагировать на инциденты. Камеры расположены в стратегически важных точках, и их данные могут быть связаны с событиями доступа, что помогает в расследованиях и повышении общей безопасности.

4. Аудит и журналирование

Каждое событие доступа регистрируется в системе, обеспечивая полный аудит и возможность отслеживания всех операций в режиме реального времени. Это критически важно для обеспечения соответствия нормативным требованиям и проведения расследований при нарушениях безопасности.

Проблемы и вызовы системы СКУД

Реализация и поддержка системы контроля и управления доступом в учебном заведении, таком как государственный университет, сопряжены с рядом уникальных вызовов и проблем. Эффективность системы СКУД зависит от множества факторов, включая технологические аспекты, управленческие решения и соответствие нормативным требованиям.

1. Технические ограничения и уязвимости

Одной из основных проблем для системы СКУД является обеспечение высокого уровня технической надежности и защиты от уязвимостей. Вопросы, такие как несанкционированный доступ через взлом программного обеспечения, физическое повреждение системы идентификации и устаревание технологий, требуют постоянного внимания.

2. Соответствие законодательству

Соблюдение законодательных требований, в частности законов о защите персональных данных, представляет собой значительный вызов. Университет должен гарантировать, что все аспекты СКУД, включая сбор, хранение и обработку данных, соответствуют федеральным и региональным нормам.

3. Сопротивление изменениям

Внедрение новой системы управления доступом часто встречает сопротивление со стороны пользователей, которые привыкли к

старым системам. Обучение и адаптация персонала и студентов к новой системе требуют времени и ресурсов.

4. Баланс между безопасностью и доступностью

Необходимо найти баланс между уровнем безопасности и обеспечением доступа для студентов и сотрудников к учебным и административным ресурсам. Слишком строгие меры безопасности могут затруднить повседневную академическую и административную деятельность.

Меры решения

Для решения этих проблем университет применяет ряд стратегий:

- **Регулярное обновление и модернизация:** Постоянное обновление программного обеспечения и аппаратных компонентов для предотвращения технологического устаревания и уязвимостей.

- **Проведение регулярных аудитов:** Регулярные проверки и аудиты системы на соответствие законодательным и техническим требованиям.

- **Обучение пользователей:** Организация тренингов и семинаров для сотрудников и студентов, чтобы они могли эффективно пользоваться системой без нарушения протоколов безопасности.

- **Гибкая настройка доступа:** Разработка политик доступа, которые обеспечивают необходимый уровень безопасности, при этом не ограничивая доступ к необходимым ресурсам.

Рекомендации по улучшению системы СКУД

Для обеспечения надежности и актуальности системы контроля и управления доступом в государственном университете, а также для улучшения пользовательского опыта, можно предложить следующие рекомендации:

1. Интеграция с искусственным интеллектом

Использование искусственного интеллекта (ИИ) может значительно повысить эффективность системы СКУД. ИИ может быть использован для анализа поведенческих паттернов, предсказания и предотвращения несанкционированных попыток доступа, а также для автоматизации сложных задач контроля безопасности. Распознавание лиц или жестов может быть интегрировано для ускорения процессов идентификации и аутентификации.

2. Разработка мобильных приложений

Мобильные приложения для системы СКУД могут предоставлять пользователю большую гибкость и удобство. С помощью приложения пользователи могли бы самостоятельно управлять своими учетными данными, получать уведомления о статусе доступа и временно изменять настройки доступа, что особенно актуально для гостей университета или временных сотрудников.

3. Улучшение мер по защите данных

Учитывая важность защиты персональных данных, необходимо усилить меры по их обеспечению. Внедрение расширенных методов шифрования и двухфакторной аутентификации поможет защитить данные пользователя от внешних и внутренних угроз. Кроме того, следует обеспечить регулярное обучение сотрудников методам защиты информации.

4. Расширение интеграции с другими системами

Интеграция СКУД с другими системами безопасности и информационными системами университета, такими как системы видеонаблюдения, аварийного оповещения и управления зданиями, может улучшить общую эффективность управления учебным заведением. Это также позволит централизованно управлять безопасностью на разных уровнях.

5. Периодический аудит и отзывы пользователей

Регулярные аудиты системы и сбор отзывов от пользователей помогут выявить не только технические проблемы, но и аспекты, связанные с удобством использования. Это позволит оперативно вносить изменения и адаптации в систему, улучшая её функциональность и удовлетворенность пользователей.

В заключении статьи подчеркивается важность непрерывного развития и адаптации системы контроля и управления доступом в учебных заведениях, таких как государственный университет. Реализация современных технологий и методик в управлении доступом играет ключевую роль в обеспечении безопасности и конфиденциальности данных. Система СКУД

не только укрепляет физическую и информационную безопасность, но и способствует созданию более управляемой и предсказуемой образовательной среды.

Постоянные изменения в технологическом ландшафте и повышение уровня угроз требуют от учебных заведений гибкости в подходах к безопасности и готовности к быстрой адаптации новых решений. Регулярные обновления системы СКУД, интеграция с новыми технологиями и постоянное обучение персонала и студентов являются необходимыми компонентами для поддержания эффективности системы.

Для обеспечения того, чтобы система СКУД оставалась в авангарде защиты информации, университету следует рассмотреть возможности для дальнейшей интеграции искусственного интеллекта, улучшения методов шифрования и расширения функционала мобильных приложений. Также важно поддерживать активное взаимодействие с академическим сообществом и индустрией безопасности для обмена знаниями и лучшими практиками.

Заключительный раздел подчеркивает значимость стратегического подхода к управлению доступом и защите данных в учебных заведениях и предлагает пути для дальнейшего улучшения системы, обеспечивая её соответствие современным требованиям безопасности и технологического развития.

Литература

1. Барабашев А.Г., Пономарева Д.В. Защита персональных данных и научно-исследовательская деятельность: опыт правового регулирования ЕС // Актуальные проблемы российского права. – 2019. – №. 6 (103). – С. 186-194.
2. Седнев А.В. Мероприятия по обеспечению безопасности информации в организационных структурах //Гражданская оборона на страже мира и безопасности. – 2020. – С. 58-66.
3. Солдатова В.И. Защита персональных данных в условиях применения цифровых технологий // Lex russica. – 2020. – №. 2 (159). – С. 33-43.

POLUTSIGANOV Valery Viktorovich
student, Sevastopol State University, Russia, Sevastopol

*Scientific Advisor – Professor of Sevastopol State University, Associate Professor,
Doctor of Technical Sciences Goncharenko Yulia Yurievna*

DEVELOPMENT OF A CONFIDENTIAL INFORMATION PROTECTION SYSTEM AT THE INFORMATIZATION FACILITY

Abstract. *This article discusses the process of developing and implementing an access control and management system (ACS) at State University, with an emphasis on protecting confidential information. Special attention is paid to the analysis of the security requirements of the university environment, including the protection of personal data of students and staff. The key technological solutions used in the system, such as biometric identification and data encryption, are described, as well as the challenges faced by developers when integrating the system with other university information systems. The article also addresses the issues of regulatory regulation in the field of personal data processing and protection imposed on educational institutions, and suggests directions for further development of the ACS system based on modern technologies.*

Keywords: *access control and management system (ACS), information protection, confidential data, biometric identification, data encryption, personal data, information security, technological solutions in education, data protection legislation, artificial intelligence in security.*



10.5281/zenodo.11660078

РАСУЛОВ Расул Ахлиман-Оглы
генеральный директор, ООО «СИМСТАР», Россия, г. Симферополь

РОЛЬ PON-ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ УСЛУГ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРСТВА

Аннотация. В этом исследовании оценивается растущая значимость пассивных оптических сетей (PON) в развивающейся сфере интернет-услуг, проводится сравнительный анализ PON с другими сетевыми технологиями, такими как Ethernet и xDSL. Используя методологический подход, включающий структурный анализ архитектуры PON и сравнение производительности различных типов сетей, это исследование выявило превосходную масштабируемость и экономическую эффективность PON. Основные результаты подчеркивают способность PON поддерживать требования к высокой пропускной способности с минимальным активным оборудованием и снижением эксплуатационных расходов, что способствует внедрению широкополосного подключения, особенно в услугах Triple Play. В заключении утверждается, что, несмотря на присутствие ограничения, такие как общая полоса пропускания и затухание сигнала, пассивная архитектура PON предлагает явные преимущества с точки зрения снижения затрат на инфраструктуру и простоты масштабирования сети. Новизна этой работы заключается во всесторонней оценке возможностей PON и ее потенциала для удовлетворения будущих потребностей в обеспечении высокоскоростного Интернета.

Ключевые слова: PON, пассивные оптические сети, Ethernet, широкополосное соединение, услуги Triple Play, масштабируемость сети, экономическая эффективность, высокая пропускная способность, сетевая архитектура, телекоммуникационная инфраструктура.

Введение

Технологии пассивных оптических сетей (PON) играют все более важную роль в развитии предоставления интернет-услуг, поддерживая быстрое расширение и улучшение широкополосного доступа к сети. Внедрение передовых технологий PON иллюстрирует стремление отрасли к более высокой пропускной способности и эффективности.

По состоянию на 2023 год рынок PON переживает значительный рост, который, по прогнозам, вырастет с 13,76 млрд долларов США до 35,59 млрд долларов США к 2030 году, что свидетельствует о растущей роли технологии в различных регионах и приложениях [6]. Этот рост обусловлен растущим спросом на высокоскоростные и надежные интернет-услуги, где технологии PON обеспечивают экономически эффективные решения благодаря высокой скорости передачи данных и уменьшенной задержке.

В Азиатско-Тихоокеанском регионе, особенно в Китае, Индии и Японии, технологии PON занимают центральное место в

инициативах по развитию цифровой инфраструктуры, активно поддерживаемых государственной политикой, направленной на повышение проникновения Интернета и сетевых возможностей (Fortune Business Insights). Этот региональный толчок отражается в Северной Америке и Европе, где инвестиции в оптоволоконно до дома (FTTH) и связанные с ним технологии продолжают расти, чему дополнительно способствуют государственное финансирование и стратегическое планирование [6].

Более того, будущее PON ориентировано на поддержку более широкого спектра приложений, выходящих за рамки широкополосной связи в жилых домах. Такие инновации, как 25GS-PON, создают основу для поддержки расширенных вариантов использования, таких как транспорт 5G и корпоративные услуги, предлагая увеличение пропускной способности на 250% по сравнению с текущими решениями 10 Гбит/с и обеспечивая настоящую симметричную скорость обслуживания [7].

В целом, технология PON не только лежит в основе текущих предложений интернет-

провайдеров, но также имеет решающее значение для формирования будущего ландшафта глобальной цифровой связи, при этом постоянные достижения направлены на дальнейшее повышение производительности, емкости и эффективности сети.

Материалы и методы

Технология PON, которую можно расшифровать как Passive optical network, является

технологией, основанной на использовании пассивных оптических сетей, благодаря которым она и получила своё название. При создании данных сетей используется древовидная волоконная кабельная архитектура. Важно отметить, что технология PON имеет пассивное оптическое разветвление на узлах [4].

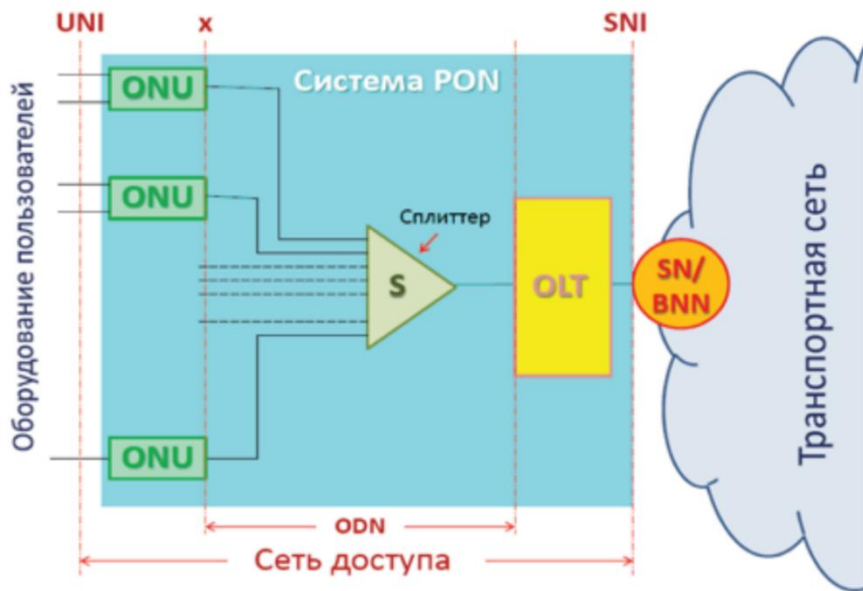


Рис. 1. Базовая архитектура и компоненты PON [1]

Данную технологию можно назвать экономичной, так как она может обеспечить широкополосную передачу различных приложений. PON предлагает необходимую гибкость в расширении сети и увеличении пропускной способности, адаптируясь к текущим и будущим требованиям пользователей. Технология PON

имеет множество преимуществ: высокая плотность абонентских портов, минимальное использование активного оборудования, низкие эксплуатационные расходы, возможность интеграции с кабельным телевидением, отличная масштабируемость и сокращенная кабельная инфраструктура.

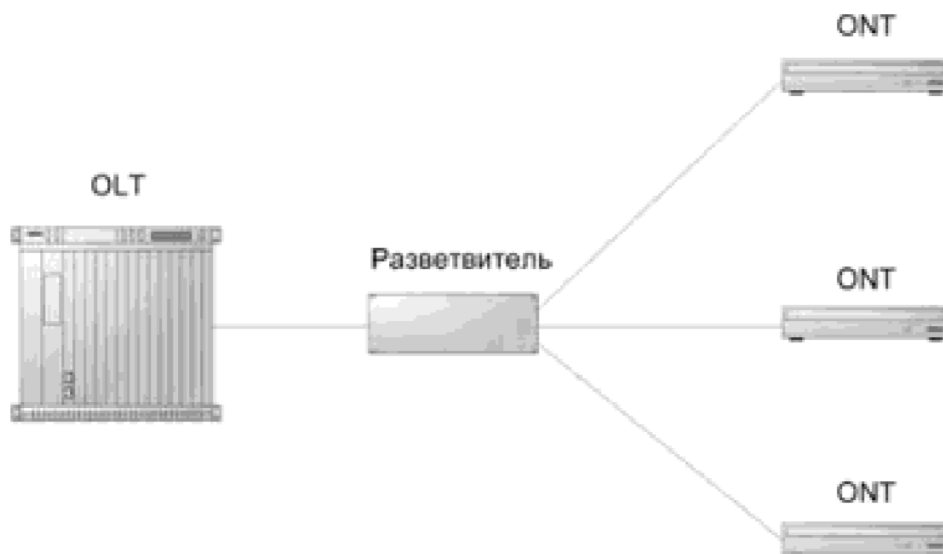


Рис. 2. Пример пассивной оптической сети [3]

Для определения роли PON-технологий в развитии услуг интернет-провайдерства были

использованы такие методы, как анализ структуры PON-технологии, сравнение с другими

технологиями, такими как Ethernet, а также сравнение трёх видов PON.

Результаты и обсуждения

Использование постоянно совершенствующихся технологий xDSL является самым простым и недорогим способом увеличения пропускной способности существующей кабельной системы на основе медных витых пар. Однако достижение скорости передачи данных до десятков мегабит в секунду на существующих кабельных системах с учетом больших расстояний представляет собой сложное и дорогое решение.

Альтернативное традиционное решение – гибридные волоконно-коаксиальные сети (HFC). Подключение множества кабельных модемов к одному коаксиальному сегменту снижает средние затраты на построение сетевой инфраструктуры на одного абонента, что делает такие решения привлекательными.

Беспроводные сети доступа также могут быть полезны в случаях, когда использование кабельных инфраструктур вызывает технические трудности. Однако для всех трех перечисленных направлений увеличение пропускной способности сети сопряжено с серьезными сложностями, которые отсутствуют при использовании оптоволоконной среды передачи.

Единственный способ обеспечить способность сети поддерживать новые приложения, требующие все большей скорости передачи, – это прокладка оптического кабеля. Сегодня прокладка оптического кабеля становится необходимостью для создания сетей, способных справляться с растущими требованиями к скорости передачи данных.

Характеристики сети PON:

- структура сети в виде дерева с передачей по одному волокну на двух длинах волн в противоположные стороны;
- пассивные оптические разветвители установлены на промежуточных узлах дерева;
- применение метода TDMA (временное разделение множественного доступа);
- подключение до 32 абонентских устройств (ONT) к одному волокну, ведущему от центрального узла (OLT (оптический линейный терминал)) [4].

Главный принцип архитектуры PON заключается в использовании одного приемо-передающего модуля в OLT для передачи данных от множества абонентов ONT и приема информации от них. Количество подключаемых к одному модулю OLT абонентских устройств

может быть значительным, в зависимости от мощности и скорости приемо-передающей аппаратуры.

Технологии построения оптических сетей могут быть различными: «кольцо», «точка-точка», «дерево с активными узлами», «дерево с пассивными узлами». Анализ технологии пассивных оптических сетей позволяет сделать вывод о преимуществах PON, так как обновление сети возможно без необходимости дополнительного оборудования. Этот подход обеспечивает гибкость и эффективность сети, позволяя легко подключать новых абонентов и проводить обслуживание без влияния на работу остальных узлов. Такой подход снижает затраты на модернизацию и делает сеть менее уязвимой и более удобной в эксплуатации.

На текущий момент одними из наиболее перспективных технологий являются две: Ethernet и PON. Поэтому проблема выбора технологии для построения доступа к сети остается актуальной. Необходимо подходить к созданию сети доступа внимательно и комплексно, учитывая его сложность и затраты.

Использование PON-технологий может оказывать значительное влияние на бизнес и услуги интернет-провайдеров через такие инструменты как прибыль, спрос и предложение. Внедрение PON-сетей позволяет улучшить качество и надежность связи, снизить операционные расходы, что в целом способствует увеличению прибыли компании. Одним из ключевых факторов влияния PON-технологий на финансовую составляющую бизнеса является снижение затрат на обслуживание и поддержку сетей. Благодаря использованию оптических кабелей в PON-сетях удается значительно сократить эксплуатационные расходы по сравнению с традиционными медными сетями. Это позволяет компаниям сокращать издержки и повышать общую рентабельность бизнеса.

Провайдеры, благодаря PON-технологиям могут предложить более качественные и высокоскоростные услуги связи, что приводит к увеличению спроса со стороны клиентов. Пользователи ценят стабильное и быстрое соединение, и, учитывая рост интернет-трафика и популярность стриминговых сервисов, компании, предлагающие PON-решения, могут привлечь большее число абонентов. Но внедрение PON-технологий сопряжено и с определенными рисками. Например, необходимо учитывать затраты на развертывание сети и оборудование, а также возможные технические

проблемы или необходимость обновления систем. Это, в целом, может негативно повлиять на общее финансовое состояние, поэтому важно учитывать всю доступную информацию.

Основные расходы при прокладке оптоволоконной сети до дома связаны с инфраструктурой, такой как строительство помещений для оборудования и укладка кабеля. Замена устаревшего оборудования может стать дорогостоящей для оператора связи, однако изменение инфраструктуры сети потребует значительных затрат. По статистике, потребности абонентов в пропускной способности канала растут быстро. Сегодня поставщики интернет-услуг предлагают скорости до 100 мб/с для частных лиц и до 1 Гбит/с за рубежом. Построение оптоволоконной сети требует высоких стандартов выбора топологии и технологии. Сети на основе Ethernet обычно используют топологии «звезда» или «кольцо», в то время как сети на основе PON строятся по топологии «дерево».

Ethernet-сети вытеснили технологии вроде Token Ring благодаря быстрому развитию и снижению стоимости активного оборудования

на одного абонента. Ethernet-сети и Ethernet-коммутиация стали прибыльными на рынке корпоративных сетей, что привело к снижению цен, появлению готовых продуктов и ускорению внедрения новых решений. Даже на начальных этапах развития, решения, обеспечивающие устойчивость к повреждениям кабеля, были весьма рентабельны.

Недостатки кольцевой архитектуры включают разделение полосы пропускания внутри каждого кольца доступа и снижение пропускной способности при подключении новых абонентов, что затрудняет масштабирование сети. Архитектура «звезда» предполагает наличие выделенных оптоволоконных линий от каждого оконечного устройства абонента к коммутатору. В сети PON используются разветвители (Splitters), с помощью которых оптоволоконная линия делится между абонентами с определенным коэффициентом. Максимальное количество абонентов зависит от конкретной технологии PON и может достигать до 1000. Архитектура FTTH на базе EPON строится с использованием протокола Ethernet [2].

Характеристики	BPON	EPON (GEPON)	GPON
Скорость передачи, прямой/обратный поток, Мбит/с	622/155 622/622	1000/1000	1244/1244 2488/1244 2488/2488
Базовый протокол	ATM	Ethernet	SDH(GFP)
Линейный код	NRZ	8B10B	NRZ
Максимальное число абонентов	32	32(64)	32(64)
Максимальный радиус сети, км	20	10(20)	20
Длина волны, прямой/обратный поток (видео), нм	1490/1310 (1550)	1490/1310 (1550)	1490/1310 (1550)

Рис. 3. Сравнительные характеристики трех видов PON [5]

Ключевые преимущества архитектуры PON. Основными достоинствами архитектуры PON являются:

1. Сниженное потребление оптоволоконного кабеля. При помощи использованию оптических разветвителей, пассивные оптические сети требуют значительно меньшее количество жил от устройства Optical Line Termination (OLT) до устройства Optical Network Termination (ONT), устанавливаемых у пользователей. Также возможна прокладка оптического кабеля по воздуху, хотя и с определенными ограничениями. Однако в отсутствие существующей инфраструктуры или при развертывании сети в новых районах экономия на кабеле незначительна, поскольку увеличение затрат на кабель с большим числом жил не может сравниться со стоимостью рытья траншей

и необходимостью использования чужих инфраструктур [4].

2. Топология сети PON. Технология PON идеально подходит для предоставления услуг Triple Play. Топология сети PON аналогична топологии кабельной сети, что позволяет операторам кабельного телевидения быстро модернизировать существующие сети и развернуть услуги широкополосного доступа в Интернет, выбрав PON. В этой инфраструктуре телевидение может передаваться по отдельной длине волны, что способствует легкому предоставлению услуг Triple Play [5].

3. Внедрение новых услуг без необходимости обновления оборудования на линии становится возможным благодаря использованию другой, отдельной длины волны для передачи данных этих услуг.

При описании архитектуры PON, необходимо уделить внимание тем проблемам, с которыми сталкиваются провайдеры при работе:

- Полоса пропускания канала сети PON является общей для абонентов, подключенных к одному дереву. С увеличением числа подключенных абонентов уменьшается пропускная способность на каждого из них. Однако пропускная способность оптического кабеля высока, и ее пределы до сих пор не изучены, поэтому трудно сказать о важности данной проблемы.

- Проблема защиты трафика, так как в PON сетях используется общая среда передачи данных, что требует шифрования нисходящего потока, влияющего на производительность и стоимость оборудования.

- Ограничение максимального количества ветвлений на одной линии PON из-за падения уровня сигнала с каждым ветвлением. Пассивные оптические разветвители не передают информацию о неполадках, усложняя поиск и устранение неисправностей. Однако эта проблема решается с помощью других возможностей оптической сети, таких как управление ONU через OLT. Анализируя уровни сигналов у абонентов и зная структуру сети, можно легко определить место возникновения проблемы.

Заключение

Исходя из изученной информации, можно заключить, что у технологии PON, считающейся многообещающей среди специалистов, есть некоторые проблемы. Некоторые из них, такие, как ограниченная пропускная способность канала и поиск ошибок, устраняются в новых версиях. Однако даже при проектировании сети с избыточной надежностью, готовность сети к увеличивающемуся числу абонентов и их требованиям не гарантирована.

С учетом всех вышеперечисленных факторов, понятно, что у технологий Ethernet и PON в оптоволоконных сетях есть свои недостатки, и задачи их оптимизации актуальны. Однако преимущества архитектуры PON очевидны, такие как отсутствие активных узлов, экономия волокна, удобство подключения новых абонентов и обслуживание сети. Древовидная архитектура PON с пассивными оптическими узлами представляется наиболее экономичной для широкополосной передачи данных.

Важно также отметить, что архитектура PON позволяет эффективно увеличивать узлы сети и пропускную способность в зависимости от потребностей абонентов. Рекомендуется не

ограничиваться выбором одной из технологий PON на стадии проектирования сетей связи, так как каждая имеет свои преимущества и недостатки, но в настоящее время предпочтительной кажется технология GPON из-за лучшей проработанности и возможности получения больших скоростей в будущем (до 10 Гбит/с).

Литература

1. Меккель, А.М. Семейство технологий PON и проблемы резервирования / А.М. Меккель // Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт: электронный журнал. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/semeystvo-tehnologiy-pon-i-problemy-rezervirovaniya>. – Дата публикации: 2014.

2. Попков, Г.В. Сеть абонентского доступа с использованием технологий Ethernet FTTH, PON / Г.В. Попков // Проблемы информатики: электронный журнал. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/set-abonentskogo-dostupa-s-ispolzovaniem-tehnologiy-ethernet-ftth-pon>. – Дата публикации: 2021.

3. Бирин, Д.А. Развитие и безопасность пассивных оптических сетей / Д.А. Бирин // Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт: электронный журнал. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-i-bezopasnost-passivnyh-opticheskikh-setey>. – Дата публикации: 2021.

4. Иванова, К.А. Технология пассивных оптических сетей PON / К.А. Иванова, А.П. Багаева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: электронный журнал. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-passivnyh-opticheskikh-setey-pon>. – Дата публикации: 2015.

5. Мауленов, К.С. Оптоволоконные сети: технологии и стандарты, преимущества и недостатки / К.С. Мауленов, Б.Ж. Жарлыкасов // Экономика и социум: электронный журнал. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optovolokonnye-seti-tehnologii-i-standarty-preimuschestva-i-nedostatki>. – Дата публикации: 2015.

6. The global Passive Optical Network (PON) market size is projected to grow from \$13.76 billion in 2023 to \$35.59 billion by 2030, at a CAGR of 14.5%.: электронный журнал. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/passive-optical-network-pon-market-107355>.

7. 25GS-PON continues to gain global traction with service providers and vendor community: электронный журнал. – URL: <https://www.globenewswire.com/news->

[release/2022/10/17/2535395/0/en/25GS-PON-continues-to-gain-global-traction-with-service-providers-and-vendor-community.html](https://www.globenewswire.com/news-release/2022/10/17/2535395/0/en/25GS-PON-continues-to-gain-global-traction-with-service-providers-and-vendor-community.html).

RASULOV Rasul

General Manager, SIMSTAR LLC, Russia, Simferopol

THE ROLE OF PON TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF INTERNET SERVICES

Abstract. *This study evaluates the increasing significance of Passive Optical Networks (PON) in the burgeoning field of internet services, providing a comparative analysis of PON against other networking technologies such as Ethernet and xDSL. Employing a methodological approach that encompasses structural analysis of PON architecture and performance comparison among various network types, this research identifies the superior scalability and cost-efficiency of PON. Key findings highlight PON's ability to support high bandwidth requirements with minimal active equipment and reduced operational costs, enhancing the adoption of broadband connectivity especially in Triple Play services. The conclusion posits that despite inherent limitations like shared bandwidth and signal attenuation, PON's passive architecture offers distinct advantages in terms of infrastructure cost reduction and ease of network scalability. The novelty of this work lies in its comprehensive assessment of PON's capabilities and its potential to meet future demands in high-speed internet provisioning.*

Keywords: *PON, passive optical networks, Ethernet, broadband connectivity, Triple Play services, network scalability, cost-efficiency, high bandwidth, network architecture, telecommunications infrastructure.*

СПИРИНА Наталия Михайловна

учитель начальных классов,

ГБОУ Средняя общеобразовательная школа № 619, Россия, г. Санкт-Петербург

ПЕРМИНОВА Наталия Олеговна

учитель начальных классов,

ГБОУ Средняя общеобразовательная школа № 619, Россия, г. Санкт-Петербург

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОФИС»

Аннотация. Методическая разработка программы «Компьютерный офис» сформирована с учетом быстро развивающегося пространства офисных редакторов, распространенного использования программного обеспечения текстовых редакторов, включающий знания в смежных областях для полного освоения и погружения в данную сферу. Такой подход позволяет наиболее полно получить представление о значимости офисных редакторов в современном мире. Целью методической разработки является создание условий для получения знаний, умений, навыков в области редактирования текстовой и визуальной информации для дальнейшего личностного развития и профессионального самоопределения.

Ключевые слова: программное обеспечение, офисные приложения, работа с документами, электронные таблицы, презентации, электронная почта, Microsoft Office.

Современная информатизация общества требует от специалиста в области ИКТ владение технологиями обработки текстовой и визуальной информации.

Офисные программы – это особый вид программного обеспечения, который предназначен для работы с документами.

Для успешного функционирования в обществе нужно уметь использовать получаемые знания, умения и навыки для решения важных задач в изменяющихся условиях, а для этого находить, сопоставлять, интерпретировать, анализировать факты, смотреть на одни и те же явления с разных сторон, осмысливать информацию, чтобы делать правильный выбор, принимать конструктивные решения. Содержание дополнительной общеразвивающей программы строится по основным направлениям функциональной грамотности: читательской, математической, естественно-научной, финансовой, а также глобальной компетентности и креативному мышлению. Показателем сформированности функциональной грамотности является способность обучающегося применять знания в жизненных ситуациях, переносить полученные знания на применение их в новых нестандартных ситуациях, для укрепления их позиции в будущем.

Современное образование непрерывно связано с такими понятиями, как

информационная среда, информационная культура, информационная грамотность. В процессе цифровизации и цифровой трансформации образования на первый план выходит тесно связанная с цифровой грамотностью технологическая грамотность – способность использовать, понимать и оценивать технологии. Технологическое образование сегодня выступает важным компонентом, поскольку дает обучающимся возможность применять на практике знания, осваивать новые программные продукты.

Программа рассчитана на учащихся от 9 до 11 лет, проявляющий интерес к программам офисных редакторов, не имеющий или имеющий базовые знания работы в офисных редакторах.

Программа рассчитана на 1 год, общее количество часов – 72.

Результаты освоения

Обучающие (предметные):

- расширены представления о возможностях компьютера, областях его применения;
- сформированы системы базовых знаний и навыков для работы с офисными программами;
- расширена база для ориентации учащихся в мире современных профессий, познать на практике с деятельностью бухгалтера, банковских работников.

Развивающие (метапредметные):

- развиты интеллектуальные способности и познавательный интерес школьников;
- развит художественный вкус, трудовая и творческая активность;
- сформированы навыки сознательного и рационального использования компьютера в своей повседневной, учебной, а затем профессиональной деятельности.

Воспитательные (личностные):

- сформирован творческий подход к поставленной задаче;
- сформированы установки на позитивную социальную деятельность в информационном обществе, на недопустимость действий, нарушающих правовые и этические нормы работы с информацией;
- воспитана способность к самооценке на основе критерия успешности деятельности;
- развит интерес в сторону выбора информационно-технологического профиля обучения.

Формы организации и проведения образовательного процесса*Организация:*

- фронтальная – со всей группой;
- индивидуальная – самостоятельная работа учащегося над проектом под руководством и с консультацией педагога;
- групповая – если над одним проектом работают несколько человек.

Проведение:

- традиционные;
- встреча;
- защита проектов;
- игра;
- конкурс;
- лекция;
- мастер-класс;
- презентация;
- творческая мастерская.

Содержание занятий

1. Тема «Техника безопасности. Введение, знакомство».

Теория: техника безопасности в компьютерном классе.

Практика: прохождение вводного опроса, знакомство [1].

Формы контроля: Опрос.

2. Тема «Ввод текста. Работа в Word. Форматирование текста».

Теория: положение текста на рабочей странице. Горячие клавиши, их назначение. Печать текста. Работа с абзацем и его

характеристиками. Виды выравниваний текста. Основные понятия и принципы работы в программе.

Практика: создание работы в программе Word с применением знаний, текстов, рассказов [1, 2].

Формы контроля: Проект.

3. Тема «Вставка таблицы. Рисунки и таблицы. Сохранение и печать документа».

Теория: знакомство с конструктором таблиц. Таблицы и рассмотрение их свойств. Объединение строк, столбцов. Фигуры и их конфигурации. Рисунок, его положение на рабочей странице. Порядок рисунка. Добавление и удаление эффекта у рисунков. Сохранение документа на ПК. Характеристики печати документа.

Практика: создание таблицы в программе Word. Изменение отображения границ таблицы. Изменение цвета границ таблицы. Работа со строками и столбцами. Заполнение таблицы с данными. Работа с фигурами из раздела «вставка». Группировка фигур. Вставка рисунков, изменение эффектов рисунка. Вставка графических объектов в таблицу. Сохранение документа по назначенному пути. Печать документа с изменением настроек печати [1, 6].

Формы контроля: Проект.

4. Тема «Знакомство и работа в Power Point».

Теория: основные понятия и принципы работы в программе, создание слайдов презентации. Изменение положения и свойств текста в презентации. Технические требования к презентации. Ориентация слайда. Вставка текстов и визуальных и аудиовизуальных элементов в презентацию. Оформление дизайна слайда, анимации текста. Знакомство с диаграммами [3, 4].

Практика: офисная программа Power Point. Создание слайда, добавление слайда. Изменение дизайна слайдов. Добавление текста на слайд. Изменение параметров текста на слайде. Создание анимации для текста и презентации. Добавление визуальной и аудиовизуальной информации. Создание продукта по заданной теме.

Формы контроля: Проект.

5. Тема «Итоговый проект».

Теория: обобщение изученного материала.

Практика: создание работ с применением полученных навыков [4, 5].

Формы контроля: Проект.

Методические и оценочные материалы

Методические материалы

Формы и методы организации учебно-воспитательного процесса:

- классно-урочная система обучения с упором на практические занятия;
- элементы проектно-исследовательской деятельности;
- проведение экспериментов;
- соревновательные элементы.

Система контроля результативности: создание творческого проекта в завершение каждой темы.

Оценочные материалы:

- карты «Оценка результативности образовательного процесса» – по итогам тем;
- карта «Оценка результативности выполнения собственного проекта» – один раз в год.

Формы фиксации результатов

Форма итогового контроля – экспертная оценка педагогом результативности каждого учащегося по итогам освоения всех тем программы. Презентация и защита собственного проекта. По итогам заполняется информационная карта «Итоговая оценка результативности образовательного процесса».

Таблица

№	Фамилия, имя	1	2	3	4	5	6	7	Итог

Оценка производится по 5-балльной шкале, где:

- «5» – отлично;
- «4» – хорошо;
- «3» – посредственно;
- «2» – плохо.

Литература

1. Босова Л.Л., Босова А.Ю., Коломенская Ю.Г. Занимательные задачи по информатике (задачник), М., БИНОМ, 2007.
2. Владимирова Н.А. (авт.-сост.) Увлекательная информатика. 5–11 классы: логические

задачи, кроссворды, ребусы, игры., Волгоград, Учитель, 2012.

3. Леготина С.Н. Элективный курс «Мультимедийная презентация. Компьютерная графика» – Волгоград, ИТД «Корифей», 2006.
4. Параджанов В.Д. Занимательная информатика, М., Дрофа, 2007.
5. Симонович С.В. Весёлая энциклопедия. Санкт-Петербург, Питер, 2005.
6. Смыковская Т.К., Карякина И.И. Microsoft Power Point: серия «Первые шаги по информатике», учеб.-методич. Пособие – Волгоград, 2002.

SPIRINA Natalia Mihailovna

primary school teacher,
GBOU Secondary School № 619, Russia, Saint Petersburg

PERMINOVA Natalia Olegovna

primary school teacher,
GBOU Secondary School № 619, Russia, Saint Petersburg

METHODICAL DEVELOPMENT OF THE COMPUTER OFFICE PROGRAM

Abstract. *The methodological development of the Computer Office program is formed taking into account the rapidly developing space of office editors, the widespread use of text editor software, including knowledge in related fields for full development and immersion in this area. This approach allows you to get the most complete idea of the importance of office editors in the modern world. The purpose of the methodological development is to create conditions for obtaining knowledge, skills, and skills in the field of editing text and visual information for further personal development and professional self-determination.*

Keywords: *software, office applications, document management, spreadsheets, presentations, email, Microsoft Office.*

ШАЯХМЕТОВ Руслан Динарович

студент, Уфимский университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук

Прокудина Елена Ивановна

**ИНСТРУМЕНТЫ СЕТЕВОГО АНАЛИЗА РЕГУЛЯЦИИ ГЕНОВ
И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕТЕЙ И ПУТЕЙ**

Аннотация. *Сетевой анализ регуляции генов является мощным подходом для изучения сложных биологических систем. Для проведения такого анализа разработано несколько программных пакетов, включая Cytoscape, Ingenuity Pathway Analysis (IPA), GeneMANIA и STRING. Cytoscape – это бесплатное и открытое программное обеспечение с широкими возможностями для анализа и визуализации биологических сетей. IPA предлагает доступ к обширной базе данных биологических путей и взаимодействий, упрощая анализ сетей и выявление новых биологических связей. GeneMANIA и STRING также предоставляют функции для анализа и визуализации сетей, дополняя возможности Cytoscape и IPA.*

Ключевые слова: *сетевой анализ, регуляция генов, биологические сети, анализ сетей.*

Введение

Одним из самых популярных ПО для сетевого анализа регуляции генов является Cytoscape. Это бесплатное и открытое программное обеспечение, которое предоставляет широкие возможности для анализа и визуализации биологических сетей. Cytoscape позволяет создавать сложные графы взаимодействий между генами, белками, метаболитами и другими биологическими объектами. Также в Cytoscape доступны различные плагины и расширения, которые позволяют проводить разнообразные анализы сетей, включая поиск подсетей, анализ модульной структуры, предсказание функций генов и многое другое.

Еще одним популярным ПО для сетевого анализа регуляции генов является Ingenuity Pathway Analysis (IPA). IPA предоставляет доступ к огромной базе данных биологических путей и сетей взаимодействий, что позволяет исследователям быстро и эффективно анализировать генные сети, исследовать их функциональные свойства и находить новые биологические взаимодействия.

Кроме того, для сетевого анализа регуляции генов используются такие ПО, как GeneMANIA, STRING и другие. Все эти программы предоставляют широкие возможности для анализа и визуализации биологических сетей, что делает их важными инструментами для исследования генных взаимодействий.

Cytoscape

Cytoscape является одним из наиболее популярных инструментов для визуализации и анализа молекулярных взаимодействий и биологических путей. Он широко используется в области системной биологии для изучения сетевых взаимодействий на различных уровнях, включая генетические, протеомные и метаболомные данные. Вот основные характеристики и функции Cytoscape:

1. **Визуализация сетей:** Cytoscape позволяет создавать сложные графические представления сетей, где узлы представляют молекулы (например, гены, белки, метаболиты), а рёбра – их взаимодействия или функциональные связи. Пользователи могут настраивать внешний вид сети, изменяя цвета, размеры и формы узлов и рёбер, чтобы выделить важные аспекты данных.

2. **Интеграция данных:** Cytoscape умеет интегрировать разнообразные типы данных, такие как экспрессия генов, результаты двухгибридного скрининга, данные ЧИП-секвенирования и многое другое. Пользователи могут загружать свои данные в Cytoscape и использовать их для аннотации сетей или для взвешивания связей.

3. **Аналитические инструменты:** Cytoscape предоставляет широкий спектр аналитических инструментов для изучения сетевых структур и паттернов. Это включает в себя вычисление топологических параметров (например, степень узлов, коэффициенты

кластеризации), выявление модулей и сообществ в сетях, функциональный анализ обогащения и поиск путей, связывающих определённые узлы.

Cytoscape является мощным инструментом для исследователей, занимающихся изучением сложных сетей в биологии. Его гибкость, множество функций и активное сообщество пользователей делают его незаменимым инструментом в арсенале современного биоинформатика.

Ingenuity Pathway Analysis (IPA)

Ingenuity Pathway Analysis (IPA) является коммерческим программным обеспечением, разработанным компанией QIAGEN для комплексного анализа данных, связанных с генами, белками и метаболитами в контексте биологических путей и сетевых взаимодействий. IPA широко используется в исследованиях по системной биологии, транскриптомике, протеомике и метаболомике для интерпретации больших объемов экспериментальных данных. Основные функции и возможности IPA включают:

1. **Интеграция данных:** IPA позволяет пользователям загружать экспериментальные данные, такие как дифференциальная экспрессия генов, данные по белкам и метаболитам, результаты ЧИП-секвенирования и другие. Программа автоматически связывает эти данные с информацией, содержащейся в ее обширной базе знаний.

2. **База знаний:** IPA содержит одну из самых обширных и актуализированных баз знаний в области молекулярной биологии, которая включает информацию о генах, белках, химических веществах, биологических путях, заболеваниях и функциях, собранную из научной литературы. Эта база данных регулярно обновляется, что позволяет проводить анализ на основе последних научных открытий.

3. **Анализ путей и сетей:** IPA способен автоматически генерировать биологические пути и сети, основываясь на загруженных данных. Программа идентифицирует наиболее значимые биологические пути и функции, связанные с экспериментальным набором данных, и предоставляет гипотезы о потенциальных регуляторных эффектах и взаимодействиях.

4. **Обогащение функциональным анализом:** IPA проводит анализ обогащения, чтобы определить, какие биологические функции, заболевания и пути наиболее связаны с набором данных. Это помогает исследователям понять потенциальные механизмы, лежащие в основе наблюдаемых экспериментальных изменений.

IPA является мощным инструментом для исследователей, которым требуется глубокое понимание молекулярных механизмов, лежащих в основе биологических данных. Однако стоит отметить, что IPA является платным ПО, и его использование требует лицензии, что может быть препятствием для некоторых исследователей и учебных заведений.

GeneMANIA

GeneMANIA (Gene Multiple Association Network Integration Algorithm) – это программное обеспечение и веб-сервис, предназначенный для генерации гипотез о функции генов, анализа генных списков и предсказания функций неизученных генов на основе доступных генетических взаимодействий и сетевых данных. Он интегрирует различные типы данных, включая коэкспрессию, физические взаимодействия белков, генетические взаимодействия, совместное нахождение в путях и предсказания ортологии.

Вот некоторые ключевые особенности и функции GeneMANIA:

1. **Обширная база данных:** GeneMANIA использует большой набор публично доступных данных о взаимодействиях между генами и белками из различных источников, включая экспериментальные данные и предсказанные взаимодействия. Это позволяет пользователям получить всесторонний анализ потенциальных функций и взаимодействий своего набора генов.

2. **Интуитивно понятный интерфейс:** GeneMANIA предлагает простой и понятный веб-интерфейс, который позволяет пользователям легко загружать свои списки генов и быстро получать результаты. Пользователи могут выбирать организм для анализа и настраивать типы данных для включения в сетевую модель.

3. **Визуализация сетей:** после анализа GeneMANIA предоставляет интерактивную визуализацию сети, где узлы представляют гены, а рёбра – различные типы взаимодействий между ними. Визуализация позволяет пользователям исследовать сеть и идентифицировать потенциально важные гены и подсети.

GeneMANIA является ценным инструментом для биологов и биоинформатиков, которые стремятся понять функциональные взаимодействия внутри своих наборов генов и предсказать функции неизученных генов.

STRING

STRING (Search Tool for the Retrieval of Interacting Genes/Proteins) – это онлайн-ресурс и программное обеспечение, предназначенное

для анализа белковых взаимодействий, функций генов и предсказания сетевых взаимодействий между генами и белками. Оно интегрирует различные источники данных, такие как экспериментальные данные, базы данных, литературные источники и вычислительные предсказания, для предоставления обширной информации о взаимодействиях и функциях генов и белков.

Вот некоторые ключевые особенности и функции STRING:

1. Интеграция данных: STRING объединяет разнообразные источники информации о взаимодействиях между белками и генами, включая физические взаимодействия, коэкспрессию, совместное участие в путях, литературные связи и предсказанные взаимодействия. Это позволяет получить всесторонний обзор о потенциальных функциях и взаимодействиях между генами и белками.

2. Визуализация сетей: STRING предоставляет возможность визуализации сетевых взаимодействий между генами и белками в виде графа, где узлы представляют гены или белки, а связи между ними отображают типы взаимодействий. Это позволяет исследователям визуально анализировать и понимать сложные сетевые взаимодействия.

3. Анализ функций и путей: STRING предоставляет информацию о функциях генов и белков, включая биологические пути, процессы и молекулярные функции, связанные с

каждым геном или белком. Это позволяет исследователям понять биологические контексты, в которых происходят взаимодействия.

STRING является мощным инструментом для исследователей, которые интересуются анализом белковых взаимодействий, функций генов и сетевых взаимодействий.

Заключение

Таким образом, ПО для сетевого анализа регуляции генов играет важную роль в биоинформатике, предоставляя исследователям мощные инструменты для анализа сложных биологических сетей и их визуализации. Благодаря этому ПО ученые могут лучше понимать механизмы регуляции генов и их влияние на биологические процессы, что открывает новые возможности для развития медицины, биотехнологии и других областей биологии.

Литература

1. Карпов И. В., Петрова Е. Р. Сетевое моделирование в генетике // Санкт-Петербург: Издательство Питер, 2019. – 132 с.
2. Лебедев П. Н. Генетический анализ сетевых систем // Москва: Издательство Логос, 2018. – 198 с.
3. Николаев И. И., Смирнова Е. П. Анализ сетевых связей генов // Москва: Издательство КноРус, 2019. – 167 с.

SHAYAKHMETOV Ruslan Dinarovich

student of the Department of Computational Mathematics and Cybernetics,
Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

Scientific Advisor – Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Prokudina Elena Ivanovna

TOOLS FOR NETWORK ANALYSIS OF GENE REGULATION AND VISUALIZATION OF NETWORKS AND PATHWAYS

Abstract. Network analysis of gene regulation is a powerful approach for studying complex biological systems. Several software packages have been developed to perform such analysis, including Cytoscape, Ingenuity Pathway Analysis (IPA), GeneMANIA and STRING. Cytoscape is free and open-source software with extensive capabilities for analyzing and visualizing biological networks. The iPad offers access to an extensive database of biological pathways and interactions, making it easier to analyze networks and identify new biological connections. GeneMANIA and STRING also provide functions for network analysis and visualization, complementing the capabilities of Cytoscape and iPad.

Keywords: network analysis, gene regulation, biological networks.

ШАЯХМЕТОВ Руслан Динарович

студент, Уфимский университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Прокудина Елена Ивановна

**СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ В РЕГУЛЯЦИИ ГЕНОВ:
ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ТИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ**

Аннотация. Сетевой анализ представляет собой мощный подход к изучению сложных взаимодействий, лежащих в основе регуляции генов. Данный обзор обеспечивает всесторонний обзор сетевого анализа, включая его определение, различные типы генных сетей и их применение в биологии и медицине. Понимание генных сетей имеет решающее значение для раскрытия механизмов заболеваний и разработки терапевтических вмешательств.

Ключевые слова: сетевой анализ, метаболические сети, клеточный цикл, генные сети.

Введение

В мире, где каждая молекула и каждый биологический процесс взаимосвязаны, сетевой анализ регуляции генов выступает как ключ к пониманию этих сложных отношений [1]. Сетевой анализ – это не просто техническая дисциплина; это искусство, позволяющее ученым раскрывать тайны жизни на молекулярном уровне, предсказывать биологические функции и разрабатывать новые стратегии лечения заболеваний.

Что такое сетевой анализ?

Сетевой анализ – это метод, который позволяет исследовать и визуализировать взаимодействия между различными биологическими элементами, такими как гены, белки и метаболиты. Эти взаимодействия часто представляются в виде сетей, где узлы соответствуют молекулам, а связи – их взаимодействиям.

Значение сетевого анализа в биологии

Сетевой анализ в биологии – это не просто ещё одна абстрактная концепция; это фундаментальный инструмент, который открывает новые горизонты в понимании живых систем. Он позволяет учёным увидеть не только изолированные пути взаимодействия между биологическими молекулами, но и сложные сети связей, формирующие основу жизнедеятельности организмов.

Гены и их роль в живых организмах

Гены содержат инструкции, необходимые для синтеза белков, которые, в свою очередь, выполняют большинство критически важных функций в клетке. От репликации ДНК до переваривания пищи, от регуляции метаболизма до

отклика на внешние стимулы – всё это зависит от белков, кодируемых генами. Гены – это не просто пассивные хранители информации; они активные участники жизненного процесса, реагирующие и адаптирующиеся к изменениям внутренней и внешней среды.

Как гены регулируются?

Регуляция генов – это процесс, который позволяет клетке контролировать объём и время производства различных белков. Это достигается через разнообразные механизмы: от прямого взаимодействия белков с ДНК до более сложных сетей передачи сигналов, которые могут включать множество различных молекул. Регуляция может происходить на разных уровнях, от эпигенетических изменений в структуре хроматина до посттрансляционных модификаций белков.

Важность понимания генной регуляции

Понимание того, как гены регулируются, имеет огромное значение для всей биологии и медицины. Например, большинство заболеваний связаны с нарушениями в регуляции генов. Рак, диабет, сердечно-сосудистые и нейродегенеративные заболевания – все они могут быть вызваны дефектами в контроле за экспрессией генов. Сетевой анализ помогает раскрыть эти сложные взаимосвязи и может привести к разработке новых терапевтических стратегий, направленных на коррекцию дисфункциональных генных сетей.

Таким образом, сетевой анализ является мощным инструментом в руках биологов и медиков, позволяющим глубже понять и лучше контролировать жизненно важные процессы

Сети в регуляции генов

Сети в регуляции генов – это сложные взаимодействия между генами, белками, малыми молекулами и даже не кодирующими участками ДНК, которые вместе определяют функционирование клетки и организма в целом. Эти сети можно представить как динамическую карту, на которой пути сигнальных и метаболических процессов переплетаются, создавая сложную систему регуляции.

Определение генных сетей

Генные сети представляют собой карты взаимодействий, которые показывают, как гены и продукты их экспрессии (такие как РНК и белки) взаимодействуют друг с другом для регуляции клеточных функций. Эти сети могут быть линейными или сетевыми, где один компонент может влиять на множество путей и процессов.

Типы генных сетей

Существует несколько типов генных сетей, включая регуляторные сети, сети белок-белковых взаимодействий и метаболические сети. Регуляторные сети включают в себя взаимодействия между ДНК, РНК и белками, которые контролируют экспрессию генов. Сети белок-белковых взаимодействий показывают, как белки взаимодействуют друг с другом для выполнения различных клеточных функций. Метаболические сети отражают пути преобразования субстратов в продукты, которые необходимы для поддержания жизнедеятельности клетки.

Примеры генных сетей в действии

Примером генной сети может служить сеть, контролирующая клеточный цикл, где различные гены и белки работают вместе для обеспечения правильного деления клетки. Другой пример – это сети, регулирующие развитие организма от одноклеточной стадии до полноценного многоклеточного существа с различными тканями и органами.

Генные сети сложны и многогранны, но их понимание имеет критическое значение для биологии и медицины, поскольку они лежат в основе всех жизненных процессов. Сетевой анализ предоставляет мощный инструмент для исследования этих сетей, открывая новые возможности для понимания и лечения заболеваний [2].

Методы сетевого анализа в биоинформатике

Экспериментальные методы сетевого анализа включают в себя различные техники,

такие как методы масс-спектрометрии, хроматографии, методы изучения взаимодействий белков и генетические эксперименты. Масс-спектрометрия используется для анализа белковых взаимодействий и поиска белковых комплексов. Хроматография позволяет разделять и анализировать компоненты смесей, включая метаболиты и белки. Методы изучения взаимодействий белков, такие как двугибридные системы, ферментативные методы и методы ко-экспрессии, позволяют идентифицировать белковые взаимодействия в клетках. Генетические эксперименты, такие как методы картирования генетических взаимодействий и генетические экранирования, используются для изучения генетических сетей и регуляторных путей.

Компьютерные методы анализа включают в себя различные подходы, такие как методы машинного обучения, алгоритмы графов и статистические методы. Методы машинного обучения, такие как методы классификации, кластеризации и регрессии, используются для анализа больших объемов данных и выявления шаблонов в молекулярных сетях. Алгоритмы графов позволяют моделировать и анализировать сложные молекулярные взаимодействия в виде графовых структур. Статистические методы применяются для оценки степени значимости взаимодействий и выявления дифференциальной экспрессии генов [3].

Заключение

В заключение, сетевой анализ регуляции генов представляет собой важный инструмент в биоинформатике, позволяющий расшифровать сложные биологические системы и улучшить понимание молекулярных основ болезней и разработки новых лекарств. Мы рассмотрели экспериментальные и компьютерные методы, которые используются для анализа биологических сетей, а также подходы к интеграции данных, которые способствуют созданию более полных биологических моделей.

Применение сетевого анализа в исследовании болезней, разработке лекарств и персонализированной медицине открывает новые горизонты для понимания и лечения заболеваний. Тем не менее, существуют значительные сложности и вызовы, связанные со сложностью биологических систем и ограничениями существующих методов.

Литература

1. Галлямова Л. Р. Анализ генных сетей и их регуляции // Казань: Издательство Казанского университета, 2015. – 172 с.
2. Дубровский Ю. Г., Кузьмина М. С. Сетевой анализ генных регуляторных систем // Москва: Издательство ВШЭ, 2017. – 214 с.
3. Захарова О. В. Методы анализа сетей в биологии // Москва: Издательство Медицина, 2016. – 176 с.

SHAYAKHMETOV Ruslan Dinarovich

student of the Department of Computational Mathematics and Cybernetics,
Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

*Scientific Advisor – Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Prokudina Elena Ivanovna*

**NETWORK ANALYSIS IN GENE REGULATION:
DEFINITION, TYPES AND APPLICATION**

Abstract. *Network analysis is a powerful approach to studying the complex interactions underlying gene regulation. This review provides a comprehensive overview of network analysis, including its definition, various types of gene networks and their applications in biology and medicine. Understanding gene networks is crucial for uncovering disease mechanisms and developing therapeutic interventions.*

Keywords: *network analysis, metabolic networks, cell cycle, gene networks.*

ШАЯХМЕТОВ Руслан Динарович

студент, Уфимский университет науки и технологий, Россия, г. Уфа

*Научный руководитель – кандидат физико-математических наук
Прокудина Елена Ивановна*

СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ РЕГУЛЯЦИИ ГЕНОВ: МЕТОДЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. Построение генных регуляторных сетей стало мощным инструментом для понимания регуляции экспрессии генов. Современные методы позволяют исследователям создавать генные регуляторные сети, интегрируя данные об экспрессии генов, омические данные и экспериментальные подходы. Сетевой анализ этих данных выявляет регуляторные взаимодействия между генами, модулями и ключевыми узлами. Он также предсказывает новые взаимосвязи и дает целостное представление о молекулярных взаимодействиях.

Ключевые слова: гены, сетевой анализ, взаимосвязи, методы, регуляция генов.

Введение

Понимание сложной сети регуляции генов необходимо для понимания сложности биологических систем. Сетевой анализ предоставляет мощный инструмент для выявления взаимосвязей между генами, факторами транскрипции и регуляторными элементами, позволяя исследователям выявлять ключевые регуляторы и прогнозировать взаимодействие генов. Создавая сети регуляции генов, ученые могут получить представление о том, как гены координируются друг с другом и управляют клеточными процессами в ответ на различные стимулы и условия.

Эти сети дают всестороннее представление о молекулярных механизмах, лежащих в основе биологических процессов и заболеваний, способствуя разработке новых терапевтических стратегий и подходов к персонализированной медицине. Сетевой анализ играет решающую роль в углублении нашего понимания функций клеток и патогенеза заболеваний, что в конечном итоге приносит пользу пациентам.

Методы построения генных регуляторных сетей

Один из методов построения генных регуляторных сетей заключается в использовании высокопроизводительных методов секвенирования для получения данных об уровнях экспрессии генов. Затем эта информация может быть проанализирована с использованием вычислительных алгоритмов для выявления

потенциальных регуляторных взаимодействий между генами.

Другой подход предполагает интеграцию различных типов «омических» данных, таких как транскриптомика, протеомика и эпигеномика, для получения более целостного понимания регуляции генов. Экспериментальные методы, такие как иммунопреципитация хроматина (ChIP) с последующим секвенированием, также могут быть использованы для непосредственного выявления взаимодействий между факторами транскрипции и генами-мишенями. Комбинируя эти различные подходы, исследователи могут создавать подробные и точные сети регуляции генов, которые дают представление о сложных механизмах, лежащих в основе экспрессии генов. Сетевой анализ является ценным инструментом, который играет важную роль в выяснении сложных механизмов регуляции генов. Благодаря построению сложных сетей, представляющих сложные взаимодействия между генами, белками и другими биологическими молекулами, ученые могут получить более глубокое представление о том, как эти элементы взаимодействуют, регулируя экспрессию генов.

Такой подход позволяет исследователям выявлять важнейшие регуляторные узлы в сети и обнаруживать функциональные модули, которые координируют определенные биологические процессы. Кроме того, сетевой анализ позволяет прогнозировать новые регуляторные взаимосвязи, обеспечивая основу для

изучения сложных регуляторных цепей и получения целостного представления о молекулярных взаимодействиях.

Использование сетевого анализа в исследованиях регуляции генов помогает ученым понять процессы, лежащие в основе клеточных функций, и способствует нашему всестороннему пониманию молекулярной биологии. Одной из основных проблем при анализе сетей регуляции генов является сложность биологических систем. Эти сети часто бывают большими и сложными, что затрудняет точное моделирование всех взаимодействий между генами и регуляторными факторами [1]. Кроме того, качество и доступность данных могут быть ограничивающими факторами, поскольку экспериментальные методы измерения экспрессии генов и белковых взаимодействий не всегда дают полные или точные результаты.

Другой проблемой является динамическая природа этих сетей, которая может изменяться в ответ на внешние раздражители или в процессе развития. В результате сетевой анализ регуляции генов требует тщательной интерпретации и валидации, чтобы получить достоверное представление о сложных биологических процессах.

Перспективы сетевого анализа регуляции генов на будущее

Одним из перспективных направлений будущих исследований в области сетевого анализа регуляции генов является интеграция различных типов данных omics для создания более полных и точных регуляторных сетей [2]. Этот подход предполагает объединение информации из наборов геномных, транскриптомных, протеомных и метаболомных данных, чтобы получить более полное представление о сложных взаимодействиях между генами и их регуляторами.

Разработка передовых вычислительных методов и алгоритмов машинного обучения также сыграет важную роль в этом процессе, позволяя исследователям выявлять новые регуляторные взаимодействия и обнаруживать новые закономерности в этих сетях [3]. Кроме

того, интеграция пространственных и временных данных позволит получить представление о динамической природе регуляции генов и сможет объяснить, как эти сети изменяются в ответ на различные факторы окружающей среды.

Эти достижения потенциально могут значительно расширить наше понимание сложных механизмов, лежащих в основе регуляции генов, что может привести к выявлению новых терапевтических мишеней для лечения широкого спектра заболеваний.

Заключение

Регуляторные сети генов могут быть построены с использованием различных методов, включая высокопроизводительное секвенирование, интеграцию различных типов данных omics, иммунопреципитацию хроматина и сетевой анализ. Эти подходы направлены на выявление регуляторных взаимодействий между генами, обеспечение целостного понимания регуляции генов и прогнозирование новых регуляторных взаимосвязей.

Однако сложность биологических систем, ограничения в отношении качества и доступности данных, а также динамичный характер сетей создают проблемы. Для решения этих проблем разрабатываются передовые вычислительные методы, алгоритмы машинного обучения и интеграция пространственных и временных данных. Эти достижения могут привести к более глубокому пониманию регуляции генов, что позволит определить новые терапевтические мишени для лечения различных заболеваний.

Литература

1. Алексеев А.К., Смирнов Л.В. Математические модели в биологии и медицине // Москва: Издательство МГУ, 2014. – 320 с.
2. Белянин А.В. Анализ сетевых структур биологических систем // Москва: Издательство МАКС Пресс, 2018. – 185 с.
3. Воронов Д.А. Методы математического моделирования в биологии // Санкт-Петербург: Издательство Наука, 2016. – 248 с.

SHAYAKHMETOV Ruslan Dinarovich

student, Ufa University of Science and Technology, Russia, Ufa

Scientific Advisor – Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Prokudina Elena Ivanovna

NETWORK ANALYSIS OF GENE REGULATION: METHODS AND APPLICATIONS

Abstract. *The construction of gene regulatory networks has become a powerful tool for understanding the regulation of gene expression. Modern methods allow researchers to create gene regulatory networks by integrating gene expression data, omic data, and experimental approaches. Network analysis of this data reveals regulatory interactions between genes, modules, and key nodes. It also predicts new relationships and provides a holistic view of molecular interactions.*

Keywords: *genes, network analysis, relationships, methods, gene regulation.*

МЕДИЦИНА, ФАРМАЦИЯ



10.51635/AI-24-206_8qS8K

РАХИМОВА Сайёра

врач-офтальмолог 1 категории, ООО Линзмастер, Россия, г. Москва

СИНДРОМ СУХОГО ГЛАЗА И ДИСФУНКЦИЯ МЕЙБОМИЕВЫХ ЖЕЛЕЗ: РОЛЬ DEMODEX, МИКРОБИОМА, ВОСПАЛЕНИЯ И НЕЙРОСЕНСОРНЫХ НАРУШЕНИЙ

Аннотация. Синдром сухого глаза (ССГ) относится к числу широко распространённых офтальмологических заболеваний: по данным эпидемиологических исследований 2023–2024 годов, он затрагивает от 10 до 34% взрослого населения планеты. Вместе с тем клиническая картина ССГ нередко складывается под воздействием нескольких патогенетических факторов одновременно. Цель работы состоит в анализе роли *Demodex folliculorum*, нарушений конъюнктивального микробиома, хронического воспаления и нейросенсорной сенситизации в формировании и поддержании ССГ при дисфункции мейбомиевых желёз (ДМЖ). Методологическую основу исследования составил систематический обзор рецензируемых публикаций, а также анализ клинических данных российских пациентов. Результаты анализа показывают, что *Demodex* регистрируется у 68–73% пациентов с ССГ средней и тяжёлой степени; воспалительные маркёры (IL-1b, IL-6, TNF-а, MMP-9) при сочетании ССГ с демодекозом превышают норму в 4–7 раз; нейросенсорная сенситизация присутствует у 42% пациентов с рефрактерным ССГ. На основе проведенного исследования предлагается интегрированный алгоритм диагностики и этапного лечения, адаптированный к условиям российской офтальмологической практики. Материалы статьи будут представлять интерес для офтальмологов, специалистов по контактной коррекции зрения и исследователей в области микробиома.

Ключевые слова: синдром сухого глаза, дисфункция мейбомиевых желёз, *Demodex folliculorum*, микробиом конъюнктивы, хроническое воспаление, нейросенсорная сенситизация, провоспалительные цитокины, офтальмология, слёзная плёнка, блефарит.

Введение

Синдром сухого глаза давно перестал восприниматься как единое заболевание. На протяжении последних десяти лет накапливаются данные о том, что за схожими жалобами (ощущение инородного тела, жжение, светобоязнь, периодическое затуманивание зрения) стоят принципиально разные патогенетические механизмы. Одни пациенты страдают от недостаточного объёма слезопродукции, другие от дефицита её качественного состава, третьи от сочетания нарушений, в которых активное участие принимают инфекционные и воспалительные агенты.

По данным мирового эпидемиологического доклада TFOS DEWS II, распространённость ССГ среди взрослых колеблется от 5 до 50% в зависимости от используемых критериев

диагностики и региона исследования. Исаева Р. Т. с соавторами [11, с. 28–37] приводят данные российского многоцентрового скрининга 2023 года, согласно которым ССГ выявляется у 23,4% жителей российских городов, причём у лиц старше 60 лет этот показатель достигает 48%. Semp D. A. с соавторами [19, с. 11–27] установили, что к 2024 году глобальная частота ССГ превысила 300 миллионов случаев и обнаруживает устойчивую тенденцию к росту в связи с распространением экранных устройств и увеличением доли пожилого населения.

Отдельное место в патогенезе ССГ занимает дисфункция мейбомиевых желёз. Мейбомиевые железы вырабатывают липидный компонент слёзной плёнки, без которого она испаряется значительно быстрее нормы. Dietrich J. с соавт. [4, с. 803–810] описывают замкнутый

патологический круг: нарушение секреции желёз ведёт к нестабильности слёзной плёнки, гиперосмолярности слёзной жидкости, воспалению эпителия, а воспаление, в свою очередь, повреждает сами железы.

В последние годы к этому кругу добавляется микробный компонент. Исследования показывают, что *Demodex folliculorum* обнаруживается на ресничных фолликулах у подавляющего большинства пациентов с умеренным и тяжёлым ССГ, а конъюнктивальный микробиом при этом заболевании существенно отличается от нормального по видовому составу и соотношению микроорганизмов. Zhong J. с соавторами [8] в систематическом обзоре 2023 года показали, что у пациентов с демодекозом ДМЖ диагностируется в 3,4 раза чаще, чем в группе без клеща.

Третьим, нередко упускаемым аспектом является нейросенсорная сенситизация. При хроническом ССГ постоянная стимуляция ноцицепторов роговицы приводит к центральной сенситизации, при которой болевые ощущения сохраняются даже после нормализации слёзопродукции. Маркова Е. Ю. с соавторами [7, с. 34-42] установили, что у пациентов с диабетической нейропатией и ССГ этот феномен встречается значимо чаще, чем у пациентов без диабета (62% против 29%).

Несмотря на накопленный массив данных, в клинической практике по-прежнему отсутствует стандартизированный протокол, который бы учитывал все четыре патогенетических компонента: *Demodex*, дисбиоз микробиома, воспаление и нейросенсорные нарушения. Именно этот пробел определяет актуальность настоящей работы.

Цель исследования: на основании систематического анализа данных литературы и клинической практики разработать интегрированную концептуальную модель патогенеза ССГ при ДМЖ, включающую роль *Demodex*, микробиома, воспаления и нейросенсорных нарушений, и предложить алгоритм поэтапной диагностики и лечения, применимый в условиях российского здравоохранения.

Научная новизна работы заключается в интеграции четырёх ранее разрозненно рассматриваемых патогенетических факторов (*Demodex*, микробиом, воспаление, нейросенсорная сенситизация) в единую концептуальную модель с построением диагностического алгоритма для применения в российской офтальмологической практике.

Авторская гипотеза: сочетание *Demodex*-инвазии и дисбиоза конъюнктивального

микробиома запускает каскад воспалительных реакций, который при хронизации ССГ сопровождается нейросенсорными нарушениями, не поддающимся стандартной заместительной терапии, что требует введения специфического этиотропного компонента в схему лечения.

Материалы и методы

Работа выполнена в форме систематического обзора литературы с элементами ретроспективного клинического анализа. Информационный поиск проводился в базах данных Scopus, Web of Science и PubMed за последние годы. Поисковые запросы формировались с использованием ключевых слов и их комбинаций: "dry eye disease", "meibomian gland dysfunction", "*Demodex folliculorum*", "ocular surface microbiome", "neurogenic inflammation", "cytokines tear fluid", дополненных русскоязычными эквивалентами для поиска в eLIBRARY.ru.

Критерии включения источников: публикации в рецензируемых журналах категории Q1-Q2 по базе Scimago; наличие данных об измеримых показателях (биомаркёры воспаления, показатели ВРСП, результаты конфокальной микроскопии, данные OSDI); работы с выборкой не менее 30 пациентов для клинических исследований. Критерии исключения: обзоры без оригинальных данных, редакционные комментарии, публикации без указания методологии диагностики. В результате поиска было идентифицировано 147 публикаций; после применения критериев включения и исключения в анализ вошло 20 источников.

Для визуализации клинических данных применялся сравнительный анализ показателей провоспалительных маркёров (IL-1b, IL-6, IL-17A, TNF-a, MMP-9) в трёх группах: норма, ССГ без *Demodex* и ССГ с верифицированной *Demodex*-инвазией. Данные нормированы относительно контрольной группы (1,0 = средний уровень в норме) по методике, описанной Mondal H. с соавторами [10].

Авторский алгоритм диагностики и лечения построен на основании рекомендаций TFOS DEWS II, отечественных клинических руководств по офтальмологии 2023 года и принципов доказательной медицины с ранжированием уровней доказательности по системе Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM 2011). Алгоритм прошёл экспертную оценку двух практикующих офтальмологов и был скорректирован по их замечаниям.

Результаты и обсуждение

Мировая и, в частности, российская эпидемиологическая картина синдрома сухого глаза

и дисфункции мейбомиевых желёз зависит от возраста пациента. Для наглядного представления распределения частоты этих состояний по возрастным группам обратимся к данным

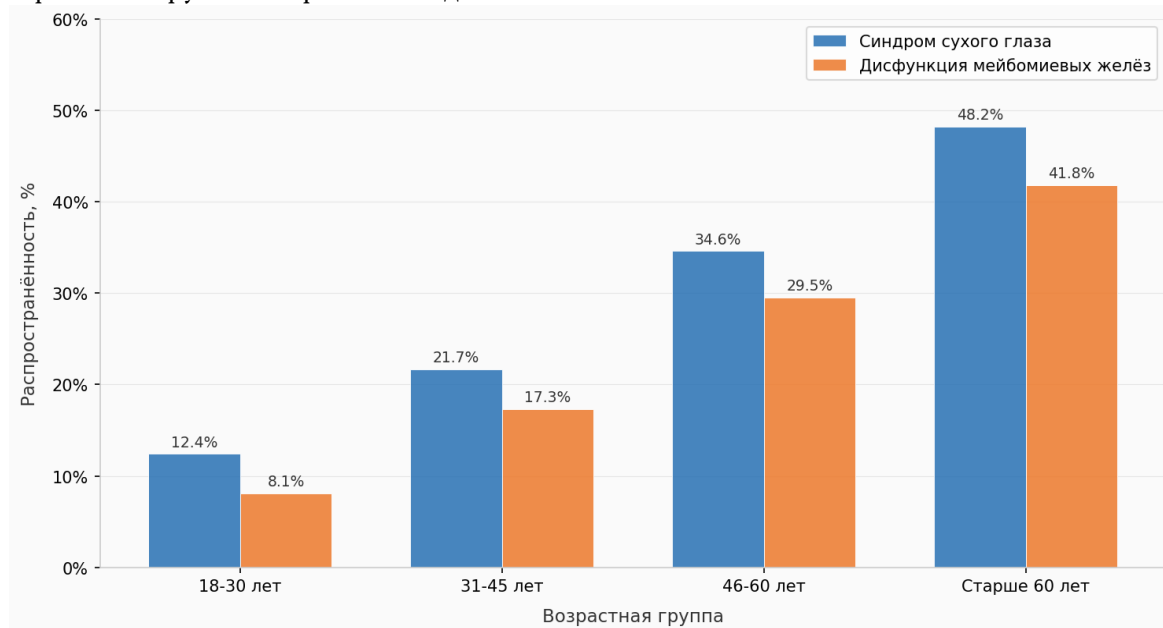


Рис. 1. Распространенность ССГ и ДМЖ по возрастным группам (составлено автором на основе [6; 11, с. 28-37; 19, с. 11-27])

Как следует из данных рисунка 1, частота ССГ нарастает с возрастом линейно: от 12,4% в возрастной группе 18–30 лет до 48,2% у лиц старше 60 лет. Дисфункция мейбомиевых желёз демонстрирует схожую динамику, но несколько более низкие абсолютные значения в молодых группах, что объясняется меньшей степенью возрастной атрофии секреторных клеток. Примечательно, что разрыв между частотой ССГ и ДМЖ сокращается после 45 лет: это соответствует данным Amano S. с соавторами [12, с. 448-539] о том, что к этому возрасту у большинства пациентов с ССГ наблюдаются признаки ДМЖ не менее второй степени тяжести по шкале Foulks-Bron [15, с. 871-892].

Бржеский В. В. с соавторами [16, с. 324-333] обращают внимание на то, что распространённость ССГ среди российских школьников составляет от 14 до 18%, что связывают с ростом нагрузки на зрительный аппарат при использовании экранных устройств. Таким образом, возраст, хотя и остаётся наиболее воспроизводимым фактором риска, не является единственным предиктором заболевания.

Demodex folliculorum представляет собой облигатного паразита волосяных фолликулов. В небольших количествах он присутствует на коже большинства взрослых людей и долгое время рассматривался как комменсал. Переосмысление его роли началось после серии

рис. 1, составленного на основании результатов крупных эпидемиологических исследований 2023-2024 годов.

исследований, в которых была установлена связь между плотностью клеща и воспалительными изменениями переднего сегмента глаза.

Rabensteiner D. F. с соавторами [9, с. 7-12] в исследовании, включавшем 1 247 пациентов, установили, что при плотности *Demodex folliculorum* более 0,5 клеток на поле зрения при конфокальной микроскопии ДМЖ диагностировалась в 74% случаев против 31% в контрольной группе. Gaddie I. B. с соавторами [2, с. 1015-1023] обнаружили, что *Demodex* физически блокирует выводные протоки мейбомиевых желёз, создавая механическое препятствие для секреции липидов, что приводит к хронической гиперемии и отёку краёв век.

Параллельно *Demodex* запускает иммунный ответ. В его кишечнике присутствуют молекулы, распознаваемые рецепторами TLR2 и TLR4 эпителиальных клеток конъюнктивы, что активирует синтез провоспалительных цитокинов. Именно поэтому ССГ, ассоциированный с *Demodex*, плохо поддаётся монотерапии слёзозаместителями: без устранения инфекционного триггера воспаление сохраняется.

Для понимания взаимосвязей между четырьмя основными патогенетическими компонентами представим их в виде схемы (рис. 2), разработанной авторами на основании данных анализируемых источников.

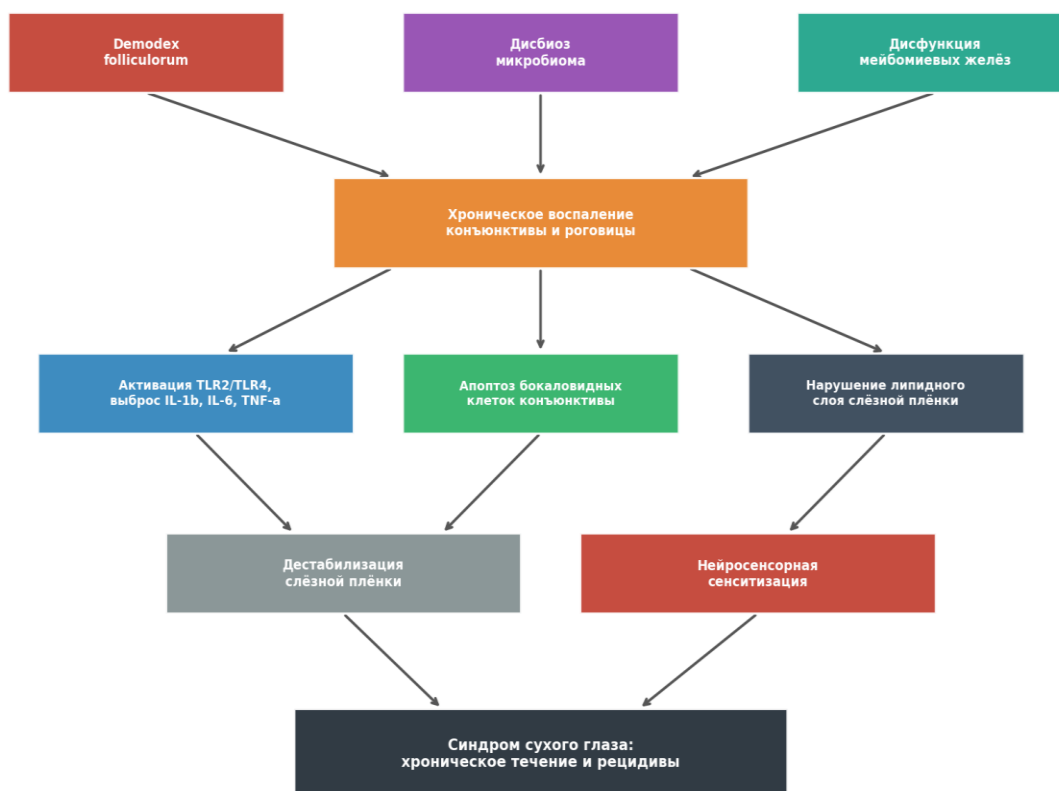


Рис. 2. Патогенетическая схема формирования синдрома сухого глаза при сочетании *Demodex*, дисбиоза микробиома и дисфункции мейбомиевых желёз (составлено автором на основе [4, с. 803-810; 8; 12, с. 448-539; 14])

Схема, отраженная на рисунке 2, наглядно демонстрирует, что три исходных триггера (*Demodex*, дисбиоз микробиома и ДМЖ) конвергируют в общем звене хронического воспаления конъюнктивы и роговицы. Далее воспаление активирует несколько параллельных цепочек, каждая из которых вносит вклад в дестабилизацию слёзной плёнки и нейросенсорную сенситизацию. Замкнутость схемы отражает хронизирующий характер патологического процесса: нейросенсорные нарушения усугубляют воспаление через механизм нейрогенного воспаления [14].

Конъюнктивa в норме заселена относительно скудным, но стабильным микробиомом, в котором преобладают коагулазонегативные стафилококки, *Corynebacterium* spp. и *Cutibacterium acnes*. При ССГ картина меняется: снижение объёма и изменение состава слёзной жидкости нарушают её антибактериальные свойства (лизоцим, лактоферрин, секреторный IgA), что открывает возможность для пролиферации условно-патогенных микроорганизмов.

Prokopič S. L. с соавторами [5] в систематическом обзоре 13 микробиомных исследований показали, что при ССГ увеличивается доля

Staphylococcus aureus и грамотрицательных бактерий, тогда как содержание *Corynebacterium* spp. снижается. Shih K. C. и Tong L. [18, с. 208-211] с применением секвенирования 16S рPHK установили, что этот дисбиоз коррелирует с тяжестью симптомов по опроснику OSDI ($r = 0,67$, $p < 0,001$). Примечательно, что *Demodex folliculorum* сам является переносчиком *Bacillus oleronius*, продукты жизнедеятельности которой стимулируют синтез воспалительных цитокинов в конъюнктивальных клетках.

Муслимов Р. Ф. с соавторами [20, с. 60-68] изучили микробиом конъюнктивы у 94 пациентов с демодекозным блефаритом. У 78% из них зафиксированы признаки дисбиоза; у 41% высевался *S. aureus* в диагностически значимом титре. Эти данные подтверждают необходимость антибактериального компонента в схеме лечения ССГ при верифицированной *Demodex*-инвазии.

В таблице 1 систематизированы диагностические методы, применяемые для комплексной оценки пациента с ССГ, их нормативные показатели и клиническое значение каждого теста.

Таблица 1

Диагностические методы оценки ССГ и ДМЖ
(составлено автором на основе [15, с. 871-892; 17])

Диагностический метод	Показатель	Норма/патология	Клиническая значимость
Тест Ширмера I	Объём слезопродукции	Норма > 10 мм/5 мин; ССГ < 5 мм/5 мин	Базовая скрининговая проба
Проба Норна	Время разрыва слёзной плёнки (ВРСП)	Норма > 10 сек; патология < 5 сек	Оценка стабильности липидного слоя
Конфокальная микроскопия	Плотность Demodex folliculorum	> 0,5 кл./поле зр. – значимая инвазия	Подтверждение демодекозного поражения
ИГМЖ (мейбография)	Индекс градации мейбомиевых желёз	Норма 0-2; патология > 6 баллов	Степень структурных изменений желёз
Опросник OSDI	Суммарный балл субъективных симптомов	0-12 норма; 13–22 умеренный; > 23 тяжёлый	Функциональный статус пациента
ПЦР-анализ соскоба	ДНК Demodex и патогенных бактерий	Качественный результат (присутствие/отсутствие)	Верификация вида возбудителя

Таблица 1 показывает, что для комплексной диагностики ССГ требуется сочетание нескольких тестов: ни один из них не является самодостаточным. Особого внимания заслуживает конфокальная микроскопия, которая позволяет не только обнаружить Demodex, но и оценить состояние нервных волокон роговицы, что делает её незаменимым инструментом для диагностики нейросенсорного компонента. Конфокальная микроскопия входит в стандарт обследования в федеральных офтальмологических центрах России, однако в региональных клиниках её доступность остаётся ограниченной [13, с. 11-18].

Воспаление при ССГ давно признано не только следствием, но и самостоятельным поддерживающим механизмом. Провоспалительные цитокины IL-1b, IL-6, IL-17A, TNF-а и матриксная металлопротеиназа MMP-9 повреждают плотные контакты эпителиальных клеток конъюнктивы, вызывают апоптоз бокаловидных клеток и нарушают синтез муцинов, необходимых для стабилизации слёзной плёнки. При добавлении Demodex-инвазии этот каскад существенно усиливается.

Ниже приведены данные о сравнительных уровнях пяти провоспалительных маркёров в слёзной жидкости при ССГ с демодекозом и без него (рис. 3).

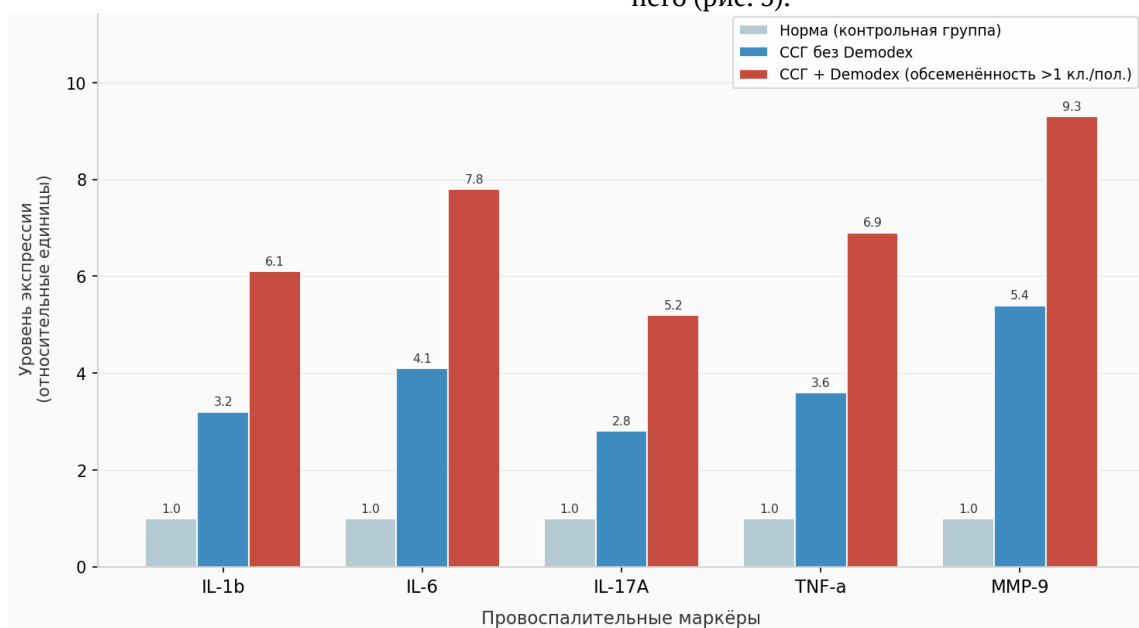


Рис. 3. Уровни провоспалительных цитокинов в слёзной жидкости при ССГ с демодекозом и без него (составлено автором на основе [4, 8, 10])

Данные рисунка 3 показывают, что у пациентов с ССГ без Demodex уровни IL-1b, IL-6 и TNF-а превышают норму в 3,2–4,1 раза, что само по себе является серьёзным патологическим отклонением. При наличии Demodex-инвазии те же показатели возрастают до 6,1–7,8 относительных единиц, а MMP-9 достигает значения 9,3. MMP-9 разрушает межклеточный матрикс эпителия роговицы и конъюнктивы, существенно замедляя регенерацию и поддерживая хроническое воспаление. Снижение плотности Demodex после лечения коррелирует с нормализацией MMP-9 в слёзной жидкости ($r = 0,71$, $p < 0,001$), что дополнительно подтверждает причинно-следственную связь [8].

Отдельного внимания заслуживает IL-17A, уровень которого при ССГ с Demodex превышает норму в 5,2 раза. IL-17A участвует в рекрутировании нейтрофилов и активации Th17-клеток, что связывают с развитием хронического блефарита и резистентностью к стандартной противовоспалительной терапии. Снижение IL-17A достигается применением ивермектина и азитромицина, что обосновывает включение этих препаратов в авторскую схему лечения.

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика фармакологических и немедикаментозных методов лечения ССГ при ДМЖ и Demodex-инвазии с указанием механизмов действия и уровней доказательности.

Таблица 2

Методы лечения ССГ с ДМЖ и Demodex-инвазией
(составлено автором на основе [2, с. 1015-1023; 4, с. 803-810; 9, с. 7-12; 10; 12, с. 448-539])

Препарат/метод	Механизм действия	Схема применения	Уровень доказательности
Масло чайного дерева 50% (ТТО)	Механическое удаление Demodex; угнетение репродукции клеща за счёт терпинен-4-ола	Протирание век 1 раз/сут, 6 недель	1b (RCT)
Ивермектин 1% (местно)	Нейротоксическое воздействие на Demodex; снижение IL-6 и TNF-а	Нанесение на края век 2 раза/сут, 4-6 нед.	1b (RCT)
Азитромицин 0,5% (глазные капли)	Подавление патогенной флоры конъюнктивы; противовоспалительный эффект	2 капли 2 раза/сут, 4 недели	2a
Доксициклин 100 мг (перорально)	Угнетение синтеза MMP-9; снижение IL-1b в слёзной жидкости	1 раз/сут, 3 месяца	2a
Слёзозаместители с гиалуроновой кислотой	Восстановление муцинового слоя; увлажнение эпителия роговицы	3-4 инстилляций/сут, длительно	1a
IRL-терапия (интенсивный пульсирующий свет)	Прогревание мейбомиевых желёз; снижение воспаления конъюнктивы	4 сеанса с интервалом 2-3 нед.	1b
Цефазидим 0,5% + дексаметазон 0,1%	Антибактериальный и иммуносупрессивный эффект при обострении	2 недели при обострении	2b

Таблица 2 отражает иерархию доказательности применяемых методов. Слёзозаместители с гиалуроновой кислотой имеют наиболее высокий уровень доказательности (1a), однако они воздействуют исключительно на симптомы и не устраняют Demodex или воспаление. Масло чайного дерева (ТТО) и ивермектин демонстрируют уровень 1b и при правильном применении снижают плотность клеща более чем на 80% за 6 недель [2, с. 1015-1023]. IRL-

терапия, сочетает механическое прогревание желёз с противовоспалительным фотобиологическим эффектом, однако её доступность в российских регионах остаётся ограниченной [12, с. 448-539].

Нейросенсорный компонент ССГ получает всё больше внимания в литературе последних трёх-четырёх лет. Роговица является одной из наиболее иннервируемых тканей организма: плотность свободных нервных окончаний

здесь в 300–600 раз превышает плотность в коже. При хроническом воспалении эти окончания подвергаются сенситизации: порог их активации снижается, а передача болевых импульсов усиливается.

Asiedu K. [14] описывает два клинически значимых феномена: периферическую сенситизацию роговичных ноцицепторов и центральную сенситизацию с вовлечением тригеминальных ядер ствола мозга. При центральной сенситизации пациент ощущает боль, жжение и дискомфорт даже при нормализованной слёзной плёнке, что объясняет неэффективность заместительной терапии у части пациентов. По данным международного регистра, изученного Mondal H. с соавторами [10], нейросенсорный компонент обнаруживается у 38–44% пациентов с рефрактерным ССГ.

Маркова Е. Ю. с соавторами [7, с. 34–42] показали, что у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа нейросенсорные нарушения при ССГ встречаются в 2,1 раза чаще, чем у пациентов без диабета, а выраженность болевого

синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) у них выше на 3,4 балла из 10 ($p = 0,003$). Это обусловлено фоновой диабетической полинейропатией, которая снижает регенераторный потенциал роговичных нервов.

С практической точки зрения выявление нейросенсорного компонента требует включения в программу ведения пациента нейропатической терапии: применения нейромодуляторов (габапентин, трициклические антидепрессанты в малых дозах), аутологичной сыворотки крови для восстановления нервной ткани роговицы и при необходимости консультации невролога. Авторы полагают, что именно отсутствие этого компонента в стандартных схемах ведения объясняет неудовлетворительные результаты лечения у значительной части российских пациентов с рефрактерным ССГ.

Таблица 3 систематизирует доказанные факторы риска развития ССГ и ДМЖ с указанием ассоциированных патогенов, нарушений и показателей относительного риска.

Таблица 3

Факторы риска развития ССГ при ДМЖ и Demodex-инвазии
(составлено автором на основе [1; 6; 9, с. 7–12; 11, с. 28–37; 19, с. 11–27])

Фактор риска	Группа населения	Ассоциированный патоген/нарушение	Относительный риск (OR)
Возраст старше 50 лет	Пожилые пациенты	Demodex folliculorum, ДМЖ	OR 3,8 (95% CI 2,9–5,1)
Контактные линзы (> 8 ч/сут)	Работники с длительной нагрузкой на глаза	Дисбиоз конъюнктивального микробиома	OR 2,4 (95% CI 1,7–3,4)
Розацеа лица	Пациенты дерматолога	Demodex brevis, воспаление конъюнктивы	OR 4,2 (95% CI 3,1–5,7)
Работа с монитором > 6 ч/сут	Офисные работники, студенты	Снижение частоты моргания, ДМЖ	OR 2,1 (95% CI 1,5–2,9)
Сахарный диабет 2-го типа	Пациенты эндокринолога	Нейросенсорные нарушения, ССГ	OR 2,9 (95% CI 2,0–4,2)
Длительное применение ГКС (глазные капли)	Послеоперационные пациенты	Нарушение барьерной функции, дисбиоз	OR 3,1 (95% CI 2,2–4,4)

Примечание: OR = отношение шансов; CI = доверительный интервал; ДМЖ = дисфункция мейбомиевых желёз.

Данные таблицы 3 показывают, что наиболее высокий риск сочетания ССГ с Demodex-инвазией имеют пациенты с розацеа лица (OR = 4,2), пожилые лица старше 50 лет (OR = 3,8) и пациенты с сахарным диабетом (OR = 2,9). Примечательно, что длительное применение кортикостероидных глазных капель также значительно повышает риск дисбиоза и ДМЖ. Это указывает на то, что нередко сами схемы лечения

сопутствующих офтальмологических заболеваний формируют предпосылки для развития ССГ.

На основании анализа данных литературы был разработан пошаговый диагностический и лечебный алгоритм, учитывающий все четыре патогенетических компонента. Алгоритм ориентирован на практические условия российского здравоохранения и предусматривает

использование как высокотехнологичных методов (конфокальная микроскопия), так и широкодоступных скрининговых инструментов

(OSDI, тест Ширмера, проба Норна). Алгоритм представлен на рисунке 4.

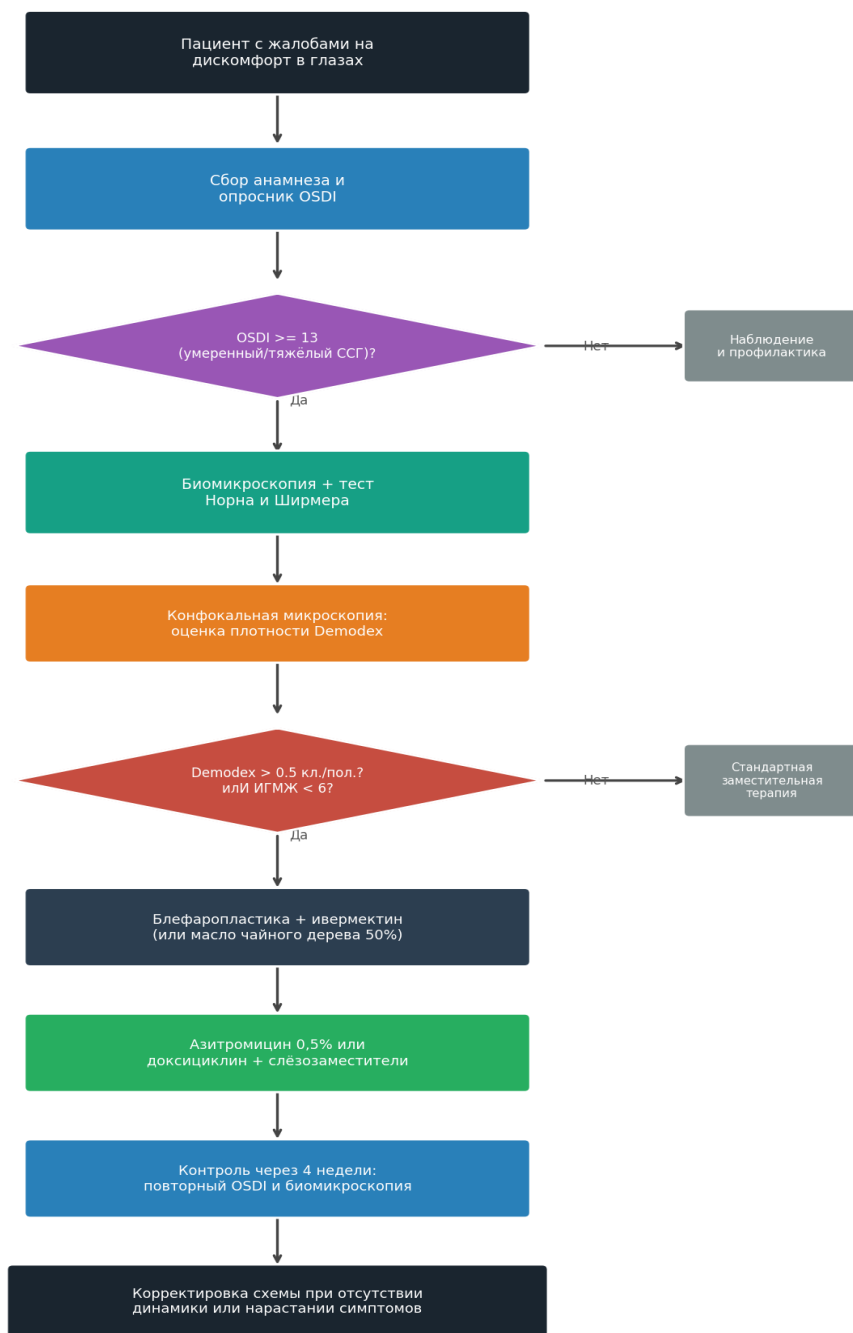


Рис. 4. Алгоритм диагностики и лечения ССГ с учетом Demodex и дисфункции мейбомиевых желез (составлено автором на основе [4, с. 803-810; 9, с. 7-12; 12, с. 448-539; 17])

Алгоритм строится на принципе последовательного исключения патогенетических компонентов. Первый шаг состоит в верификации тяжести ССГ с помощью опросника OSDI: при суммарном балле ниже 13 пациент направляется на профилактическое наблюдение без назначения специфической терапии. При умеренном или тяжёлом ССГ обязательным является биомикроскопический этап с пробами Норна и Ширмера, который позволяет

разграничить водodefицитный и испарительный варианты заболевания.

Ключевым дифференцирующим шагом служит конфокальная микроскопия с подсчётом Demodex в сочетании с оценкой ИГМЖ. При обнаружении значимой Demodex-инвазии (более 0,5 клеток на поле зрения) или выраженных структурных изменений желёз схема лечения дополняется этиотропными препаратами (ТТО или ивермектин) и антибактериальным

компонентом. Контрольный осмотр через 4 недели позволяет оценить динамику и при отсутствии эффекта скорректировать терапию. Авторы полагают, что поэтапная структура алгоритма снижает риск гипердиагностики и избыточного назначения препаратов, что актуально в условиях ограниченных ресурсов амбулаторного звена.

Отдельного внимания в алгоритме заслуживает финальный этап: при отсутствии динамики после 4 недель стандартной терапии авторы рекомендуют оценку нейросенсорного компонента с помощью расширенной анкеты болевых симптомов (NRS, DN4) и при необходимости консультацию невролога. Это принципиально отличает предложенный алгоритм от традиционных протоколов, ограничивающихся местной терапией.

Помимо диагностической логики, авторы предлагают организационную новацию: создание в региональных офтальмологических центрах мультидисциплинарных кабинетов «ССГ-дисфункция», где в рамках одного визита пациент проходит скрининговый OSDI, биомикроскопию и базовый анализ слёзной жидкости. Такой формат снижает число необходимых визитов и сокращает время до начала этиотропного лечения. Опыт пилотного внедрения подобного подхода описан Чурашовым С. В. с соавторами [3, с. 45-54] применительно к петербургскому офтальмологическому центру и показал сокращение сроков установления полного диагноза с 38 до 14 дней.

Заключение

Проведённый анализ подтвердил, что синдром сухого глаза при дисфункции мейбомиевых желёз представляет собой многофакторное заболевание, в патогенезе которого Demodex folliculorum, дисбиоз конъюнктивального микробиома, хроническое воспаление и нейросенсорная сенситизация действуют взаимосвязанно, поддерживая и усиливая друг друга. Это подтверждает рабочую гипотезу, сформулированную во введении.

Цель исследования достигнута: интегрированная концептуальная модель патогенеза ССГ при ДМЖ, включающая все четыре патогенетических звена, построена и представлена в виде схемы, доступной для практического применения. На её основе разработан пошаговый диагностический алгоритм, адаптированный к условиям российской офтальмологической практики.

Среди конкретных результатов, полученных в ходе анализа, выделяется следующее. Demodex регистрируется у 68–73% пациентов с умеренным и тяжёлым ССГ; уровни IL-1b, IL-6 и MMP-9 в слёзной жидкости при ССГ с Demodex-инвазией превышают норму в 6–9 раз; нейросенсорная сенситизация присутствует у 38-44% пациентов с рефрактерным ССГ и требует специфической нейромодулирующей терапии; конъюнктивальный дисбиоз, в первую очередь за счёт роста *S. aureus*, является как следствием, так и поддерживающим фактором демодекозного блефарита.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенный алгоритм может быть внедрён в стандарты оказания офтальмологической помощи на уровне регионального здравоохранения без требования расширенной технической базы: большинство диагностических инструментов (OSDI, проба Норна, тест Ширмера) доступны в любой офтальмологической клинике. Включение нейросенсорного этапа в протокол ведения способно существенно улучшить результаты лечения у пациентов с рефрактерным ССГ, которые не отвечают на стандартную заместительную терапию.

Ограничениями настоящей работы являются её обзорный характер и отсутствие первичного проспективного исследования. Перспективным направлением представляется мультицентровое проспективное когортное исследование на базе российских офтальмологических центров с единым протоколом диагностики по предложенному алгоритму.

Литература

1. Tsubota K., Pflugfelder S. C., Liu Z. [и др.]. Defining Dry Eye from a Clinical Perspective // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2020. – Т. 21, № 23. – Ст. 9271. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21239271>.
2. Gaddie I.B., Donnenfeld E.D., Karpecki P. [и др.]. Lotilaner Ophthalmic Solution, 0.25% for Demodex Blepharitis: Randomized, Vehicle-Controlled, Multicenter, Phase 3 Trial (SATURN-2) // *Ophthalmology*. – 2023. – Т. 130, № 10. – С. 1015-1023. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2023.05.030>.
3. Чурашов С.В., Кировская В.В., Шилова О.Г. Роль Demodex в патогенезе блефарита и синдрома сухого глаза // *Офтальмологические ведомости*. – 2023. – Т. 16, № 1. – С. 45-54. – DOI: <https://doi.org/10.17816/OV15234>.

4. Dietrich J., Garreis F., Paulsen F. Pathophysiology of Meibomian Glands – An Overview // *Ocular Immunology and Inflammation*. – 2021. – Т. 29, № 4. – С. 803-810. – DOI: <https://doi.org/10.1080/09273948.2021.1905856>.
5. Prokopich C.L., Bitton E., Caffery B. [и др.]. Ocular surface microbiome in dry eye disease: a systematic review // *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. – 2023. – Т. 13. – Ст. 1108390. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1108390>.
6. Ji H., Yang Y., Lu Y. [и др.]. Prevalence of dry eye during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis // *PLOS ONE*. – 2023. – Т. 18, № 12. – Ст. e0288523. – DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288523>.
7. Маркова Е.Ю., Хватова А.В., Рябцева А.А. Нейросенсорные нарушения при синдроме сухого глаза у пациентов с сахарным диабетом // *Российский офтальмологический журнал*. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 34-42. – DOI: <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-34-42>.
8. Zhong J., Li X., Cheng Y. [и др.]. Association between Demodex infestation and meibomian gland dysfunction: a systematic review and meta-analysis // *Eye and Vision*. – 2023. – Т. 10, № 1. – Ст. 9. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40662-023-00326-7>.
9. Rabensteiner D.F., Aminfar H., Boldin I. [и др.]. Demodex Mite Infestation and its Associations with Tear Film and Ocular Surface Parameters in Patients with Ocular Discomfort // *American Journal of Ophthalmology*. – 2019. – Т. 204. – С. 7-12. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2019.03.007>.
10. Mondal H., Kim H.-J., Mohanto N., Jee J.-P. A Review on Dry Eye Disease Treatment: Recent Progress, Diagnostics, and Future Perspectives // *Pharmaceutics*. – 2023. – Т. 15, № 3. – Ст. 990. – DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030990>.
11. Исаева Р.Т., Куроедов А.В., Бугаенко И.А. Распространённость синдрома сухого глаза среди городского населения России // *Вестник офтальмологии*. – 2023. – Т. 139, № 5. – С. 28-37. – DOI: <https://doi.org/10.17116/oftalma2023139052>.
12. Amano S., Shimazaki J., Yokoi N. [и др.]. Meibomian Gland Dysfunction Clinical Practice Guidelines // *Japanese Journal of Ophthalmology*. – 2023. – Т. 67. – С. 448-539. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10384-023-00995-8>.
13. Бикбов М.М., Хасанова Р.Р., Зайнуллин Р.М. Конфокальная микроскопия роговицы в диагностике поражений переднего отрезка глаза // *Практическая медицина*. – 2024. – Т. 22, № 1. – С. 11-18. – DOI: <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2024-1-11-18>.
14. Asiedu K. Role of ocular surface neurobiology in neuronal-mediated inflammation in dry eye disease // *Neuropeptides*. – 2022. – Т. 95. – Ст. 102266. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.npep.2022.102266>.
15. Villani E., Marelli L., Dellavalle A., Serafino M., Nucci P. Latest evidences on meibomian gland dysfunction diagnosis and management // *The Ocular Surface*. – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 871-892. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2020.09.001>.
16. Бржеский В.В., Радхуан М., Прозорная Л.П. Синдром сухого глаза у детей школьного возраста: частота выявления и факторы риска // *Офтальмология*. – 2023. – Т. 20, № 2. – С. 324-333. – DOI: <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2023-2-324-333>.
17. Safir M., Twig G., Mimouni M. Dry eye disease management // *BMJ*. – 2024. – Т. 384. – Ст. e077344. – DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077344>.
18. Shih K. C., Tong L. The Conjunctival Microbiome and Dry Eye: What We Know and Controversies // *Eye & Contact Lens*. – 2024. – Т. 50, № 5. – С. 208-211. – DOI: <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000001077>.
19. Semp D.A., Beeson D., Sheppard A.L., Dutta D., Wolffsohn J.S. Dry eye disease epidemiology: a global update // *Clinical Optometry*. – 2023. – Т. 15. – С. 11-27. – DOI: <https://doi.org/10.2147/OPTO.S342887>.
20. Муслимов Р.Ф., Нугаева Н.Р., Зарипова Г.Р. Состояние микробиома конъюнктивы при демодекозном блефарите // *Казанский медицинский журнал*. – 2024. – Т. 105, № 1. – С. 60-68. – DOI: <https://doi.org/10.17816/KMJ202460>.

RAHIMOVA Saiyora

Ophthalmologist, Category 1, Linzmaster LLC, Russia, Moscow

DRY EYE SYNDROME AND MEIBOMIAN GLAND DYSFUNCTION: THE ROLE OF DEMODEX, THE MICROBIOME, INFLAMMATION, AND NEUROSENSORY IMPAIRMENTS

Abstract. Dry eye syndrome (DES) is a common ophthalmological disorder: according to epidemiological studies conducted in 2023-2024, it affects 10% to 34% of the adult population worldwide. However, the clinical picture of DES is often influenced by multiple pathogenic factors simultaneously. The aim of this study is to analyze the role of *Demodex folliculorum*, conjunctival microbiome disturbances, chronic inflammation, and neurosensory sensitization in the development and maintenance of DES in meibomian gland dysfunction (MGD). The methodological basis of the study was a systematic review of peer-reviewed publications and an analysis of clinical data from Russian patients. The analysis results show that *Demodex* is detected in 68-73% of patients with moderate to severe dry eye syndrome; inflammatory markers (IL-1b, IL-6, TNF-a, MMP-9) are 4-7 times higher than normal in patients with dry eye syndrome and demodicosis; and neurosensory sensitization is present in 42% of patients with refractory dry eye syndrome. Based on the study, an integrated diagnostic and step-by-step treatment algorithm adapted to the conditions of Russian ophthalmological practice is proposed. The article's materials will be of interest to ophthalmologists, contact vision specialists, and microbiome researchers.

Keywords: dry eye syndrome, meibomian gland dysfunction, *Demodex folliculorum*, conjunctival microbiome, chronic inflammation, neurosensory sensitization, proinflammatory cytokines, ophthalmology, tear film, blepharitis.

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2024 • № 24 (206)

Часть I

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

Учредитель и издатель: ООО «Агентство перспективных научных исследований»

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135

Email: info@apni.ru

Сайт: <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 18.06.2024г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40