

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(СПбНЦ РАН)

УДК 001

Рег. № НИОКТР АААА-А17-117041850232-4

Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ

ИО директора СПбНЦ РАН

д.б.н.

 М.И. Орлова

«18» января 2022 г.



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

«Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга»

(тема 0240-2019-0001 Государственного задания)

(промежуточный, этап 5)

Руководитель темы  
ИО директора СПбНЦ РАН  
д.б.н.



М.И. Орлова

Санкт-Петербург

2021


## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы  
и.о. директора  
СПБНЦ РАН  
д.б.н.,

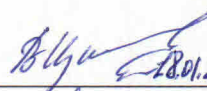
  
18.01.22 М.И. Орлова (введение,  
заключение, раздел 1, 6)

Исполнители темы (все разделы):


Заместитель директора  
СПБНЦ РАН по  
научной работе,  
к.т.н., проф.

  
18.01.22 В.П. Говорухин (введение,  
заклучение, раздел 11)

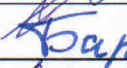
ученый секретарь  
СПБНЦ РАН, д.б.н.

  
18.01.22 В.Е. Цыганов (введение,  
заклучение, раздел 8)


г.н.с. д.т.н. проф.

  
18.01.22 А.А. Родионов (приложение Г)

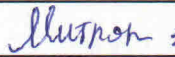
в.н.с., к.т.н.

  
18.01.22 Л.Д. Баринаова (раздел 11)

в.н.с., д.г.-м.н.

  
18.01.22 В.М. Анохин (раздел 7)

в.н.с., д.ф.-м.н.

  
18.01.22 И.А. Митропольский (раздел 10)

с.н.с., к.т.н.

  
18.01.22 К.М. Кляус (раздел 1, 4)


с.н.с., к.б.н.

  
18.01.22 Л.А. Джапаридзе (раздел 5)

с.н.с., к.и.н.

  
18.01.22 Е.А. Иванова (раздел 3)

с.н.с., к.х.н.

  
18.01.22 Т.Ф. Пименова (раздел 2)

с.н.с., к.х.н.

  
18.01.22 Т.А. Цыганова (раздел 9)

с.н.с. к.т.н.

  
18.01.22 В.А. Николаев (раздел 4)


с.н.с. к.ф.-м.н.

  
18.01.22 П.Е. Терещенко (раздел

н.с.

  
18.01.22 Н.Ю. Быстрова (раздел 6)


н.с.

  
18.01.22 Л.Г. Николаева (раздел 3)

н.с. к.воен.н.

  
18.01.22 А.А. Нестерчук (раздел 11)

н.с. к.полит.н.

  
18.01.22 Е.А. Крылова (раздел 12,  
приложение Д)


м.н.с.

  
18.01.22 Н.Н. Ильина (раздел 6)

м.н.с.

  
18.01.22 О.А. Солдатова (все разделы)

м.н.с.


  
18.01.22 О.Д. Пожарская (раздел 6)

м.н.с.

  
18.01.22 А.А. Кулешов (раздел 4)

Нормоконтролер

г.н.с. д.т.н.

  
18.01.22 В.А. Родионов

## РЕФЕРАТ

Отчет 452 с., 1 кн., 49 табл., 116 рис., 187 ист., 7 прил.

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД (2021 – 2030 ГОДЫ), ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЗАДАНИЕ ОТ 24 ДЕКАБРЯ 2020 ГОДА № 075-00689-21-00 НА 2021 ГОД И НА ПЛАНОВЫЙ ПЕРИОД 2022 И 2023 ГОДОВ, ГОД НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ, ПЛАН ОСНОВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГОДА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В 2021 ГОДУ, РЕГИОНАЛЬНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «БУДУЩЕЕ НАУКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ», НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.

Объект исследования – научно-образовательный потенциал Санкт-Петербурга как элемент инновационного развития российской экономики.

Цель НИР в 2021 году – выполнение Государственного задания от года 24 декабря 2020 года № 075-00689-21-00 на 2021 год с учетом требований Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и проведения Года науки и технологий в России.

Методология проведения работы – совместное применение методов функционального анализа, научного прогнозирования и формирования приоритетов развития.

Результаты работы:

- фундаментальные научные исследования по трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга;

- апробация в объеме, превышающем показатели, установленные Государственным заданием на 2021 год.

Область применения результатов и рекомендации по их внедрению – результаты могут быть использованы при оценке текущих и научно прогнозируемых целевых показателей национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года.

Экономическая значимость работы заключается в том, что результаты исследований способствуют эффективному использованию бюджетных ресурсов для

достижения целевых показателей и развития научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННОГО РАЗВИТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С УЧЕТОМ ЕГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА .....	15
1 Анализ научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга, его воспроизводства и формирования .....	15
2 Исследование научно-образовательного потенциала научных лабораторий в научных и научно-образовательных учреждениях Санкт-Петербурга, реализующих программы мегагрантов в области создания новых материалов и веществ .....	26
3 Публикационная активность российских исследователей по гуманитарным и общественным наукам (Scopus 1996–2020) .....	61
4 Исследования по плану работы ОНС по проблемам информатики, управления и телекоммуникаций .....	148
5 Исследования по направлениям ОНС «Биология и медицина» .....	211
6 Исследования по направлениям деятельности ОНС «Экология и природные ресурсы» СПбНЦ РАН .....	231
7 Исследования по направлению деятельности ОНС «Наук о Земле» СПбНЦ РАН .....	287
8 Исследования в области агропромышленного комплекса по направлениям сельскохозяйственной микробиологии и защиты растений по плану ОНС по проблемам развития агропромышленного комплекса региона .....	312
9 Исследования по направлениям деятельности ОНС по химическим наукам СПбНЦ РАН в 2021 году .....	332
10 Исследования по направлениям физико-математических наук .....	340
11 Исследования по направлениям комплексного развития транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга .....	348
12 Исследование процесса принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия .....	373
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	384
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	385
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	396
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	409

ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	417
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	438
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	448
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	453

## ВВЕДЕНИЕ

Отличительная особенность выполнения научной работы в 2021 году – проведение Года науки и технологий в России, установленного Указом Президента Российской Федерации от 25 декабря 2020 года № 812. Во исполнение Указа Президента РФ Правительство РФ обеспечило разработку Плана основных мероприятий по проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 марта 2021 года № 605-р.

Под номером 187 в План проведения Года науки и технологий в Российской Федерации включена Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (2.1 Мероприятия, 3. Дополнительные мероприятия (вне основного плана), организатор – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук (далее – СПбНЦ РАН)), проведенная 22 ноября 2021 года в Санкт-Петербурге на Университетской набережной, дом 5, в Большом и в Малом конференц-залах СПбНЦ РАН.

Конференция проведена с целями: оценки потенциала дальнейшего развития академической науки в Санкт-Петербурге; развития научных исследований на основе междисциплинарного подхода к решению проблем инновационной политики; вовлечения молодых ученых и аспирантов в фундаментальные и прикладные исследования, нацеленные на инновационное развитие экономики региона; продвижения передовых технологий и обмен опытом для решения актуальных проблем комплексного развития Санкт-Петербурга и Ленинградской области; укрепления научных связей между ведущими научными организациями Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Описание: региональная молодежная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых Санкт-Петербурга. Форма участия в конференции очно-заочная с изданием сборника научных трудов конференции. Направления работы конференции: 1. Секция «Науки о Земле», 2. Секция «Физико-математические и химические науки», 3. Секция «Энергетика, машиностроение, механика и процессы управления», 4. Секция «Информационные технологии и телекоммуникации», 5. Секция «Общественные и историко-филологические науки», 6. Секция «Биология и медицина». Охват профессионального сообщества: 160 чел. Участие в офф-лайн активности: 60 чел. (40 чел. – в Большом конференц-зале + 20 чел. – в Малом конференц-зале). Участие в он-лайн активности – 100 чел.

**Примечание:** небольшое количество участников в офф-лайн активности и их распределение по двум конференц-залам объясняется необходимостью соблюдения антиковидных ограничений, действовавших по состоянию на 22 ноября 2021 года.

Программа региональной молодежной научной конференции «Будущее науки в Санкт-Петербурге» приведена в Приложении А.

СПбНЦ РАН принял активное участие в основных мероприятиях по проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году, в том числе:

- 15 мая 2021 года д.б.н. Орлова М.И. и к.т.н. Говорухин В.П. приняли участие в Форуме популяризаторов науки в Москве, в Минобрнауки России;

- 21 – 22 октября 2021 года в СПбНЦ РАН проведены мероприятия по плану Фестиваля науки.

Список научных мероприятий СПбНЦ РАН в 2021 году приведен в Приложении Б.

Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук, действующий на основании Устава ФГБУН СПбНЦ РАН (далее – Устав), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России) от 06 июля 2018 года № 260, является научной организацией.

СПбНЦ РАН является унитарной некоммерческой организацией, созданной в форме федерального государственного бюджетного учреждения.

Учредителем и собственником имущества СПбНЦ РАН является Российская Федерация. Функции и полномочия учредителя СПбНЦ РАН от имени Российской Федерации осуществляет Минобрнауки России. Функции и полномочия собственника имущества, переданного СПбНЦ РАН, осуществляют Минобрнауки России и Федеральное агентство по управлению государственным имуществом в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, и в соответствии с Уставом СПбНЦ РАН.

СПбНЦ РАН осуществляет свою деятельность во взаимодействии с Минобрнауки России, иными федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская академия наук» (далее – РАН), государственными и общественными объединениями, профессиональными организациями, иными юридическими и физическими лицами.

РАН осуществляет научно-методическое руководство деятельностью СПбНЦ РАН, которое заключается:

- в участии в формировании государственного задания СПбНЦ РАН на оказание государственных услуг (выполнение работ) на проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований;

- в осуществлении оценки результатов деятельности СПбНЦ РАН;

- в проведении экспертизы научных и (или) научно-технических результатов, полученных СПбНЦ РАН;

- в согласовании кандидатур на должность директора СПбНЦ РАН.

31 декабря 2020 года распоряжением Правительства Российской Федерации №3684-р утверждена Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 – 2030 годы).

В рамках подпрограммы 2 «Фундаментальные и поисковые научные исследования» Минобрнауки России Государственным заданием от 24 декабря 2020 года № 075-00689-21-00 на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов СПбНЦ РАН определено проведение фундаментальных научных исследований – выполнение научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга 0240-2020-0001». Категория потребителей работы: в интересах общества.

Показатель, характеризующий качество выполнения работы: комплексный балл публикационной результативности (КБПР). Установленное значение КБПР: 8,68.

Срок реализации научной темы:

- год начала - 2019 год;

- год окончания – 2023 год.

Вид научной деятельности – фундаментальные исследования.

Актуальность проводимых научных исследований в рамках научной темы обусловлена:

- необходимостью организации и проведения фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, имеющих важное значение для хозяйственного и культурного развития Санкт-Петербурга и Ленинградской области (далее - Регион);

- необходимостью координации по поручению Минобрнауки России деятельности организаций, подведомственных Минобрнауки России, расположенных в Регионе.

Научная новизна научной темы, значение для развития направлений фундаментальных, поисковых и прикладных исследований заключается в:

- комплексном характере научных исследований, учитывающем трансформационные процессы развития общества, экономики, территорий и роли научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга в этих процессах;

- междисциплинарном характере научных исследований процессов формирования, развития и использования научного потенциала в территориальных социально-экономических системах Региона;

- нацеленности на решение проблем формирования, функционирования и развития среды обитания человека в Регионе и в Российской Федерации.

В ходе выполненных в предшествующие годы исследований получены следующие основные результаты:

в 2019 году в рамках реализации теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга:

- обоснованы перспективные направления фундаментальных исследований СПбНЦ РАН с целью повышения эффективности реализации национальных проектов;

- осуществлена конкретизация научных мероприятий СПбНЦ РАН, направленных на апробацию результатов выполненных исследований.

Исследования, выполненные по теме НИР в 2020 году, были скорректированы с учетом требований Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

В 2020 году осуществлено:

- исследование публикационной активности российских для получения новых знаний с целью обеспечения присутствия Российской Федерации в числе десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок к 2030 году;

- исследование перспектив воспроизводства и развития научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга в различных предметных областях науки;



- исследования по направлениям наук о Земле, физико-математических наук, общественных и гуманитарных наук, химических наук, биологии и медицины, экологии и природных ресурсов, материаловедения, механики, прочности;

- исследование перспектив создания высокоэффективных растительно-микробных систем для обеспечения устойчивого развития аграрно-промышленного комплекса Региона;

- исследование общесистемных вопросов устойчивого развития общественного транспорта современного мегаполиса с целью повышения качества жизни при обеспечении устойчивой мобильности.

Исследования, выполненные по теме НИР в 2021 году, были скорректированы с учетом требований:

- Указа Президента Российской Федерации от 25 декабря 2020 года №812 «О проведении в Российской Федерации Года науки и технологий»,

- Распоряжения Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года №3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 – 2030 годы)»,

- Закона Санкт-Петербурга «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года», принятого Законодательным Собранием Санкт-Петербурга от 19 декабря 2018 года (с изменениями на 26 ноября 2020 года).

Выполнены:

- анализ научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга в 2021 году;
- исследование публикационной активности российских исследователей по гуманитарным и общественным наукам (Scopus 1996 – 2020 годы);

- исследование научно-образовательного потенциала новых научных лабораторий в научных учреждениях Санкт-Петербурга, реализующих программы мегагрантов в области создания новых материалов и веществ;

- исследования в области информатики, процессов управления и телекоммуникации, по направлениям химических наук, физико-математических наук, наук о Земле, экологии и природных ресурсов, биологии и медицины, комплексного развития транспортной инфраструктуры и транспортных систем Региона;

- анализ научного потенциала научных организаций Санкт-Петербурга, выполняющих исследования в области агропромышленного комплекса;

- развитие научной дипломатии и международного научно-технического сотрудничества в СПбНЦ РАН.

Сведения об основных публикациях научных сотрудников СПбНЦ РАН представлены в Приложении В.

Знаковым событием для СПбНЦ РАН стала защита 17 сентября 2021 года в Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) кандидатской диссертации молодым (31 год) ученым-исследователем СПбНЦ РАН Крыловой Е.А. За 2021 год количество молодых научных сотрудников (до 39 лет) – основных работников СПбНЦ РАН увеличилось в 2 раза и по состоянию на 31 декабря 2021 года составляет 25 %.

Научные руководители выполненных исследований: академик РАН Румянцев Владислав Александрович, академик РАН Инге-Вечтомов Сергей Георгиевич, академик РАН Казанский Николай Николаевич, академик РАН Шевченко Владимир Ярославович, академик РАН Наточин Юрий Викторович, академик РАН Попов Владимир Дмитриевич, академик РАН Морозов Никита Федорович, академик РАН Сурис Роберт Арнольдович.

СПбНЦ РАН является соучредителем журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (ISSN 2073-6673), который издается с 2008 года и выходит 4 раза в год. Учредителями журнала являются Российская академия наук и Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук. Главный редактор журнала – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Родионов Анатолий Александрович.

Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» предназначен для научных сотрудников, инженеров, студентов, аспирантов и преподавателей вузов, специализирующихся в области фундаментальной и прикладной гидрофизики.

Журнал включен в список Высшей аттестационной комиссии (ВАК), входит в ядро Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), индексируется в базе Russian Science Citation Index (RSCI), доступен на платформах Web of Science «Сеть Науки» и Scopus (с 2017 г.). Журнал динамично развивается, занимает 15-е место в рейтинге SCIENCE INDEX (РИНЦ) по тематике «Геофизика» за 2020 г. Пятилетний импакт-фактор РИНЦ растет ежегодно, в 2020 г он составил 0.566. В базе SCOPUS журнал входит в квартили Q3 и Q4 в зависимости от тематической категории.

В редакцию журнала материалы могут быть представлены на русском или английском языках. Публикация для авторов бесплатна. Все опубликованные статьи можно найти в открытом доступе на сайте журнала <http://hydrophysics.info/>.

В 2021 года Бюро Отделения наук о Земле РАН и Ученый совет СПбНЦ РАН постановили поддержать предложение главного редактора Родионова А.А. о создании

переводной англоязычной версии журнала «Fundamental and Applied Hydrophysics», которая будет издаваться в электронном виде и распространяться в открытом доступе.

Основные сведения об издании журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» в 2021 году приведены в Приложении Г.

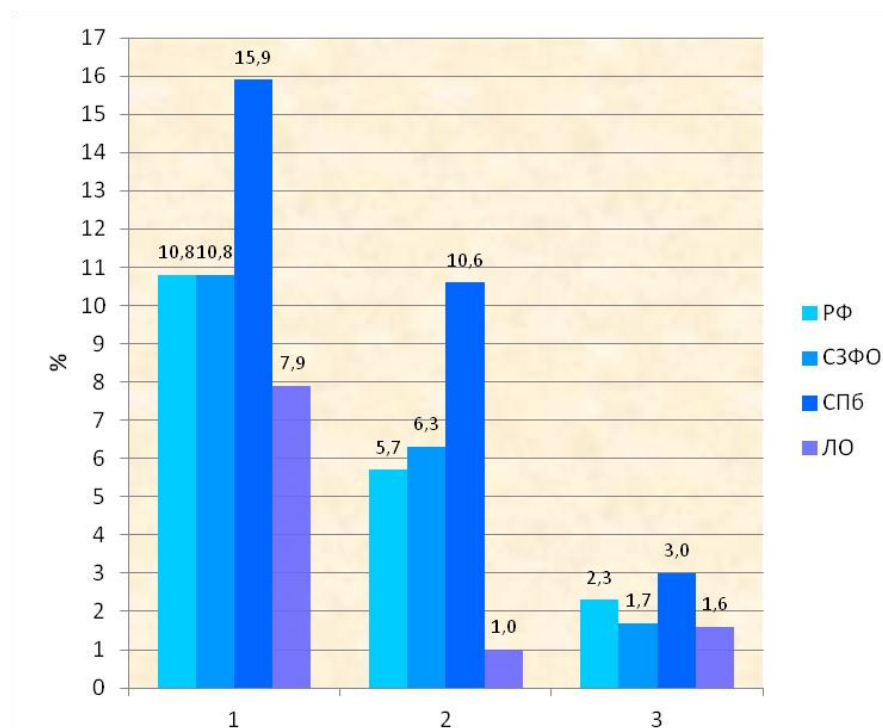
# **МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННОГО РАЗВИТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С УЧЕТОМ ЕГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

## **1 Анализ научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга, его воспроизводства и формирования**

Анализ научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга осуществлен с учетом научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики и теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности.

Главная цель научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга – обеспечение перехода экономики к преимущественно инновационному типу развития, повышение доли высокотехнологичных наукоемких производств в валовом региональном продукте (ВРП), повышение конкурентоспособности отечественной экономики.

На рисунке 1.1 представлены показатели инновационной активности РФ, Северо-Западного федерального округа (СЗФО), Санкт-Петербурга (СПб) и Ленинградской области (ЛО) в 2020 году.



Расшифровка обозначений диаграммы:

1 – Удельный вес организаций, осуществляющих инновационную деятельность (в общем числе обследованных организаций)

2 – Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ и услуг обследованных предприятий

3 – Удельный вес затрат на инновационную деятельность в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ и услуг обследованных предприятий

Рисунок 1.1 – Показатели инновационной активности Российской Федерации,

Северо-Западного федерального округа, Санкт-Петербурга и Ленинградской обл. в 2020 году

Как следует из представленных на диаграмме данных, значения показателей СПб в 1,30–1,86 раз превышают показатели РФ, СЗФО и ЛО.

### 1.1 Научно-образовательная сфера Санкт-Петербурга

В соответствии с Законом Санкт-Петербурга от 19 декабря 2018 года № 771–164 «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года» (с изменениями на 26 ноября 2020 года) [1]:

- рассмотрены стратегические направления, стратегические цели и цели социально-экономического развития Санкт-Петербурга;

- произведен анализ разделов 2.1.2. Наука и инновации, 2.1.7. Трудовые ресурсы и рынок труда, 2.2.1. Транспортный комплекс, 2.2.3. Экологическая безопасность и благоустройство территорий, 2.3. Развитие человеческого капитала, 2.3.3. Образование.

По результатам изучения Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года (с изменениями на 26 ноября 2020 года) сделаны выводы:

- высшее образование в Санкт-Петербурге представлено 69 образовательными организациями высшего образования, преимущественно федерального подчинения. Расположенные на территории Санкт-Петербурга образовательные организации высшего образования представлены в мировых рейтингах ведущих университетов мира;

- численность студентов образовательных организаций высшего образования в Санкт-Петербурге имеет тенденцию к снижению, что обусловлено снижением рождаемости в 90-х годах XX века;

- в расположенных на территории Санкт-Петербурга образовательных организациях высшего образования обучается значительное количество (более 20 тыс. человек) иностранных студентов. Их доля в общей численности студентов, обучающихся в Санкт-Петербурге, составляет 8,0%, что соответствует уровню ряда ведущих европейских образовательных центров (Амстердам - 8,0%, Мадрид - 7,5%) [1].

На рисунке 1.2 представлена структура научно-образовательной сферы Санкт-Петербурга по состоянию на 22 декабря 2021 года [2]:

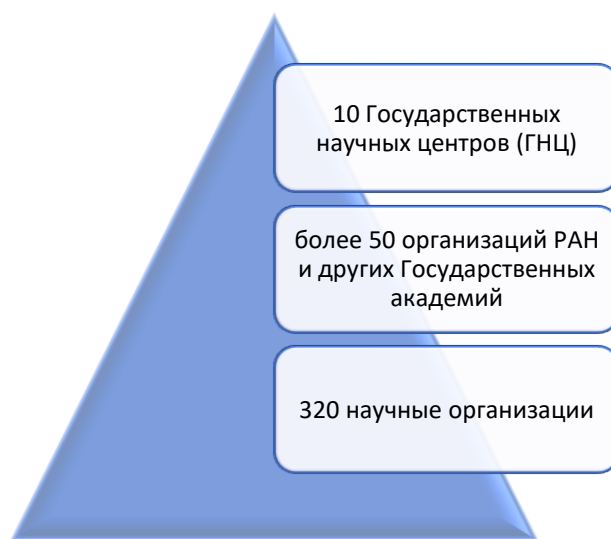


Рисунок 1.2 – Структура научной сферы Санкт-Петербурга

В научно-образовательной сфере Санкт-Петербурга работает более 72500 специалистов, выполняющих научные исследования и разработки, в том числе 195 членов РАН (78 академиков РАН и 117 членов-корреспондентов РАН).

## **1.2 Характеристика научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга**



На рисунках 1.3–1.5 представлена общая характеристика научного потенциала РФ, СЗФО, СПб и ЛО в части численности и объёмов финансирования по состоянию на 01 января 2021 года.

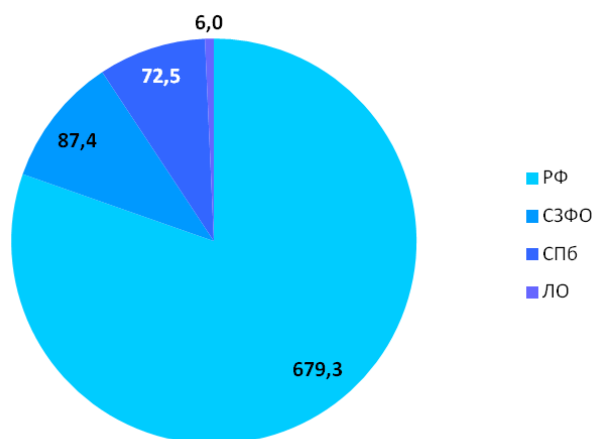


Рисунок 1.3 – Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки, тыс. человек

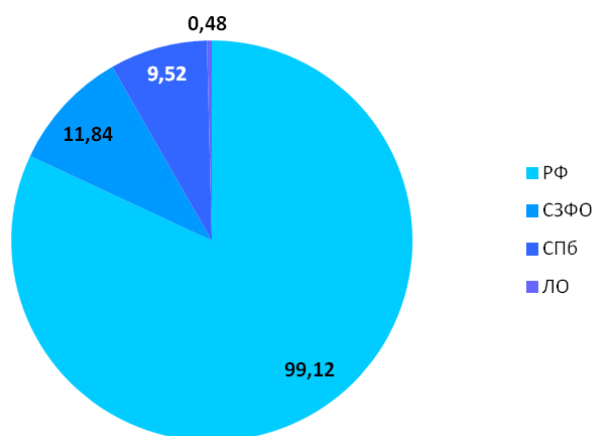


Рисунок 1.4 – Численность исследователей, имеющих ученую степень, тыс. человек

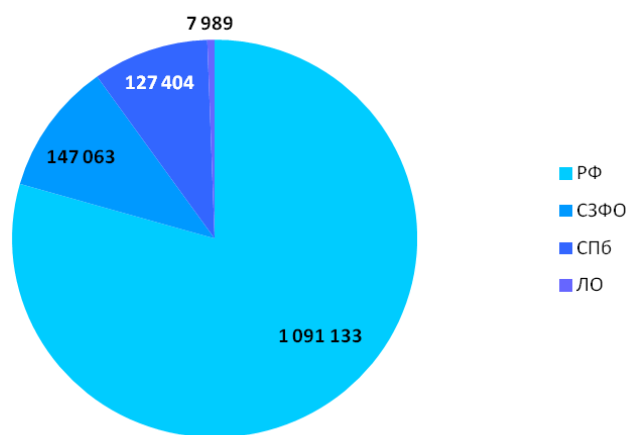


Рисунок 1.5 – Внутренние текущие затраты на научные исследования и разработки, млн. рублей

Примечания:

1. Научные исследования и разработки – творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе с целью увеличения суммы научных знаний, в том числе о человеке, природе и обществе, а также поиска новых областей применения этих знаний [3].

Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки в СПб, составляет: 10,67 % (от численности в РФ), 83 % (от численности в СЗФО) и в 12 раз превышает численность в ЛО.

1. Численность исследователей, имеющих ученую степень в СПб, составляет: 9,6 % (от численности в РФ), 80,45 % (от численности в СЗФО) и в 20 раз превышает численность в ЛО.

2. Внутренние текущие затраты на исследования и разработки в СПб составляют: 11,68 % (от затрат в РФ), 86,63 % (от затрат в СЗФО) и почти в 16 раз превышает затраты в ЛО.

В таблице 1.1 представлена общая характеристика персонала, выполнявшего научные исследования и разработки в СПб в 2018–2020 годах.

Таблица 1.1 – Общая характеристика персонала, выполнявшего научные исследования и разработки в Санкт-Петербурге в 2018–2020 годах

/п	Состав персонала, выполнявшего научные исследования и разработки в СПб в 2018–2020 годах	2	2	2
		018	019	020
	Исследователи	38 813	38 820	36 955
	Техники	4 222	4 465	4 520
	Вспомогательный персонал	19 548	19 193	18 125
	Прочие	12 448	12 750	12 885
	Всего	75 031	75 228	72 485

**Примечания:**

Исследователи – работники, профессионально занимающиеся исследованиями и разработками и непосредственно осуществляющие создание новых знаний, продуктов, методов и систем, а также управление указанными видами деятельности. Исследователи обычно имеют законченное высшее образование [3, 4].

1. Техники – работники, участвовавшие в исследованиях и разработках и выполнявшие технические функции, как правило, под руководством исследователей [3, 4].
2. Вспомогательный персонал – работники, выполнявшие вспомогательные функции, связанные с проведением исследований и разработок: работники планово-экономических, финансовых подразделений, патентных служб, подразделений научно-технической информации, научно-технических библиотек; рабочие, осуществляющие монтаж, наладку, обслуживание и ремонт научного оборудования и приборов; рабочие опытных (экспериментальных) производств; лаборанты, не имеющие высшего и среднего профессионального образования [3, 4].
3. Представленные в табл. 1.1 данные свидетельствуют о стабильности рабочих мест в условиях пандемии коронавируса.

На рисунке 1.6 представлено распределение количества докторов и кандидатов наук по возрасту в Санкт-Петербурге по состоянию на 1 января 2021 года.

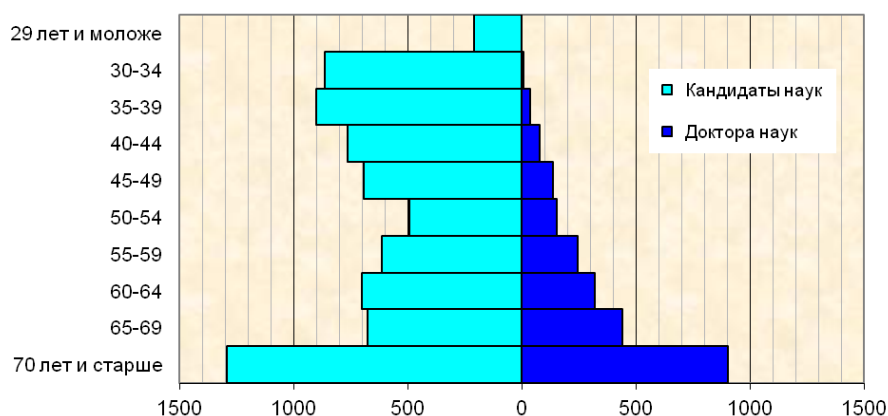


Рисунок 1.6 – Распределение количества докторов и кандидатов наук по возрастным группам

На рисунке 1.7 представлено распределение количества докторов и кандидатов наук в Санкт-Петербурге по областям наук на 2021 год [3].

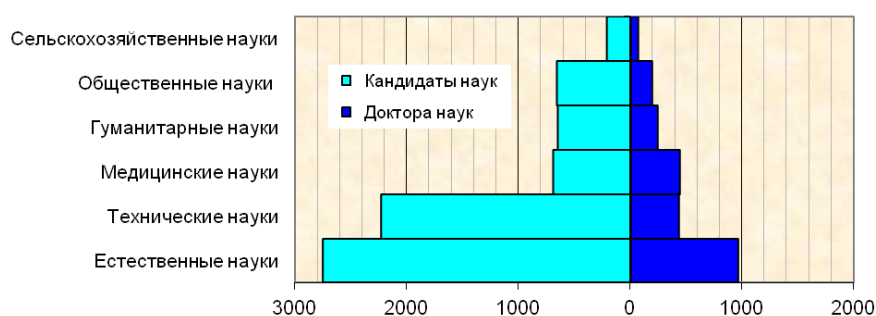


Рисунок 1.7 – Распределение исследователей по областям наук

Распоряжением Президента РАН А.М. Сергеева от 01 июля 2021 года №10103-700 создан Рабочий комитет по координации деятельности профильных советов по направлениям, относящимся к ведению отделений РАН, на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области в следующем составе [5]:

- председатель – академик РАН Забродский Андрей Георгиевич;
- учёный секретарь – академик РАН Медведев Станислав Всеволодович;
- заместитель учёного секретаря – д.б.н. Архипов Михаил Вадимович;
- академик РАН Дубина Михаил Владимирович;
- академик РАН Казанский Николай Николаевич;
- академик РАН Кисляков Сергей Витальевич;
- академик РАН Кукушкин Вадим Юрьевич;
- академик РАН Наточин Юрий Викторович;

- академик РАН Румянцев Владислав Александрович;
- академик РАН Тихонович Игорь Анатольевич;
- академик РАН Фёдоров Михаил Петрович;
- академик РАН Шляhto Евгений Владимирович;
- член-корреспондент РАН Чернецов Никита Севирович.

### 1.3 Производство и формирование научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга

Как уже говорилось, реализация стратегических интересов России связана с расширением сферы образования. Современное образование ориентируется на молодых людей с активной образовательной потребностью и инновационным мышлением. Образовательный потенциал Санкт-Петербурга представляет собой совокупность параметров, обуславливающих наличие у образовательной системы определенных возможностей, направленных на ее развитие. Научный потенциал определяется единством научно-исследовательских институтов, учебных заведений, персонала и технических средств этих организаций, чья научная деятельность сориентирована на производство новых достоверных научных знаний.

Показателем воспроизводства научно-образовательного потенциала может служить подготовка молодых ученых в аспирантуре.

На рисунках 1.8 и 1.9 представлено распределение численности аспирантов и прием в аспирантуру в 2021 году по формам обучения и научным организациям и ВУЗам Санкт-Петербурга [3].

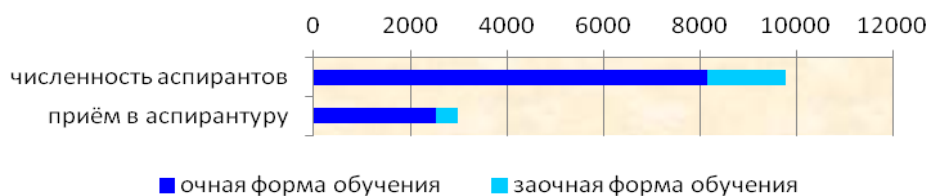


Рисунок 1.8 – Численность аспирантов и приём в аспирантуру: распределение по формам обучения

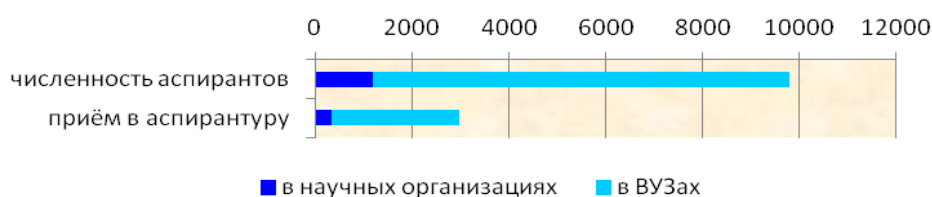


Рисунок 1.9 – Численность аспирантов и приём в аспирантуру: распределение по научным организациям и ВУЗам Санкт-Петербурга

На рисунке 1.10 показано распределение по направлениям подготовки при приеме в аспирантуру в 2021 году [3].

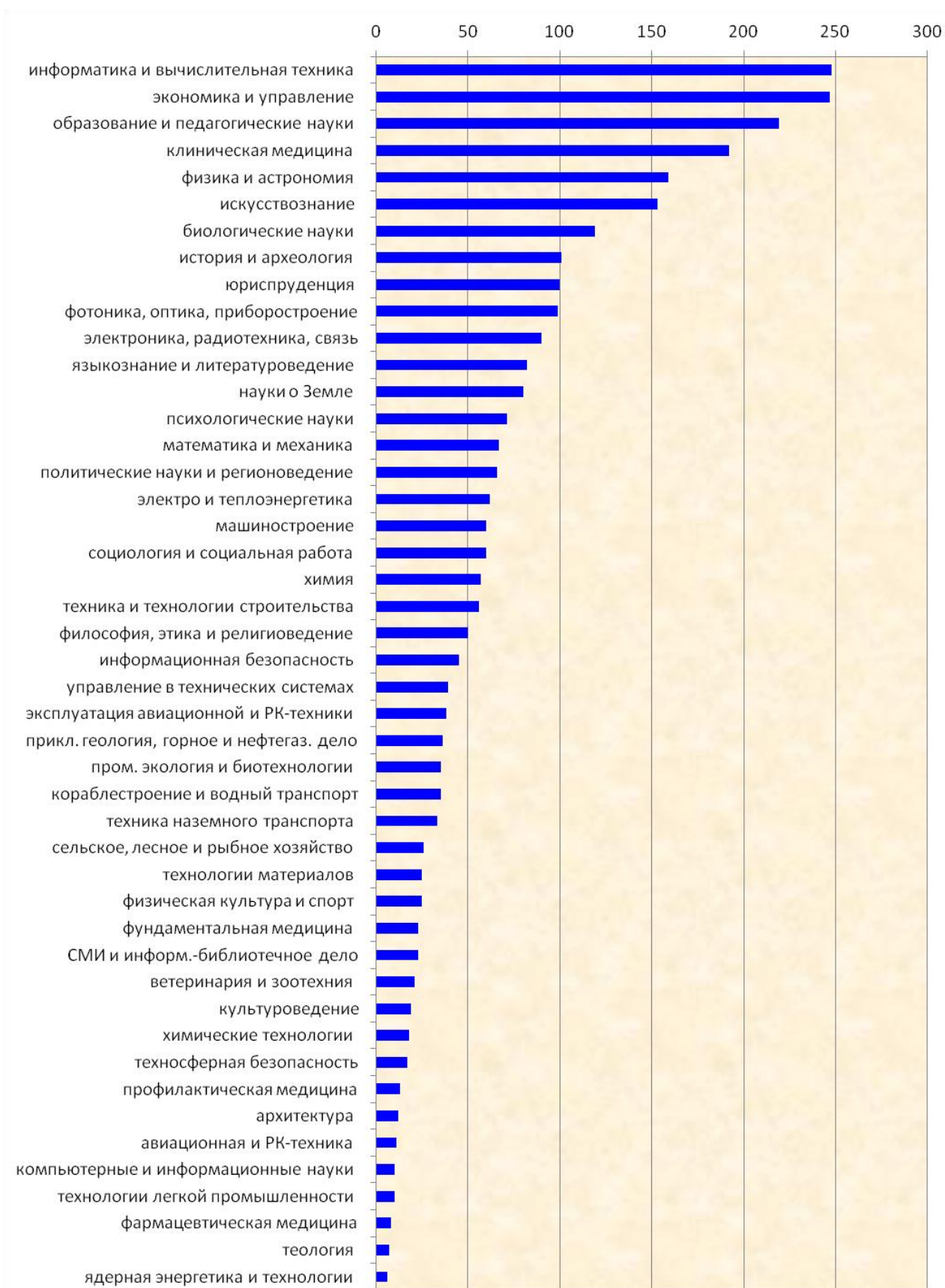




Рисунок 1.10 – Приём в аспирантуру по направлениям подготовки

### Список использованных источников

1. *Закон Санкт-Петербурга от 19 декабря 2018 года № 771-164 «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года» (с изменениями на 26 ноября 2020 года).*
2. *Ганус И.Ю.* Опыт Санкт-Петербурга в финансировании мероприятий, реализуемых федеральными организациями (доклад) // Круглый стол по обсуждению проекта методических рекомендаций по финансовому обеспечению субъектами Российской Федерации мероприятий, реализуемых федеральными организациями высшего образования и федеральными научными организациями. – М.: ФГБОУ ВО Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 22 декабря 2021 г.
3. *Наука и инновации Санкт-Петербурга в 2020 году* (статистический бюллетень). – СПб.: Управление Федеральной службы государственной статистики по г.Санкт-Петербургу и Ленинградской области (ПЕТРОСТАТ), 2021 (Исх. № ЛД-230/1407 от 28.10.2021 г.). – 67 с.
4. *Наука и инновации Ленинградской области в 2020 году* (статистический бюллетень). – СПб.: Управление Федеральной службы государственной статистики по г.Санкт-Петербургу и Ленинградской области (ПЕТРОСТАТ), 2021 (Исх. № ЛД-230/1408 от 28.10.2021 г.). – 47 с.
5. *Говорухин В.П.* Научный потенциал Северо-Запада (доклад) // III Петербургский форум межрегиональной кооперации и партнерства Северо-Западного федерального округа. – СПб.: Конгрессный центр «Петроконгресс», 18 ноября 2021 г.

## **2 Исследование научно-образовательного потенциала научных лабораторий в научных и научно-образовательных учреждениях Санкт-Петербурга, реализующих программы мегагрантов в области создания новых материалов и веществ**

8 декабря 2021 г. в парке науки и искусства «Сириус» в Сочи открылся Конгресс молодых ученых – одно из ключевых событий Года науки и технологий в России. Президент обсудил с молодыми учеными вопросы жилья, грантов на исследования и внедрение разработок в реальный сектор экономики.

Портал национальныепроекты.рф собрал ключевые заявления главы государства.

Глава государства выступил за увеличение объемов мегагрантов на научные исследования, а также за увеличение сроков реализации проектов по ним.

Один из научных деятелей на встрече с президентом отметил, что на первоначальном этапе мегагрант составлял порядка \$5 млн, сейчас он около \$1 млн, а с 2022 года может еще сократиться.

Президент напомнил, что программа мегагрантов работает хорошо, привлечено большое количество исследователей, ученых, лауреатов различных премий, в том числе Нобелевской премии. Глава государства обратил особое внимание, что в числе получателей мегагрантов не только российские ученые (чуть более 100 человек), но и ученые из США (44 человека) и Европы (десятки ученых).

«Очень хорошая получилась программа. Но, действительно, как-то незаметно для меня с начальных 150 млн. рублей это (размер гранта — Прим. ТАСС) спустилось почему-то до 90 млн. рублей. Правда, я не слышал, что еще собираются понизить. И срок понизился до трех лет», — отметил глава государства.

«Конечно, нам нужно к этому вернуться, нужно увеличить и сам объем мегагранта, если мы хотим, чтобы он привлекал исследователей самого высшего уровня, и, конечно, нужно делать так, чтобы видно было развитие этой работы. И нужно увеличить до пяти лет первый этап (реализации проектов в рамках гранта), а потом (на втором этапе) еще плюс три года. Будем стараться двигаться в этом направлении», — считает он.

Президент также заявил, что будет проработан вопрос совершенствования системы получения президентских грантов молодыми учеными.

В начале двадцать первого века на первое место в движущей силе происходящей в мире социально-экономической модернизации вышел человеческий капитал [1, 2]. Становление «экономики знаний», базирующейся в первую очередь на интеллектуальном ресурсе и, как следствие, на инновациях, требует опережающего развития науки, её потенциала - ключевого фактора производительных сил общества [3], во многом

определяющего место конкретной экономики в мировом научно-технологическом пространстве, инновационные возможности и конкурентоспособность на мировых рынках [4, 5]. Исходя из этого дальнейшие перспективы развития научного потенциала не в последнюю очередь связаны с вопросами международного сотрудничества, с вопросами открытости обмену опытом и мнениями, с уровнем интеграции в мировое научное пространство, с созданием дополнительных условий для международной кооперации, восстановления преемственности, реинтеграции в российскую науку, в том числе, и интеллектуальных ресурсов российской научной диаспоры [2, 4].

Это особенно актуально в отношении такого высокоразвитого региона как Санкт-Петербург, крупнейшего научно-образовательного центра страны, в котором сосредоточено более 11% её научного потенциала, в учреждениях науки и образования которого работают около 14% всех российских исследователей. Кроме того, на долю петербургских предприятий приходится свыше 11% общего объема продукции российского машиностроения [6].

Обозначенный комплекс задач определил основную цель данной работы: исследование воздействия на формирование и развитие научного потенциала региона создаваемых в учреждениях Петербурга на конкурсной основе в рамках программы мегагрантов новых научных лабораторий во главе с ведущими учеными и разрабатываемых на их основе наиболее перспективных (прорывных) исследований и разработок с учетом их инновационных возможностей, особое внимание уделяя при этом областям научного знания, связанным с созданием и использованием новых материалов и процессов их получения, обеспечивающих развитие и реализацию существующих и создаваемых конкурентных преимуществ, наличествующих в регионе [7, 8].

Исследования научно-образовательного потенциала научных лабораторий в научных и научно-образовательных учреждениях Санкт-Петербурга, реализующих программы мегагрантов в области создания новых материалов и веществ проводились на платформе ОНС по проблемам материаловедения, механики, прочности при СПбНЦ РАН в соответствии с темой Государственного задания СПбНЦ РАН на 2020-2022 гг., этап 2021 г., согласно техническому заданию.

Объектом исследования является научно-образовательный потенциал научных и научно-образовательных учреждений Санкт-Петербурга, реализующих программу правительства РФ, именуемую «программой мегагрантов».

Цель данного этапа исследования: исследование воздействия на формирование и развитие научно-образовательного потенциала Петербурга создаваемых в учреждениях

Петербурга на конкурсной основе в рамках программы мегагрантов новых научных лабораторий (международных) во главе с ведущими учеными и разрабатываемых на их основе наиболее перспективных (прорывных) направлений исследований и разработок с учетом их инновационных возможностей, особый акцент – на области научного знания, связанные с созданием и использованием новых материалов и процессов их получения (materials science), обеспечивающих становление, развитие и реализацию существующих и создаваемых конкурентных преимуществ, наличествующих в регионе.

В процессе работы проводился исследования влияния на развитие научно-образовательного потенциала Петербурга результатов деятельности, развиваемых в ракурсе программы мегагрантов научных лабораторий во главе с ведущими учеными.

По результатам исследований подготовлен отчет, в котором отражены перспективы развития научно-образовательного потенциала учреждений Петербурга в рамках реализуемых проектов программы мегагрантов: описаны созданные на этой основе международные научные лаборатории и центры, реализуемые в них проекты, их цели, достигнутые инновационные результаты и перспективные (прорывные) направления развития с акцентом на материаловедческий аспект; отмечено существенное расширение тематического спектра научных исследований мирового уровня, расширение международной кооперации в решении актуальных задач и подготовке кадров высшей квалификации, создании единой информационной среды, более широкая кооперация с представителями деловой среды.

## **2.1 Краткая характеристика программы. Общая картина реализации программы и потенциал её развития в учреждениях Петербурга**

Новый формат международного сотрудничества, направленный на создание в РФ научных коллективов (лабораторий) во главе с лидером в данной области знания, способных конкурировать с ведущими лабораториями мира и получать научные результаты мирового уровня, позволяющий существенно расширить диапазон научных исследований мирового уровня в РФ и существенно повысить подготовку молодых научных кадров, возник в результате реализации принятой в 2010 году программы Правительства РФ, учреждающей гранты особо крупного размера, так называемые мегагранты [9]. Программа направлена на решение задач создания устойчивых научных связей с ведущими мировыми научными школами, подготовку научных кадров, вовлеченных в общемировой научный процесс, трансфер в экономику перспективных разработок, получение прорывных научных результатов, решение конкретных задач в

рамках направлений, определенных Стратегией научно-технологического развития РФ [10]. Победители выявляются в результате открытого конкурсного отбора, проводимого Минобрнауки России.

Участниками конкурса могут быть высшие учебные заведения, научные учреждения государственных академий и ГНЦ РФ совместно с российскими и иностранными ведущими учеными, занимающими лидирующие позиции в определенных областях наук (естественные и точные науки, техника и технологии, медицинские науки и науки о здоровье, сельскохозяйственные науки; социальные науки; гуманитарные науки). Выбор ведущего ученого происходит как с использованием наукометрических показателей, так и с привлечением мнения экспертов, в том числе и международных. В программу заложена существенная инфраструктурная составляющая.

Ключевые ожидания от создаваемых лабораторий: генерация новых знаний, создание технологических заделов по приоритетным направлениям научно-технологического развития, бесценный опыт совместной работы с ведущими учеными мира, всестороннее обучение студентов и аспирантов, в том числе и на базе мировых научных центров.

В настоящей работе на фоне общей картины потенциала реализации программы мегагрантов особое внимание уделено формированию и развитию научного потенциала учреждений науки в Санкт-Петербурге, на базе которых реализуются проекты победителей в конкурсах в рамках данной программы.

Начиная с 2010 по 2020 т. Министерством науки и высшего образования РФ проведено семь открытых конкурсов проектов для включения победителей в программу мегагрантов и в самом конце 2020 года подведены итоги восьмого конкурса.

В общей сложности будет создано 315 научных лабораторий мирового уровня во главе с ведущими учеными в данной области знания. К сотрудничеству привлечены ведущие ученые из 36 стран. Исследования ведутся в рамках 16 областей научного знания. Количество научных статей, опубликованные участниками программы в изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science Core Collection, - около 8000. Количество объектов интеллектуальной собственности, полученных в рамках реализации программы – более 1,4 тысяч. С использованием полученных результатов написано более 120 монографий, книг, создано заново или существенно модернизировано более 1100 образовательных курсов, подготовлено и защищено более 1000 диссертаций [11].

Объем финансирования грантов составил свыше 30 миллиардов рублей.



В таблице 2.1, по результатам расчетов, приведены сравнительные данные по количеству присужденных мегагрантов и получивших их базовых организаций в целом по РФ и по Санкт-Петербургу, в частности.

Научные исследования победители конкурсов проводят в качестве научных руководителей проектов на базе 104 учреждений науки и высшего образования РФ:

- 71 учреждение относится к вузовской науке;
- 26 учреждений относятся к научно-исследовательским институтам РАН [12].

Рекордсменами по количеству реализуемых мегагрантов являются вузы, среди них наибольшее количество мегагрантов получено МГУ, НИГУ (г. Новосибирск), НГУ им. Лобачевского (г. Нижний Новгород), ВШЭ (Москва), СПбГУ и ИТМО.

Таблица 2.1. - Общее количество и распределение по ведомствам полученных мегагрантов и получивших их базовых учреждений в РФ и Петербурге (2010 -2020 гг.).

Общее количество и распределение мегагрантов по ведомствам в РФ			Общее количество и распределение мегагрантов по ведомствам в СПб.		Общее количество базовых научных учреждений и их распределение по ведомствам в РФ			Общее количество базовых научных учреждений и их распределение по ведомствам в СПб.	
315			46		104			13	
НИИ	Вузы	Другое	НИИ	Вузы	НИИ	Вузы	Другое	НИИ	Вузы
78	230	7	11	35	26	71	7	6	7

В таблице также показано сравнительное распределение по ведомствам полученных мегагрантов и получивших их базовых организаций. Из данных таблицы следует, что в Санкт-Петербурге с 2010 по 2020 годы по результатам восьми открытых конкурсов, учреждениями науки получено 46 мегагрантов, из них получено: 35 –вузами и 11 – НИИ.

Проекты победителей реализуются на базе 13 учреждений Санкт-Петербурга:

- 7 из них относятся к вузовской науке;
- 6 – к НИИ.

За период 2010–2020 гг. победителями конкурсов в РФ стали 315 ведущих ученых – лидеров в своей области науки.

Среди победителей:

- 36 чел. – российские ученые, работающие в России;
- 111 чел. – российские ученые, работающие за границей;

- 165 чел. – иностранные ученые из США, Великобритании, Нидерландов, Германии, Франции, Швейцарии, Италии, Испании, Норвегии и других стран.

В таблице 2.2, по результатам оценочных расчетов, приведены сравнительные данные по распределению по конкурсам полученных мегагрантов в целом по РФ и по Петербургу, в частности, начиная с 2010 по 2020 гг. по результатам восьми конкурсов. Из данных таблицы следует, что Петербург стабильно завоевывает мегагранты на уровне 15–20% от общего количества по РФ. Созданные в Петербурге на базе мегагрантов 46 международных научных лабораторий (таблица 2.3), ведут свою деятельность в различных областях научного знания, среди них: физика (7 гр.), нанотехнологии (5 гр.), механика и машиностроение (3 гр.), технологии материалов (3 гр.), науки о Земле (3 гр.), химические технологии (3 гр.), математика (3 гр.), медицинские науки и технологии (2гр.), информационные технологии и вычислительные системы (2 гр.), психология (2 гр.), биотехнологии (1 гр.), химия (1гр.), астрономия и астрофизика (1 гр.), промышленная биотехнология (1 гр.), клиническая медицина (1 гр.), социология (1гр.), компьютерные и информационные технологии (1 гр.), материаловедение – композитные материалы (1 гр.), фундаментальная медицина (1 гр.), медицинские биотехнологии (1 гр.), компьютерные и информационные науки (1 гр.), науки о здоровье - (1 гр.), искусствоведение - (1 гр.). Лидерами среди научных дисциплин по числу мегагрантов в Петербурге стали: физика (7 гр.) и нанотехнологии (5 гр.).

Таблица 2.2 - Распределение по конкурсам заявок и полученных учреждениями мегагрантов в Российской Федерации и в Санкт-Петербурге (2010-2020 годы)

Номер конкурса	Год проведения конкурса	Распределение поданных заявок в РФ	Распределение мегагрантов в РФ				Распределение мегагрантов в СПб			Сроки реализации проектов
			РФ	НИИ	Вузы	Другое	СПб	НИИ	Вузы	
--	--	-	РФ	НИИ	Вузы	Другое	СПб	НИИ	Вузы	-
I	2010	507	39 (40)	1	38 (39)	-	6	2	4	2010–2012
II	2011	517	39	-	39	-	6	-	6	2011–2013
III	2013	700	41	16	25		7	2	5	2013–2015
IV	2014	503	42	13	23	1	8	3	5	2014–2016
V	2016	542	40	10	28	2	6	2	4	2017–2019
VI	2017	358	35	11	23	1	5	2	3	2018–2020
VII	2019	433	36	14	22		1	-	1	2019–2021
VIII	2020	465	43	14	29		7	1	6	2021–2023

В таблице 2.3 приведен полный перечень базовых организаций и международных научных лабораторий, созданных на их основе в рамках программы в Петербурге, с указанием области науки, в которых ведутся исследования по реализуемому проекту. Там же представлены ведущие ученые – научные руководители лабораторий с указанием страны их основного пребывания и приведены некоторые наукометрические показатели эффективности их деятельности по данным базы Scopus (h –index / Cit<sub>tot.</sub>).

Как показано в таблице, созданные международные научные лаборатории возглавляют ведущие ученые с мировым именем, представители из 18 ведущих стран мира, в том числе и наши соотечественники. Среди них:

- одиннадцать ведущих ученых из США,
- по пять – из Германии и Франции,
- по три – из Италии, Австралии, Швейцарии,
- по два представителя из Ирландии, Великобритании, Канады, Финляндии;
- по одному представителю из Нидерландов, Швеции, Испании, Норвегии, Турции, Индии, Израиля, России.

Как следует из данных таблицы 2.3, в Санкт-Петербурге:

- тринадцать мегагрантов (наибольшее количество) принадлежит Санкт-Петербургскому государственному университету (СПбГУ);
- одиннадцать мегагрантов - ИТМО,
- пять мегагрантов – СПбПУ Петра Великого,
- четыре мегагранта реализует ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН,
- по три мегагранта – СПбГТИ (ТУ) и ИВС РАН;
- по одному мегагранту – Санкт-Петербургскому академическому университету, ПОМИ им. В.А. Стеклова РАН, ЦИН РАН, ИПМаш РАН, СПбЕУ, ЛЭТИ, РГГМУ.

При этом:

- в СПбГУ получены мегагранты в десяти областях науки;
- в ИТМО – в восьми,
- в СПбГТИ (ТУ) – в трех областях,
- в ИВС РАН и ФТИ РАН – в двух областях научного знания.

## **2.2 О деятельности научных лабораторий, созданных на базе мегагрантов в Санкт-Петербурге. Основные результаты и перспективы**

Согласно требованиям программы [13] результаты исследований коллективов научных лабораторий, созданных в Петербурге, регулярно публикуются в научных

журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science). По предварительным проведенным оценочным подсчетам - общее количество таких статей, вышедших с 2010 года в период действия мегагрантов, свыше девяти сот.

Количество созданных объектов интеллектуальной собственности – свыше ста пятидесяти. Количество диссертаций превышает полторы сотни. Количество студентов, прошедших обучение в лабораториях, свыше четырехсот человек.

В таблице 2.4 представлены некоторые количественные результаты деятельности научных лабораторий, сформированных на базе мегагрантов в Санкт-Петербурге, за период с 2010 по 2017 гг.

Интеллектуально-когнитивная составляющая научно-образовательного потенциала, развиваемого в рамках научных лабораторий программы мегагрантов в Санкт-Петербурге, представляет наибольший интерес. Среди научных достижений лабораторий – успехи в области алгоритмической биологии, в создании алгоритмов обработки результатов анализа ДНК (профессор Певзнер П.А.), ключевым достижением стало создание программных продуктов SPAdes и QUASt, эффективных алгоритмов для геномных исследований, открывающих новые перспективы для «персонализированной медицины» будущего. В данном случае Россия является одним из биоинформатических лидеров в одной из самых быстро развивающихся областей геномики.

Успехи в области исследования свойств метаматериалов (профессор Кившарь Ю.С.), искусственных структур с уникальными электромагнитными нелинейными свойствами, обеспечивают значимые открытия в области управления оптическими сигналами и создания структур с управляемыми свойствами, являются ключевыми для ускорения передачи сигналов в оптических и электронных устройствах. Создаваемые в лаборатории диэлектрические наноантенны и сверхбыстрые фотонные переключатели станут основой компонентной базы оптических суперкомпьютеров. Сформирован международный научно-исследовательский Центр нанофотоники и метаматериалов. Под руководством Ю. Кившаря исследователи центра стали одними из первых в мире, кто начал работать в совершенно новом направлении – диэлектрической нанофотонике, или «метаоптике», как называет его сам ученый.

В настоящее время Ю. Кившарь, лауреат премии Web of Science Awards-2017, является одним из самых цитируемых ученых среди физиков.

Успехи в изучении свойств особого квантового состояния материи – бозе-эйнштейновского конденсата в полупроводниковых микрорезонаторах и создании принципиально новых источников светового излучения (лаборатория профессора

Кавокина А.В.) привели к созданию первыми в России нового типа лазера – бозонного, частотный диапазон - субмиллиметровое излучение. Все это найдет широкое применение в медицине и в телекоммуникации (беспроводная передача большого объема информации на малые расстояния).

Успехи в изучении и развитии уникальных свойств гибридных наноимпринтованных перовскитов - органо-неорганических материалов с интегрированными нанофотонными структурами, позволяют создавать на их основе качественно новые оптоэлектронные устройства (профессор Захидов А.). Объединение в данном случае двух областей – новых материалов на основе наночастиц новых гибридных органо-неорганических материалов, позволяющих управлять светом на наномасштабе, с новыми концепциями нанофотоники – позволяет на этой основе сделать новые оптоэлектронные устройства с качественно новой функциональностью. Поведение нелинейных оптических систем сейчас активно изучается специалистами в области фотоники, описано совершенно новое физическое явление (профессор Сколник М.), взаимодействие между частицами в таких системах могут вызывать необычные эффекты, нелинейные переходы между разными состояниями материи, среди которых выделяются поляритонный солитон и конденсат бозе-эйнштейна. После создания миниатюрных устройств эти переходы могут быть использованы для целей телекоммуникации.

Лаборатория анизотропных и оптически активных наноструктур (профессор Ю. Гунько) разрабатывает новые оптически активные, хиральные, нанокристаллы и наноструктуры, позволяющие создавать более эффективные лекарственные препараты, биосенсоры и другие, медицинские инструменты.

Направление фундаментальных основ медицинских и биомедицинских технологий, развиваемое в Политехническом университете, потребовало больших инфраструктурных вложений, только современный двухфотонный конфокальный микроскоп стоил 1 млн. долларов.

Успехи проектов развития биомедицины в Санкт-Петербурге позволили, в частности, предложить новый терапевтический подход к лечению болезни Альцгеймера (лаборатория профессора Безprozванного И.Б.), основанный на создании препаратов, нормализующих баланс кальция в нейронах гиппокампа, части системы головного мозга, участвующей в механизмах консолидации памяти. Политехнический университет стал одним из ведущих центров в области нанобиотехнологии с опорой на биоинжиниринг. Университет обладает уникальными в этой области установками, в частности, лазерным нанопинцетом.

Единственный проект по развитию исследований в области клинической медицины, финансируемый по программе мегагрантов, реализуется в СПбГУ. Лаборатория профессора И. Шенфельда изучает механизмы возникновения и современные возможности лечения аутоиммунных заболеваний.

В ИВС РАН московский ученый Сергей Шейко работает над архитектурным программированием полимерных материалов, имитирующих живые ткани.

В СПбГУ финский ученый Арто Уртти возглавил работу над биогибридными технологиями для современной медицины, а индийский математик Дипендра Прасад - исследования в направлении «Теория групп, алгебраическая геометрия, теория представлений, теория мотивов, гомологическая алгебра».

В ИТМО ученый из Гонконгского университета Андрей Рогач трудится в области нанотехнологий над светоизлучающими углеродными точками. Профессор Е.Э. из Университета Торонто, Канада – ученый с мировым именем в области коллоидной химии, полимеров, и науки о материалах, создает лабораторию 3D печати функциональных материалов. Один из пионеров в области нанолазеров на основе современных концепций нанофотоники – профессор из Турции, Демир Хилми Волкан работает над нанолазерами и микролазерами на основе новых наноматериалов и современных оптических архитектур.

В Институте цитологии РАН итальянский эксперт в фундаментальной медицине Мауро Пьяцентини сосредоточился на изучении фермента тринсглутаминаза-2 в качестве мишени для терапии гепатоцеллюлярной карциномы.

В Институте проблем машиноведения РАН известный специалист из Университета Тель-Авива Э.М. Фридман возглавляет проект «Теоретические основы цифровизации анализа и синтеза сложных механических систем, сетей и сред», посвященный развитию методов цифровизации для анализа и синтеза сложных механических систем с приложением к проектированию объектов машиностроения: перспективного вибрационного, энергетического, химического оборудования, робототехнических комплексов, летательных аппаратов. Все это только небольшая часть возможностей и достижений научных лабораторий, созданных на базе программы мегагрантов в Петербурге.

Таблица 2.3 - Базовые научные учреждения и научные лаборатории, реализующие программу мегагрантов в Санкт-Петербурге (конкурсы с 1 по 8, 2010 -2020 гг.).

Базовые научные учреждения	Год присуждения гранта	Области науки, в которых ведутся исследования по реализуемому проекту (мегагранту)	Научные лаборатории, созданные для реализации проекта (мегагранта)	Ведущие ученые, руководители проектов	h-index/ CI <sub>tot</sub> (Scopus) *
СПбПУ	2010	Астрономия и астрофизика.	Лаборатория астрофизики объектов с экстремальным энерговыделением.	Павлов Г.Г., США, Россия.	42; 5965
	2011	Физика.	Лаборатория физики улучшенного удержания плазмы токамаков	Вагнер Фридрих, Германия.	39; 6269
	2011	Медицинские науки и технологии.	Лаборатория молекулярной нейродегенерации.	Безпрозванный И.Б., США	62; 12074
	2013	Промышленные биотехнологии.	Лаборатория молекулярной микробиология.	Северинов К.В., США., Россия	56; 15317
	2014	Механика и машиностроение	Лаборатория легких материалов и конструкций	Михайлов В.Г., Германия.	11; 610
ИТМО	2010	Информационные технологии и вычислительные системы.	Лаборатория перспективных вычислительных технологий	Слоот Питер, Нидерланды.	37; 5106
	2010	Физика.	Лаборатория метаматериалов. Международный исследовательский центр нанофотоники и метаматериалов	Кившарь Ю.С., Австралия	117; 8173
	2013	Нанотехнологии.	Лаборатория анизотропных и оптически активные наноструктур	Гунько Ю.К., Ирландия	62; 20353
	2014	Компьютерные и информационные науки.	Лаборатория нелинейных и адаптивных систем управления	Ортега Мартинес, Франция	69; 19601
	2016	Технологии материалов. Нанотехнологии и наноматериалы.	Лаборатория гибридной нанофотоники и оптоэлектроники	Захидов А. А., США.	59; 24753

Продолжение таблицы 2.3

	2016	Физика. Квантовая механика.	Лаборатория квантовой оптики; низкоразмерных квантовых материалов	Сколник Морис, Англия.	73; 21149
	2018	Материаловедение – композитные материалы	Лаборатория 3 D печати функциональных наноматериалов	Кумачева Е.Э., Канада	75; 22497
	2020	Искусствоведение	Российская мобильная лаборатория изучения культурного наследия на основе передовых оптических технологий (XS -MOLAR RU).	Меню Мишель, Франция	26; 2730
	2020	Нанотехнологии	Нанолазеры и микролазеры на основе новых наноматериалов и современных оптических архитектур.	Демир Хилми Волкан, Турция	55; 12272
	2020	Науки о здоровье	Перспективные количественные технологии в магнитно-резонансной томографии для определения стадий воспаления и фиброза, как маркеров заболеваний.	Бендан Давид, Франция	33; 3347
СПбГУ	2010	Науки о Земле	Лаборатория палеографических и геоморфологических исследований полярных регионов и Мирового океана им. В.П..Кеппенена	Тиде Йорн, Германия.	34; 4040
	2010	Математика	Междисциплинарная исследовательская лаборатория им. П.Л.Чебышева	Смирнов С.К., Швейцария.	21; 1831
	2011	Медицинские науки и технологии	Центр геномной биоинформатики им. Ф.Г.Добржанского	О,Брайен С.Д., США.	123; 60512
	2011	Нанотехнологии	Исследовательская лаборатория оптики спина им. И.Н. Уральцева	Кавокин А.В., Франция	59; 13611
	2013	Механика и машиностроение	Лаборатория механики перспективных массивных наноматериалов для инновационных инженерных приложений.	Валиев Р.З., Россия.	103; 53278
	2014	Психология	Лаборатория междисциплинарных исследований раннего детства	Григоренко Е.Л., США	53; 10042
	2014	Химия	Лаборатория фотоактивных нанокомпозитных	Банеманн Детлеф,	85; 47208



			материалов	Германия	
	2016	Клиническая медицина	Лаборатория «Мозаика аутоиммунитета»	Шенфельд Иегуда, США	118; 77864

Продолжение таблицы 2.3

	2016	Психология.	Лаборатория поведенческой нейродинамики	Штыров Ю.Ю., Англия	38; 4846
	2017	Химические технологии	Лаборатория биогбридных технологий	Уртти Арто Олави, Финляндия,	62; 15323
	2017	Математика	Современная алгебра и приложения	Прасад Дипендра, Индия.	13; 480
	2020	Математика	Вероятностные методы в анализе: точечные процессы операторы и пространства голоморфных функций	Хеденмальм Хокан Пер, Швеция	19; 1130
	2020	Науки о Земле и смежные экологические науки	Прогнозирование состояния озонового слоя с использованием моделирования и измерений состава атмосферы	Розанов Е.В. Швейцария	48; 7704
СПБАУ РАН	2010	Информационные технологии и вычислительные системы	Лаборатория алгоритмической биотехнологии	Певзнер П.А., США.	80; 39317
СПбГТИ (ТУ)	2011	Биотехнологии.	Лаборатория молекулярной фармакологии	Мелино Дженнаро, Италия.	92; 42975
	2013	Медицинские биотехнологии.	Лаборатория клеточной биотехнологии	Мартин Шеймус, Ирландия.	83; 34253
	2014	Химические технологии	Лаборатория клеточной биотехнологии	Мурзин Д.Ю, Финляндия.	62; 19002
РГГМУ	2011	Науки о Земле.	Лаборатория спутниковой океанографии	Шапрон Бертран, Франция	48; 9115
ФТИ РАН	2013	Нанотехнологии.	Лаборатория наноструктурных солнечных элементов	Луке Антонио, Испания	45; 10293
	2013	Физика	Лаборатория физики ферроиков	Таганцев А.К., Швейцария	55; 14664
	2014	Физика	Лаборатория спинотроники	Байер М.Х., Германия	56; 15338
	2016	Физика	Лаборатория оптики структур с экстремальной	Жиль Бернар, Франция	44; 7318

				двухмерностью		
СПБЕУ		2013	Социология	Центр исследований науки и технологий. (Социология научного и технологического предпринимательства)	Биаджоли Марио, США	13; 642

Продолжение таблицы 2.3

ИВС РАН		2014	Технологии материалов	Лаборатория «Многомасштабное экспериментальное исследование и моделирование полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения» (Новые материалы, производственные технологии и процессы).	Кенни Хосе, Италия.	70; 16252
		2016	Химические технологии	Лаборатория полимерных биоматериалов и систем (Разработка биосовместимых материалов на основе химически модифицированной целлюлозы.)	Карттунен Микко, Канада	55; 10063
		2017	Технологии материалов	Лаборатории биомиметических полимеров (Архитектурное программирование полимерных материалов, имитирующих живые ткани)	Шейко С.С., США	61; 14053
СПБОМ И им. В.А. Стекло а		2014	Компьютерные и информационные технологии	Лаборатория алгоритмических методов (Алгоритмы и сложные задачи вне полиномиального времени).	Фомин Ф.В., Норвегия.	40; 6024 -
ЦИН РАН		2017	Фундаментальная медицина	Лаборатория молекулярной медицины (Фермент транслугтаминаза – 2 в качестве мишени для терапии гепатоцеллюлярной карциномы)	Пьячентини Мауро, Италия	76; 34668
СПбГУ «ЛЭТИ»		2020	Физика	Резервуарные компьютеры на принципах магноники как новое направление искусственных нейронных сетей.	Костылев М.П., Австралия	41; 5889
ИПМаш		2020	Механика и	Теоретические основы цифровизации анализа и	Фридман Э.М., Израиль	53; 11441

РАН		машиностроение	синтеза сложных механических систем, сетей и сред.		
-----	--	----------------	--	--	--

\* на 02.05.2021 г.

Таблица 2.4 - Результаты деятельности научных лабораторий, сформированных на базе мегагрантов в Санкт-Петербурге, 2010 -2017 гг.

Базовые научные учреждения, год основания лаборатории.	Научные лаборатории	Количество публикаций (WOS)	Количество объектов интеллектуальной собственности	Количество сотрудников	Количество аспирантов	Количество защищенных диссертаций	Ведущие ученые, Руководители проектов
СПбГПУ, 2010 г.	Лаборатория астрофизики объектов с экстремальным энерговыделением.	129	2			5	Павлов Г.Г.
СПбГПУ, 2011 г.	Лаборатория физики улучшенного удержания плазмы токамаков.	95	5			7	Вагнер Фридрих.
СПбГПУ, 2011 г.	Лаборатория молекулярной нейродегенерации	45	3	22		3	Безпрозванный И.Б.
СПбГПУ, 2013 г.	Лаборатория молекулярной микробиологии.	24	2	30		4	Северинов К.В.
СПбГПУ, 2014 г.	Лаборатория легких материалов и конструкций.	7	3	26		1	Михайлов В.Г.
ИТМО, 2010 г.	Лаборатория перспективных вычислительных технологий.	268	20	48		15	Слоот Петрус,
ИТМО, 2010 г.	Лаборатория метаматериалов. Международный исследовательский центр нанофотоники и метаматериалов.	370	12	160	34	12	Кившарь Ю.С.
ИТМО, 2013 г.	Лаборатория анизотропных и оптически активных наноструктур.	82	2	28		10	Гуенько Ю.К.
ИТМО, 2014 г.	Лаборатория нелинейных и адаптивных систем управления.	22	8	52		3	Ортега Мартинес
ИТМО, 2016 г.	Лаборатория гибридной нанофотоники и оптоэлектроники.	7					Захидов А. А.
ИТМО, 2016 г.	Лаборатория квантовой оптики; низкоразмерных квантовых материалов.	2					Сколник Морис.

Продолжение таблицы 2.4

СПГУ, 2010 г.	Лаборатория геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана им. В.П. Кёппенена	33		18		2	Тиде Йорн
СПбГУ, 2010 г.	Междисциплинарная исследовательская лаборатория им. П.Л. Чебышева	170		37		20	Смирнов С.К.
СПбГУ, 2011 г.	Центр геномной биоинформатики им.Ф.Г. Добржанского.	127	1	24		1	О,Брайен С.Д.
СПбГУ, 2011 г.	Исследовательская лаборатория оптики спина им. И.Н. Уральцева.	109	2	33	6	5	Кавокин А.В.
СПбГУ, 2013 г.	Лаборатория механики перспективных массивных наноматериалов для инновационных инженерных приложений.	100	12	55	8	12	Валиев Р.З.
СПбГУ, 2014 г.	Лаборатория междисциплинарных исследований раннего детства.	6		28		4	Григоренко Е.Л..
СПбГУ, 2014 г.	Лаборатория фотоактивных нанокompозитных материалов.	19	2	33		3	Банеманн Детлеф.
СПбГУ, 2016 г. СПбГУ, 2016 г.	Лаборатория «Мозаика аутоиммунитета». Лаборатория поведенческой нейродинамики.	15 4					Шенфельд Иегуда. Штыров Ю.Ю.
СПбАУ-НОЦ ИТ РАН, 2010 г.	Лаборатория алгоритмической биотехнологии.	36	2	20		1	Певзнер П.А..
СПбГТИ (ТУ), 2011	Лаборатория молекулярной фармакологии.	30	6	9		5	Мелино Дженнаро..
СПбГТИ (ТУ), 2013г.	Лаборатория клеточной биотехнологии.	16	4	17		3	Мартин Шеймус.

СПбГТИ (ТУ), 2014	Лаборатория каталитических технологий.	7	3	39		2	Мурзин Д.Ю.
-------------------------	--	---	---	----	--	---	-------------

Продолжение таблицы 2.4

РГГМУ, 2011 г.	Лаборатория спутниковой океанографии.	48	35	15		14	Шапрон Бертран.
ФТИ РАН, 2013г	Лаборатория наноструктурных солнечных элементов.	64	1	68		2	Луке Антонио.
ФТИ РАН, 2013г	Лаборатория физики ферроиков.	40		35		5	Таганцев А.К.
ФТИ РАН, 2014 г	Лаборатория спинотроники	32	1	37		1	Байер М.Х.
ФТИ РАН, 2016 г	Лаборатория оптики структур с экстремальной двумерностью.						Жиль Бернар
СПбЕУ, 2013 г.	Центр исследований науки и технологий.	5		12		6	Биаджоли Марио
ИВС РАН, 2014 г	Лаборатория «Многомасштабное экспериментальное исследование и моделирование полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения.	24	4	47		2	Кенни Хосе
ИВС РАН,2016	Лаборатория полимерных биоматериалов и систем.						Карттунен Микко.
ПОМИ РАН, 2014 г.	Лаборатория алгоритмических методов.	20		23		3	Фомин Ф.В..

### **2.3 Перспективные (прорывные) направления исследований, развиваемые в научных лабораториях программы мегагрантов в Петербурге**

В научных лабораториях Петербурга под руководством ведущих ученых успешно развиваются перспективные (прорывные) направления научных исследований. На фоне общей картины научных достижений, приведенной выше, достаточно подробно рассмотрены наиболее успешные лаборатории, работающие в областях научного знания, связанных с созданием и использованием новых материалов (materials science). Кратко остановимся на достижениях некоторых из них.

Лаборатория легких материалов и конструкций (ЛЛМК) в СПбПУ Петра Великого под руководством д.т.н. В. Г. Михайлова, профессора Бранденбургского технического университета (Котбус-Зефтенберг, Германия), известного немецкого ученого болгарского происхождения, крупного специалиста в области исследования термических, структурообразующих, термодиффузионных и термомеханических процессов при сварке. Лаборатория является интердисциплинарной, объединяет специалистов в области металловедения, сварки, обработки давлением, испытаний материалов и др.

Исследования коллектива направлены на изучение фундаментальных основ и развитие технологии создания легких материалов и конструкций, на сегодняшний день – одного из самых перспективных направлений материаловедения и машиностроения. Исследования носят междисциплинарный характер и ведутся по трем направлениям:

- первое направление связано с исследованием и созданием самих материалов нового поколения, имеющих повышенную прочность и в то же время являющихся легкими. В этом направлении работают две подгруппы: одна подгруппа занимается новыми материалами, в том числе наноматериалами, вторая подгруппа занимается совершенствованием новых материалов;

- второе направление – интенсивная пластическая деформация. Лаборатория оснащена уникальным оборудованием, в том числе – установкой импульсной сварки трением с перемешиванием (СТП), позволяющей сваривать материалы в твердом состоянии [14.]. Особенно эффективным применение методов СТП и нанесения покрытия трением с перемешиванием (НПТП) является при производстве массивных деталей. Решаются задачи изготовления больших сложных конструкций с высокими требованиями по точности и прочностным свойствам, получения структурированной поверхности, которая позволяет снизить гидродинамическое сопротивление при перемещении таких конструкций в воздухе и в воде [15];

- третье направление – дуговая сварка, так называемая «сварка короткой дугой» [16]. Для этого направления приобретены две высокотехнологичные роботизированные установки по сварке. Результативные исследования лаборатории обеспечили ей членство в Федеральной технологической платформе «Легкие и надежные конструкции».

Лаборатория находится в центре сотрудничества СПбПУ и Бранденбургского технического университета. В рамках партнерских отношений вузы реализуют магистерские и аспирантские программы двойных дипломов, совместную научную деятельность и обмен преподавателями, сотрудничество в рамках открывшегося международного технического центра Matec (СПбПУ). Лаборатория объединила ряд кафедр университета для сотрудничества в области создания композитных углеродных материалов [17]. Разработан новый композитный материал на основе алюминия с углеродными наноструктурами, обладающий высокой прочностью (до 900 МПа), а также однородностью свойств. Прочность и особенно жесткость новых микро- и макроструктурированных материалов и изделий из них может превышать более чем в 11 раз жесткость известных аналогичных материалов с тем же весом [18]. Это означает, что компоненты из таких материалов могут быть относительно большего размера, но сохранять энергоэффективность, что позволяет использовать их для создания более эффективных батарей.

Применение легких конструкционных материалов на транспорте экономит ресурсы, затрачиваемые двигателями, что позволяет достигать новых скоростей, увеличивает срок службы конструкций, снижает издержки потребителей. В настоящее время лаборатория под руководством профессора О. В. Панченко продолжает активно развиваться. В результате серии проведенных исследований по высокопроизводительному электродуговому выращиванию алюминия получен металл с уникальной пластичностью. Увеличение производительности электродугового выращивания привело к обнаружению уникальных свойств алюминия [19]. При одинаковом химическом составе в сравнении со стандартным образцом алюминия, пластические свойства выращенного алюминия, например, удлинение перед разрывом, выросли в три раза, с 12% до 41%. Следовательно, такой материал во время эксплуатации прослужит дольше, так как на разрушение его необходимо затратить в три раза больше энергии. Наиболее интересная область применения этого материала – космонавтика.

Это открытие может в принципе поменять взгляд на создание конструкций. Механические свойства металла всегда закладываются с запасом, в данном случае этот запас в несколько раз превышает установленные нормы. Данная технология представляет



интерес для многих отраслей, наиболее интересная область – частный космос. Выращенный материал будет позволять более длительное время выдерживать деформации, вызванные нагрузкой в космосе. К улучшению пластических свойств алюминия привело увеличение скорости кристаллизации металла за счет повышения скорости электродугового выращивания до 2,2 кг/час. Изначально преследовалась утилитарная цель роста производительности, вызванная отсутствием на рынке специализированного оборудования для 3D-печати (электродугового выращивания).

В дальнейшем исследователи планируют еще больше увеличить скорость кристаллизации с помощью хладагентов. «Это поможет проследить зависимость свойств материала от скорости выращивания. Мы нащупали место, где можно достигать уникальных свойств, и хотим дальше сдвинуть эту границу знаний», – подчеркнул Олег Панченко. Также ученые ставят целью изучить свойства полученного материала при циклическом (усталостном) нагружении, так как опубликованное исследование было основано на анализе при статическом нагружении. Как правило, материалы с повышенной пластичностью показывают лучшие усталостные свойства – эту гипотезу и проверят ученые.

Лабораторию механики перспективных массивных наноматериалов для инновационных инженерных приложений (математико-механический факультет СПбГУ) возглавляет д.ф.-м.н. профессор Валиев Р.З., ведущий ученый в области физического металловедения и объемных наноструктурных материалов, один из основателей нового направления в физическом металловедении – создание объемных наноструктурных материалов. Исследования Р.З. Валиева с сотрудниками по наноструктурированию металлов и сплавов, используя интенсивные пластические деформации (ИПД), явились основой развития нового научного направления [20, 21].

Научные исследования и инновационная деятельность созданной на базе мегагранта в СПбГУ лаборатории направлены на развитие фундаментальной механики наноматериалов, разработку научных принципов получения новых металлических объемных наноматериалов со сверхвысокими механическими свойствами, а также их инновационное применение в конструкционной инженерии, электротехнике и медицинской инженерии. В результате проведенных исследований созданы эффективные теоретические модели пластической деформации и разрушения изделий из наноматериалов; предложены принципы структурного дизайна для достижения сверхпрочности и пластичности наноматериалов; выпущены экспериментальные образцы

изделий из наноматериалов; проведены комплексные испытания механических и функциональных свойств наноструктурного титана и его сплавов [22, 23, 24].

Разработано и внедрено несколько новых образовательных курсов и курсов переподготовки для молодых ученых. Лаборатория вовлечена в широкую международную кооперацию. Коллективом лаборатории за период с 2013 по 2021 годы опубликовано и принято в печать более 100 статей в журналах, индексируемых в системе WOS, опубликовано пять монографий в международных издательствах, среди них семь учебных пособий, подготовлено и внедрено семь новых образовательных курсов [25, 26].

Также проведено девять международных семинаров и конференций; защищены 7 кандидатских и 5 докторских диссертаций; приобретено, изготовлено и введено в эксплуатацию уникальное оборудование на сумму свыше 20 миллионов рублей; получено 6 патентов и подано 6 заявок на изобретения. Цитируемость научных публикаций ведущего ученого в настоящее время превысила - 77700, что является одним из наиболее высоких показателей для российских ученых. Индекс Хирша (h – индекс) составляет – 127. Р.З. Валиев – лауреат премии Web of Science Awards -2017 как один из наиболее цитируемых российских ученых.

Лаборатория многомасштабного экспериментального исследования и моделирования полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения. Широкое применение полимерных композитов – одна из основных современных тенденций развития целого ряда пионерских отраслей мировых технологий. Востребованность таких материалов в России очень высока, особенно в аэрокосмической промышленности, самолетостроении, автомобилестроении, кораблестроении, электронике, энергетике, энергосбережении и многих других. Меньший вес композитов по сравнению с металлами и более широкие возможности по их переработке позволят удешевить выпускаемую продукцию.

В лаборатории, созданной на базе ИВС РАН в 2014 г. под руководством ведущего европейского ученого, профессора Хосе Кенни (Университет Перуджи, Италия), одного из ведущих мировых специалистов в области полимерных композитов и нанокompозитов, используемых в инновационных областях промышленности [27], создано новое направление по экспериментальному исследованию и моделированию полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения. Ученые лаборатории разрабатывают новые композиционные материалы на основе термопластичных полимеров [28].

Разработки лаборатории будут использоваться в качестве замены металлам в инженерных конструкциях, обладающих малым удельным весом, экологической безопасностью и улучшенными эксплуатационными характеристиками.

В результате проведенных исследований отработаны и оптимизированы методы получения нанокompозитов на основе термопластичных полимеров различных классов с использованием растворной и расплавной методик. Проведено исследование влияния способа получения полиимидов (в том числе метода имидизации полиимидокислоты) на свойства синтезируемых полимеров и полученных композитов. Разработаны новые методы получения нанокompозитов на основе полиимидов, полиэфиркетона, полифенилен-сульфона и других термопластичных полимеров [29].

С помощью многомасштабного компьютерного моделирования исследовано влияние химического строения полимерной матрицы, типа и количества вводимого нанонаполнителя на свойства материалов [30]. Установлено, что на механические свойства композитов влияет кристаллизация полимерной матрицы, что связано с анизотропией свойств матрицы вблизи частиц наполнителя [31].

Проводимые исследования являются основой для прогнозирования физико-химических свойств новых композиционных материалов до их получения, что позволит сократить ресурсы и временные затраты на этапах, предвещающих производство. Важность проекта связана с растущими перспективами использования полимерных композитов и нанокompозитов в качестве замены металлам в инженерных конструкциях, обладающих малым удельным весом, экологической безопасностью и улучшенными эксплуатационными характеристиками. Ключевой научной идеей проекта является модификация полимерных матриц композитных материалов введением в них наночастиц, что позволит создавать нанокompозиты со структурой, управляемой нанонаполнителями. Лаборатория располагает уникальным оборудованием, в том числе - установкой для механических испытаний AG-100kNX компании Shimadzu.

Направления исследований лаборатории (зав. лаб. к.ф.-.м.н., Ларин С.В):

- модификация полимерных матриц композитных материалов введением в них наночастиц для создания нанокompозитов со структурой, управляемой нанонаполнителями;

- многомасштабное компьютерное моделирование структуры и динамических свойств материалов, поиск связи химической структуры компонентов нанокompозитов и свойств конечных материалов;

- экспериментальное изучение структуры и свойств нанокompозитных материалов, сравнение результатов эксперимента и многомасштабного компьютерного моделирования.

Лаборатория метаматериалов Университета ИТМО основана в рамках проекта «Нелинейные, динамические и нелокальные метаматериалы для оптических, микроволновых и телекоммуникационных технологий», физика, научный руководитель Кившарь Ю.С., к.ф.-м.н., профессор Национального университета Австралии, где возглавляет Центр нелинейной физики, признанный мировой лидер в области метаматериалов [32, 33]. Лаборатория начиналась с трех десятков человек, половина из которых – аспиранты. На основе лаборатории создан Международный научно-исследовательский Центр нанофотоники и метаматериалов, включающий несколько международных лабораторий. Сотрудники Центра занимаются перспективными метаматериалами, которые в будущем могут кардинально поменять многие технологии, в основном оптические: от создания оптических компьютеров до маскирующих покрытий. Получение и изучение метаматериалов и метаповерхностей, а также возможностей их применения в высокотехнологичных отраслях промышленности, разработка нелинейных и нелокальных метаматериалов для оптических и микроволновых приложений, разработка метаматериалов и наноструктур для устройств обработки, передачи и хранения информации, далеко не полный перечень направлений работы Центра. Результаты исследований являются ключевыми для ускорения передачи сигналов в оптических и электронных устройствах, что может способствовать созданию компьютеров нового поколения, увеличению скорости передачи информации. Проведенные в Центре теоретические исследования металл-диэлектрических наноантенн [34] открыли возможности создания сверхбыстрых оптических переключателей, срабатывающих всего за 40 фемтосекунд. Предложена и экспериментально продемонстрирована концепция динамически перестраиваемых метаматериалов. Экспериментально продемонстрирована оригинальная энергоэффективная система беспроводной передачи энергии посредством диэлектрических резонаторов [35]. С практической точки зрения диэлектрические наноантенны и сверхбыстрые фотонные переключатели станут основой компонентной базы оптических суперкомпьютеров, отличающихся компактностью, энергоэффективностью и скоростью работы. Центр оснащен уникальным оборудованием мирового класса. Для Центра приобретена и функционирует многофункциональная зондовая установка (МЗУ), предназначенная для комплексных наномасштабных исследований оптических метаматериалов, плазмонных наноструктур и др. Наряду с

целым рядом методик изучения свойств поверхности посредством атомно-силовой микроскопии, МЗУ предоставляет широкий набор средств изучения оптических свойств образцов, в том числе, метод сканирующей ближнепольной оптической микроскопии в различных конфигурациях, а также метод конфокальной рамановской спектроскопии.

Центр оснащена также системой трехмерной лазерной литографии, предназначенной для создания трехмерных микроструктур из фоточувствительных материалов. Микроволновое отделение Центра позволяет подготавливать, проводить и анализировать различные эксперименты в микроволновом диапазоне частот. Для реализации данных экспериментов используется безэховая камера и большое количество современного высокотехнологичного оборудования. Имеется также хорошо оснащенная расчетная часть Центра, оснащенная программным обеспечением и высокопроизводительным оборудованием для численного моделирования электромагнитных процессов и устройств, в том числе расчетный сервер для разномасштабных задач, Linux кластер для параллельных расчетов, система для супервычислений.

Центр полностью интегрирован в состав университета и теснейшим образом связан с кафедрой нанофотоники и метаматериалов. Ведется интенсивный процесс обучения студентов и аспирантов (34 человека). Аспиранты вовлечены в российские и международные гранты, регулярно публикуются в престижных высокорейтинговых журналах (общее число таких публикаций Центра на настоящий момент превысило 400), участвуют в зарубежных стажировках и конференциях, а также на своей площадке проводят ежегодную специальную секцию по метаматериалам в рамках международной конференции «Дни Дифракции».

Высокоэффективный контроль над светом в наномасштабе, продемонстрированный в течение последних нескольких лет, приводит к новым фундаментальным открытиям в изучении взаимодействия света с веществом в глубинном субволновом масштабе:

- оптически резонансная диэлектрическая метафотоника открывает новые горизонты для дальнейшего успеха субволновой оптики и фотоники;
- полностью диэлектрическая резонансная нанофотоника использует субволновые электрические и магнитные резонансы Ми-диэлектрических наночастиц с высоким показателем преломления в качестве элементарных единиц нанофотонных структур для создания высокоэффективных оптических метаустройств [37].

Это новое направление исследований рассматривается как фотоника на основе метаматериалов из-за сильных оптически индуцированных магнитных резонансов немагнитных структурированных элементов, и поэтому это поле называется метафотоникой (также известной как «метаоптика» или «Митроника» [38].

Метафотоника сочетает в себе концепции метаматериалов и нанофотоники и предлагает уникальную платформу для достижения необычного электромагнитного отклика в масштабе, намного меньшем, чем длина волны, хотя некоторые практические применения сильно затруднены из-за сложности изготовления устройств.

Уникальными преимуществами резонансных диэлектрических структур перед их плазмонными аналогами являются низкие потери на поглощение и усиление как электрического, так и магнитного полей, которые обеспечивают важные альтернативы различным металлическим компонентам плазмонных устройств в различных многообещающих приложениях. Кроме того, резонансные диэлектрические структуры могут приводить к продвинутым эффектам, возникающим из-за сильной связи и интерференции нескольких оптически резонансных мод. Таким образом несмотря на то, что эта область только появилась, ожидается, что она откроет множество передовых фотонных приложений в области зондирования, визуализации, квантовых технологий и обработки сигналов, и именно поэтому она привлекает значительное внимание исследователей.

В течение многих лет успех нанофотоники, развиваемой для эффективного управления взаимодействием света и вещества, не был связан с прогрессом в оптоволоконных технологиях, направленных на гораздо более крупные задачи. Работа [37] обеспечивает мост между двумя областями знаний. Значимость этого факта подчеркивается выбором данной статьи на обложку журнала «ACS Photonics» с импакт-фактором 7,3. Оптоволокно позволяет оптическому сигналу передавать почти в миллион раз больше информации, чем электрическому посредством медного провода. Однако при наклонном падении света эффективность использования оптоволоконной структуры мгновенно снижается. Исследователи предложили использовать диэлектрическую наноструктуру из нитрида кремния, которую нанесли на торец оптоволоконной структуры. Это увеличило эффективность захвата света примерно в десять тысяч раз по сравнению с оптическими волокнами с металлической наноструктурой или без нее. В ближайшее время исследователи планируют ускорить, упростить и удешевить процесс изготовления наноструктур на торце оптоволоконной структуры.

В настоящее время Международный научно-исследовательский центр нанофотоники и метаматериалов преобразован в Физический факультет Университета ИТМО. За 10 лет небольшая лаборатория выросла в крупное научно-образовательное объединение. На Физическом факультете Университета ИТМО развивается более 20 научных направлений в областях нанофотоники, квантовой оптики, оптоэлектроники, оптомеханики, биофотоники, радиофизики, новых материалов. В настоящее время на факультете более 300 сотрудников, более 80 докторов и кандидатов наук, более 100 аспирантов и трудоустроенных студентов.

Концепция «Новый» олицетворяет непрерывное развитие факультета:

- открытие новых научных направлений;
- качественно новый подход к образованию студентов;
- атмосфера творческой свободы, доверие молодым, поддержка личностного роста сотрудников, сильная административная команда.

Технологические мощности факультета обеспечивают 80% исследовательских потребностей. Существуют 3 больших лаборатории:

- оптическая (ближнепольная оптическая микроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, темнопольная и атомно-силовая микроскопия, фемто-секундный лазер, двухмерная и трёхмерная лазерная литография, система параметрического усиления лазерного излучения LightConversion);
- микроволновая (безэховая камера, сетевые анализаторы, усилители, фрезерный станок ЧПУ);
- лаборатория перовскитной оптоэлектроники (перчаточные боксы и вакуумные камеры, возможности для измерений поверхностей и изготовления устройства).

На факультете реализуются:

- программа бакалавриата «Прикладная и теоретическая физика»;
- программа магистратуры «Техническая физика», которая включает специализации: «Нанофотоника и метаматериалы», «Физика полупроводников» (совместно с ФТИ им.А.Ф. Иоффе), «Квантовые материалы и гибридные материалы».

Лаборатория анизотропных и оптически активных наноструктур Университета ИТМО, научный руководитель профессор Гунько Ю.К. (Тринидад колледж, Дублин, Ирландия), известный специалист в области нанотехнологии. В лаборатории созданы и изучены новые полупроводниковые наноматериалы и наноструктуры, обладающие оптической активностью [39]. Новый класс оптически активных нанокристаллов открывает широкие возможности для дальнейшего развития фармакологии и медицины,

биологии и нанотехнологий и позволяет создавать более эффективные лекарственные препараты, биосенсоры и другие медицинские инструменты [40]. Деятельность лаборатории увязана в широкую международную кооперацию и сотрудничество с двумя десятками университетов в различных странах. Лаборатория располагает уникальным научным оборудованием, в том числе измерительным стендом для анализа циркулярного дихроизма поглощения и люминесценции наноструктур, конфокальным люминесцентным сканирующим микроскопом и др. Лаборатория полностью интегрирована в структуру Университета и тесно увязана в настоящее время с кафедрой Оптической физики и современного естествознания и международным НОЦ «Физика наноструктур», который в 2017 году получил мегагрант на реализацию проекта «Светоизлучающие углеродные квантовые наноструктуры» под руководством профессора А. Рогач.

Исследовательская лаборатория оптики спина им. И.Н. Уральцева имеет в своем составе несколько научных групп, работающих в СПбГУ и в ФТИ РАН (филиал лаборатории). Научный руководитель профессор А.В. Кавокин (Университет Саутгемптона, Великобритания), признанный ученый в области поляритонной спинтроники. Интересы ученого связаны со спин-оптроникой, транспортировкой спина экситонами, квантовыми вихрями и сверхтекучестью. К моменту создания лаборатории в состав научной группы входило 10 сотрудников, включая двух профессоров, было закуплено базовое научное оборудование и созданы экспериментальные установки: спектроскопии фарадеевского и керровского вращения с временным и пространственным разрешением; две установки спектроскопии спиновых шумов для твердотельных и газовых сред; спектроскопии фотолюминесценции пропускания и отражения. Лаборатория располагает уникальными специалистами, в Санкт-Петербурге была развита школа спектроскопии спинового шума, ни у кого в мире сейчас нет такого опыта и компетенции в этой области, отмечает научный руководитель [41]. Лаборатория создана с целью изучения спиновых токов, порождаемых светом в полупроводниковых структурах. Такие исследования способны заложить основы для новых логических устройств, в которых информация будет кодироваться спином частиц или поляризацией света. В результате работы лаборатории может появиться принципиально новое поколение компьютеров, существенно увеличиться пропускная способность оптоволоконных кабелей, появятся новые возможности сети интернет.

Главный результат работы лаборатории – её кадровый потенциал, сформирована большая группа талантливых молодых физиков, способных решать широкий круг задач на высоком научном уровне.



Конкретные научные результаты лаборатории:

- разработана концепция бозонного каскадного лазера;
- проведены исследования в области автономной навигации птиц;
- проведено измерение спинового шума Бозе-Эйнштейновского конденсата.

Изучение свойств спина является одной из важнейших задач современной квантовой физики. Этой темой в настоящий момент занимаются практически во всех ведущих научных странах (США, Япония, Франция, Китай и др.). Если ученые научатся управлять спинами так же эффективно, как электрическими зарядами, в мире произойдет очередная научно-техническая революция. Технологии, связанные с передачей информации через спин, позволят передавать информацию со скоростью близкой к скорости света, и, возможно, сумеют существенно уменьшить тепловые потери, что обеспечит многомиллиардную экономию.

В настоящее время научные исследования продолжаются и выполняются в рамках крупного международного проекта «International Collaborative Research Centre TRR160, финансируемого из средств германского научного общества (DFG) и фондов РФ в рамках широкого международного сотрудничества. Международная группа физиков, в которую вошел А. Кавокин впервые экспериментально наблюдали, как в самом тонком в мире полупроводнике – тончайшем слое кристалла диселенида молибдена ( $\text{MoSe}_2$ ) толщиной в один атом – формируется конденсат Бозе-Эйнштейна (экситонные поляритоны), то есть десятки тысяч квантов «жидкого света» [42]. Поляритонные приборы позволят обрабатывать огромные потоки информации со скоростью близкой к скорости света.

Лаборатория квантовой оптики (низкоразмерных квантовых материалов) Университета ИТМО, возглавляемая профессором Морисом Сколник (Университет Шеффилда, Великобритания), ведет исследования в области нелинейной фотоники. Поведение нелинейных оптических систем в настоящее время активно изучается специалистами в области фотоники. Взаимодействие между частицами в таких системах может вызывать необычные эффекты, например нелинейные переходы между разными состояниями материи, среди которых выделяются поляритонный солитон и конденсат Бозе-Эйнштейна. Описано совершенно новое физическое явление, впервые экспериментально зарегистрирован переход между двумя принципиально разными состояниями материи: распространяющимся поляритонным солитоном и конденсатом Бозе-Эйнштейна. Разработана теоретическая модель, объясняющая такой переход, и обнаружен способ «переключаться» между разными состояниями материи за счет изменения интенсивности лазерной накачки [43].

Лаборатория полимерных биоматериалов и систем, руководитель – ведущий ученый, профессор Микко Карттунен (Финляндия, Кафедра химии и прикладной математики, Университет Западного Онтарио, Лондон, Канада).

Профиль лаборатории – разработка новых бионанокompозитных материалов с использованием методов многомасштабного компьютерного моделирования для прогнозирования их свойств и структуры, проведение комплексных химических и физических экспериментов для получения и оптимизации конечных продуктов.

Направления исследований лаборатории:

- создание и оптимизация методологического подхода к синтезу бионанокompозитных материалов на основе химически модифицированной бактериальной целлюлозы и полиэфигов;

- верификация и калибровка методов получения материалов с помощью соответствующих комплексных химических и физических экспериментов;

- разработка и оптимизация биоразлагаемых и биосовместимых полимерных материалов с химически модифицированной поверхностью, в первую очередь, бионанокompозитов для высокотехнологичных экологически безопасных промышленных и биомедицинских применений;

- разработка инновационных промышленных технологий, в первую очередь, в области создания новых материалов для биосовместимой 3D-печати, экологически чистой упаковки, тканевой инженерии и раневых покрытий.

Выводы:

1. В результате реализации проектов программы под руководством российских и зарубежных ученых в Санкт-Петербурге созданы 46 уникальных научных лабораторий, ведущих исследования в 16 областях науки, оснащенных новейшим научным оборудованием и установками, обладающими современной методической базой мирового уровня, ведущих исследования в самых перспективных направлениях, многие из них являются прорывными.

2. Программы мегагрантов привлекли в науку крупных ученых, которые успешно развернули проекты во многих областях науки, до этого не имевших прочных позиций в научных и образовательных учреждениях Санкт-Петербурга

3. Программы мегагрантов позволили преодолеть последствия тяжелой ситуации в российской науке, возникшие в 90-е годы XX века. Являясь в большой степени инфраструктурными научными проектами, мегагранты способствовали формированию и объединению усилий на международном уровне различных групп, проводящих серьезные

исследования вокруг одного центра (международной лаборатории), что привело к существенному расширению спектра исследований, росту общего уровня и потенциала исследований.

4. Программы мегагрантов предоставили возможность задействовать все ресурсы и потенциал взаимного сотрудничества научных организаций двух и более стран, возможность обучения студентов и аспирантов, приезд ведущих специалистов для чтения лекций и проведения методологических семинаров, обмена препаратами, реактивами, образцами и методиками, обучение молодых исследователей, возникновение новых форм обучения (двойные дипломы и двойные PhD), знакомство с редакциями зарубежных научных журналов, имеющих высокий импакт-фактор, освоение новейшего научного оборудования и методической базы. Созданы широкие возможности для эффективной научной кооперации и обмена мнениями. В результате – совместные заявки на патенты, совместные статьи, монографии, учебная литература, значимые международные конгрессы, развитие методической и инфраструктурной базы, кадрового потенциала.

5. Программа мегагрантов продолжается, в декабре 2020 года подведены итоги восьмого конкурса, поддержано 43 проекта из 34 организаций, грантополучател:

- 20 – вузы Минобрнауки России;
- 13 – НИИ Минобрнауки России;
- 1 – учреждение Минздрава России.

В этом конкурсе учреждения Петербурга выиграли семь мегагрантов:

- 3 – и Университет ИТМО;
- 2 – СПбГУ;
- 1 – ЛЭТИ;
- 1 – ИПМаш РАН.

#### **Список использованных источников**

1. Брукинг Э. Интеллектуальный капитал//Пер. с англ. Под ред. Н. Ковалик.- СПб.: Изд-во Питер, 2001, 288 с.

2. Татаркин А.И. Интеллектуальный ресурс общества // Вестник РАН. 2011. Т.81. №8. С.684-692.

3. Нестеренко Т.В., Гущина Ю.И., Рекеда В.В. Научный потенциал как фактор развития инновационной среды региона // Фундаментальные исследования. 2014. №6. ч.5. с. 997-1000.

4. Научно-технологическое развитие РФ: состояние и перспективы / Под ред. Л.Э. Миндели. М: ИПРАН, 2010. 422с.
5. Розанова Л.И., Тишков С.В. Инновационная модернизация экономики России: потенциал, вызовы, возможности // Теоретическая и прикладная экономика. 2019. № 2. С.55-70. DOI: 10.25136/2409.
6. Промышленность и инновации Санкт-Петербурга, 2018. Справочник. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cppi.gov.spb.ru>
7. Горынин И.В. Размышления с оптимизмом. СПб.: Изд-во «СПБПУ», 2015, 525 с.
8. Горынин И.В. и др. Развитие фундаментальных исследований в области материаловедения, механики, прочности / Перспективные направления развития науки в Петербурге //Под ред. Ж.И. Алферова и др. - СПб.; Пермьяков, 2015, с. 109 – 162.
9. Постановление Правительства РФ от 09 апреля 2010 г. №220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования, научные учреждения государственных академий наук и государственные научные центры РФ».
10. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента РФ от 01.12.2016 г. №642. 25 с.
11. Proceedings of the 5<sup>nd</sup> International scientific conference «Science of the Future». Moskou, Dezember 1-3. 2020.
12. Информация о программе постановления 220. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - <http://www.P220.ru>.
13. Регламент представления и рассмотрения отчетной документации по договорам о выделении мегагрантов. Правительство РФ. 2014. 73 с.
14. Михайлов В.Г., Наумов А.А., Голубев Ю.А.,Черников Е.В. Research of temperature distribution during friction stir welding of 2 mm Aw 6082 sheets //International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings..2015, p.1433-1438 (проиндексирована WOS в 2016 году).
15. Naumov A., Morozova I., Rylkov E., Obrosof A., Isupov F., Michailov V., Rudskoy A. Metallurgical and mechanical characterization of high-speed friction stir welded AA 6082-T6 aluminum alloy / Materials Volume 12, Issue 24, 2019, 4211. DOI: 10.3390/MA12244211.
16. Панченко О.В., Жабрев Л.А., Курушкин Д.В., Попович А.А.Макроструктура и механические свойства алюминиевых Al-Si-, Al-Mg-Si-, Al-Mg-Mn-сплавов, полученных электродуговым аддитивным выращиванием /Металловедение и термическая обработка металлов №11, 2018. с. 63-69.

17. Panchenko O., Chen K., Vilaca P., Isupov F., Shamshurin A. The method of carbon nanotubes addition in to Al-Cu dissimilar friction stir welded joint// Proceedings, 10th Anniversary International Conference on Nanomaterials - Research and Application.2019. с. 57-62.

ISBN: 978-808729489-5

18. Михайлов В.Г., Коджаспиров Г.Е., Исупов Ф.Ю. Анализ методов получения «сэндвичей с алюминиевой пеной» для изготовления легких конструкций//Материаловедение. Энергетика.2015.1(214). С.180-185.

19. Oleg Panchenko Dmitry Kurushkin Igor Mushnikov Arthur Khismatullin Anatoliy Popovich. A high-performance WAAM process for Al–Mg–Mn using controlled short-circuiting metal transfer at increased wire feed rate and increased travel speed. Materials & Design [Volume 195](#), October 2020, 109040. <https://www.sciencedirect.com/science/journal/02641275>.

20. Valiev R.Z., Islamgaliev R.K., Alexandrov I.V. Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation/ Progress in materials science. 2000. 45 (2), 103-189.

21. Valiev R.Z.,Langdon T.G.,Principles of equal channel angular pressing as a processing tool for grain refinement/ Progress in Materials Science., Vol.51, 7 (2006), pp. 881-981.

22. Valiev R.Z., Estrin, Horita Y.Z., Langdon T.G., Zehetbauer M.J. Fundamentals of Superior Properties in Bulk NanoSPD Materials/ Materials Research Letters. 2015. 4 (11), 1-21.

23. Sauvage X, Wilde G., Divinski S.V, Horita V, Valiev R.Z.. Grain boundaries in ultrafine grained materials processed by severe plastic deformation and related phenomena/ Materials Science and Engineering: A. 2012. 540, 1-12.

24. Ovid'Ko I.A., R.Z Valiev R.Z, Zhu Y.T.. Review on superior strength and enhanced ductility of metallic nanomaterials / Progress in

25.Bulk nanostructured Materials with Multifunctional Propertiesm,2015. Springer].

26. Bulk nanostructured Materials: Fundamental and Applications, 2014.John Wiley@ Sons.

27. Armentano, I.; Dottori, M.; Fortunati, E.; ... Kenny, J. M.; [Biodegradable polymer matrix nanocomposites for tissue engineering: A review](#) [Polymer Degradation and Stability. Volume 95, Issue 11](#), November 2010, Pages. 2126-2146.

28. nazarychev v., toshchevnikov v., larin s., lyulin s. Local orientational mobility of polyimide-based nanocomposites. Polymer 147: 142-149 (2018).

29. lukasheva n., tolmachev d., nazarychev v., kenny j., lyulin s. Influence of specific intermolecular interactions on the thermal and dielectric properties of bulk polymers: atomistic molecular dynamics simulations of Nylon 6. *Soft Matter* 13: 474-485 (2017).
30. falkovich s., nazarychev v., larin s., kenny j.m., lyulin s. Mechanical Properties of a Polymer at the Interface Structurally Ordered by Graphene. *The Journal of Physical Chemistry C* 120(12): 6771–6777 (2016).
31. nazarychev v., lyulin a., larin s., gurtovenko a., kenny j., lyulin s. Molecular dynamics simulations of uniaxial deformation of thermoplastic polyimides. *Soft Matter* 12: 3972-3981 (2016).
32. simovski c.r., belov p.a., atrashchenko a.v., kivshar y.s. Wire Metamaterials: Physics and Applications *Advanced Materials* 24(31): 4229–4248 (2012).
33. shadrivov i.v., kapitanova p.v., maslovski s.i., kivshar y.s. Metamaterials Controlled with Light. *Phys. Rev. Lett.* 109: 083902(1-4) (2012).
34. krasnok a.e., simovski c.r., belov p.a., kivshar y.s. Superdirective dielectric nanoantennas. *Nanoscale* 6(13): 7354–7361 (2014).
35. All-dielectric thermonanophotonics. Zograf, G.P., Petrov, M.I., Makarov, S.V., Kivshar, Y.S. *Advances in Optics and Photonics*, 2021, 13(3), стр. 643–702.
36. Experimental Realization of Three-Dimensional All-Dielectric Photonic Topological Insulators  
Zhirihiin, D., Filonov, D., Gorlach, M., ...Kivshar, Y., Khanikaev, A. 2018 USNC-URSI Radio Science Meeting (Joint with AP-S Symposium), USNC-URSI 2018 - Proceedings, 2019, стр. 3–4, 8602701.
37. Koshelev K.L., Kivshar Y.S. Dielectric Resonant Metaphotonics//*ACS Photonics*, 2021, Vol. 8, No. 1, pp. 102-112.
38. Review • Article in Press. The science of harnessing light's darkness. Bogdanov, A.A., Fratallocchi, A., Kivshar, Y. *Nanophotonics*, 2021.
39. Ligand-induced chirality and optical activity in semiconductor nanocrystals: Theory and applications  
Kuznetsova, V., Gromova, Y., Martinez-Carmona, M., ...Maslov, V., Gun'Ko, Y.K. *Nanophotonics*, 2020, 10(2), стр. 797–824.
40. Amino-Functionalized Mesoporous Silica Nanoparticle-Encapsulated Octahedral Organoruthenium Complex as an Efficient Platform for Combatting Cancer Martínez-Carmona, M., Ho, Q.P., Morand, J., ...Vallet-Regí, M., Gun'Ko, Y.K. *Inorganic Chemistry*, 2020, 59(14), стр. 10275–10284

41. zapasskii v.s., greilich a., crooker s.a., li y., kozlov g.g., yakovlev d.r., reuter d., wieck a.d., bayer m. Optical Spectroscopy of Spin Noise. *Physical Review Letters* 110(17): 176601 (2013).

42. [Carlos Anton-Solanas](#), [Maximilian Waldherr](#), [Martin Klaas](#), [Holger Suchomel](#), [Tristan H. Harder](#), [Hui Cai](#), [Evgeny Sedov](#), [Sebastian Klembt](#), [Alexey V. Kavokin](#), [Sefaattin Tongay](#), [Kenji Watanabe](#), [Takashi Taniguchi](#), [Sven Höfling](#) & [Christian Schneider](#) . Bosonic condensation of exciton–polaritons in an atomically thin crystal.. *Nature Materials* **volume 20**, pages1233–1239 (2021).

43. Sich M, Chana J.K., Skolnick M.S. et all. Transition from Propagating Polariton Solitons to a Standing Wave Condensate Induced by Interactions / *Phys. Rev. Lett.* 120, 167402 , 2018.

### **3 Публикационная активность российских исследователей по гуманитарным и общественным наукам (Scopus 1996–2020)**

Главное место в управлении научными исследованиями в России занимает Президент Российской Федерации: он утверждает приоритетные направления науки и техники, перечень критических технологий и направления научно-технической политики на среднесрочный и долгосрочный периоды.

Реализацию этих установок осуществляет Правительство. В его структуре в 2018 году определен специальный орган – Министерство науки и высшего образования, «осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности, нанотехнологий, развития федеральных центров науки и высоких технологий, государственных научных центров и наукоградов и т.д.» [1, п. 1, ст. 13].

Координационную функцию выполняет Совет при Президенте Российской Федерации по науке и образованию. С учетом единой научно-технической политики соответствующими органами исполнительной власти реализуется научно-техническая политика в отношении отраслей.

В «Отчете о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Определение основных причин, сдерживающих научное развитие в Российской Федерации: оценка научной инфраструктуры, достаточность мотивационных мер, обеспечение привлекательности работы ведущих ученых» Счетной палаты Российской Федерации отмечается: «Высшим научным учреждением страны является Российская академия наук, которая проводит фундаментальные и прикладные научные исследования по важнейшим проблемам естественных, гуманитарных и технических наук, осуществляет научно-методическое руководство научной и научно-технической деятельностью научных организаций и высших учебных заведений» [2, с. 19].

В 2019 году была утверждена Государственная программа Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации». Один из ожидаемых результатов от реализации Программы – то, что «к 2030 году Российская Федерация войдет в пятерку ведущих стран мира по удельному весу в общем числе статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, в изданиях, индексируемых в международных базах данных» [3].



В 2020 году Президент Российской Федерации Владимир Путин подписал Указ о национальных целях развития страны, в который внес корректировку сроков реализации национальных проектов – до 2030 года. При этом изменились некоторые целевые показатели, один из которых – обеспечение присутствия Российской Федерации в числе не пяти, а десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок [4].

Цели экспертно-аналитических и мероприятий, проведенных Счетной палатой в 2020 году, оценка достаточности мер государственной поддержки и распределения расходов на научные исследования между средствами федерального бюджета и средствами внебюджетных источников и перспектив повышения места российской науки в международном рейтинге [2, с. 5]. При этом утверждается, что в практике международных сопоставлений результаты фундаментальных исследований оцениваются с помощью библиометрических показателей, а результаты научно-технической деятельности – по показателям патентной активности [2, с. 14].

Сравнивая показатели WoS по странам, в Отчете отмечается, что удельный вес российских публикаций составляет 2,8% от публикаций, учитываемых в базе WoS. Такой показатель позволил занять 14-е место среди стран мира в 2017 году. При этом делается вывод, что «отечественные результаты научной деятельности редко представляют ценность для экономических агентов», поскольку печатаются в журналах III-го и IV-го квартилей, а «публикации в таких журналах не участвуют в научном обороте (их не читают представители академического и бизнес сообществ) и практически никогда не цитируются» [2, с. 15].

В мире наиболее известны две информационно-аналитические и поисковые базы: Web of Science (WoS) и Scopus. Именно на основе наукометрических показателей этих баз проводится оценка эффективности деятельности научных организаций и рассчитывается их комплексный балл публикационной результативности.

В 2020 году авторы занимались исследованиями публикационной активности ведущих стран мира на основе данных информационно-аналитической базы Scopus в области физики, математики и биологии, результаты которого были опубликованы в монографии [5].

Задачей исследования, проведенного в 2021 году, было изучение динамики публикационной активности стран-лидеров в области гуманитарных и общественных наук за достаточно длительный период, с 1996 по 2020 гг., определение места публикаций России в мировом рейтинге в этих областях, а также свидетельство важности

петербургских академических институтов гуманитарного и обществоведческого профиля в достижениях публикационной результативности страны.

Для поставленной задачи использовались сведения о публикациях международной библиографической базы Scopus, которые были учтены в базе по состоянию на апрель 2021 года. Полученная информация была актуальна на дату обращения и ее выгрузку 24 августа 2021 года [6]. Международная база Scopus имеет относительно простой онлайн-доступ, поэтому она была выбрана в качестве источника для проведения исследования. Кроме того, практически все публикации, индексируемые в WoS, включены также и в Scopus. Ежегодно она обновляется, в том числе и за предыдущие годы, поэтому цифры по годам могут отличаться. Для проведения расчетов и анализа авторы брали показатели количественного числа документов, а также сведения о наименованиях изданий, индексируемых в базе. Для изучения использовался массив данных за 1996–2020 гг. За основу принимался рейтинг 1996 года (с этого года публикации индексируются в базе), в котором были выбраны показатели стран, занимавших места с первого по тринадцатое, а также тех стран, которые заметно улучшили свои позиции к 2020 году. Весь период был условно разделен на три: с 1996 (базовый) по 2010 год, с 2011 по 2015 год и с 2016 по 2020 год. Сравнительный анализ показателей стран-лидеров дает возможность определить их отличие друг от друга, выявить, насколько мал или велик разрыв между ними, проследить динамику и понять перспективы их роста.

Публикации, включенные в базу Scopus, разделены на 27 крупных предметных областей, которые, в свою очередь, подразделяются общей численностью на 311 отраслевых направлений. Отметим, что общее количество публикаций в виде суммы статей по каждой предметной области превышает количество публикаций какой-либо страны, поскольку публикация может относиться не только к одной области, а к нескольким.

В соответствии с поставленной для исследования задачей в Scopus гуманитарным наукам соответствует предметная область «Искусство, гуманитарные науки», к общественным наукам из 27 областей относятся пять: «Общественные науки», «Психология», «Бизнес, менеджмент, бухгалтерский учет», «Экономика, эконометрика, финансы» и «Науки о принятии решений». Три последние области объединены авторами в экономические науки.

Для анализа внутренних затрат на исследования и разработки в разных странах были использованы данные статистического сборника «Индикаторов науки» [7].

При исследовании вклада петербургских академических институтов гуманитарного и обществоведческого профиля использовались их web-сайты, а также информация о публикационной активности, размещенная на платформе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), дата обновления которой 10 августа 2021 г.

### **3.1 Россия в международном рейтинге информационно-аналитической базы SCOPUS**

#### **3.1.1 Публикационная активность российских ученых в 1996–2020 годы**

По числу статей, включенных в международные базы данных, и ссылок на них в этих базах можно судить о вкладе ученых той или иной страны в развитие мировой науки. Используя данные информационно-аналитической базы Scopus, проследим, какие изменения происходили в мировом рейтинге по количеству научных публикаций в 1996–2020 гг. Следует отметить, что в эти годы в российской науке осуществлялись преобразования и реформы, что не могло не отразиться на ее результативности – научной продукции, созданной учеными.

Период с 1996 по 2010 год для России можно назвать кризисным. В рейтинге публикационной активности в 1996 году Россия занимала восьмое место, ее опережали США, Великобритания, Германия, Франция, Италия, Япония и Канада (таблица 3.1). В 2010 году она опустилась на шестнадцатое место, хотя число российских публикаций (40401 документов) по сравнению с 1996 годом (32387 единиц) все-таки увеличилось на 24,7% (таблица 3.2). Среднегодовые темпы прироста российских публикаций за этот период составили 1,7% и были самыми низкими из всех ведущих стран мира (таблица 3.3).

Отметим, что в странах, традиционно лидирующих в научных исследованиях и в 1996 году обогнавших Россию по числу публикаций, наука активно развивалась, количество публикаций этих стран росло более высокими темпами. Если в 2010 году по сравнению с 1996 годом количество публикаций России увеличилось на 24,7%, то показатели Великобритании и Франции увеличились на 90%, а Германии – на 95%. Количество публикаций США выросло на 67%, Японии – на 43%, а Канады и Италии – более, чем в 2 раза. Эти страны по-прежнему опережают Россию и в 2020 году.

Меры, предпринятые Правительством Российской Федерации с целью удержания российской науки от дальнейшего падения и поднятия ее престижа, способствовали укреплению позиций России в международном рейтинге публикационной активности. Период с 2011 по 2014 год был периодом стабилизации, наша страна начинает ежегодно

наращивать объем научной продукции более высокими темпами (15-е место в рейтинге) и в 2015 году поднимается уже на 14-е (68839 документов). Прирост российских публикаций в 2015 году по сравнению с 2010 годом составил 70,4%, а среднегодовые темпы прироста с 2011 по 2015 год были на уровне 11,4%. Из всех лидирующих стран Япония не имела прироста публикаций, среднегодовые темпы роста их тоже были отрицательными, в итоге – шестое место в 2015 году (129630 документов).

Таблица 3.1 – Количество публикаций стран-лидеров в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	360562	1	601320	1	684199	2	766789
Великобритания	2	91408	3	174037	3	204508	3	249408
Япония	3	90646	5	129921	6	129630	7	147341
Германия	4	77340	4	151258	4	178107	5	216474
Франция	5	56522	6	107818	7	123085	8	139661
Канада	6	43526	7	91446	9	106787	9	131684
Италия	7	40388	8	86599	8	113947	6	155135
Россия	8	32387	16	40401	14	68839	10	129270
Китай	9	30856	2	344233	2	464400	1	788287
Австралия	10	25640	11	70210	10	97330	11	126177
Испания	11	25106	10	73823	11	91023	12	121331
Индия	13	21513	9	81103	5	144419	4	217771
Южная Корея	20	10423	12	61338	12	82495	14	98796
Бразилия	21	9212	13	51106	13	71190	13	100006
Турция	26	5819	18	33372	18	44885	18	59027
Иран	54	850	21	30046	17	46101	16	74440

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.

Таблица 3.2 – Темпы роста количества публикаций стран-лидеров в 2005 году по отношению к 1996 году, в 2015 году по отношению к 2010 году и в 2020 году по отношению к 2015 году (%)

Страны	Периоды		
	2010/1996	2015/2010	2020/2015
США	166,8	113,8	112,1
Великобритания	190,4	117,5	122,0
Япония	143,3	99,8	113,7
Германия	195,6	117,8	121,5
Франция	190,8	114,2	113,5
Канада	210,1	116,8	123,3
Италия	214,4	131,6	136,1
Россия	124,7	170,4	187,8
Китай	1115,6	134,9	169,7
Австралия	273,8	138,6	129,6
Испания	294,0	123,3	133,3
Индия	377,0	178,1	150,8
Южная Корея	588,5	134,5	119,8
Бразилия	554,8	139,3	140,5
Турция	573,5	134,5	131,5
Иран	3534,8	153,4	161,5

Источник: Расчеты авторов по данным информационно-аналитической базы Scopus.

Таблица 3.3 – Среднегодовые темпы прироста количества публикаций стран-лидеров в периоды с 1997 по 2010 г., с 2011 по 2015 г. и с 2016 по 2020 г. (%)

Страны	Периоды		
	1997–2010	2011–2015	2016–2020
США	3,79	2,65	2,35
Великобритания	4,79	3,36	4,13
Япония	2,66	-0,01	2,62
Германия	4,96	3,34	4,02
Франция	4,76	2,71	2,63
Канада	5,83	3,18	4,30
Италия	5,65	5,67	6,44
Россия	1,68	11,39	13,57
Китай	19,38	6,37	11,18
Австралия	7,52	6,79	5,35
Испания	8,05	4,33	5,98
Индия	10,05	12,34	8,62
Южная Корея	13,64	6,12	3,68
Бразилия	13,14	6,88	7,07
Турция	13,54	6,14	5,81
Иран	29,35	9,53	10,10

Источник: Расчеты авторов по данным информационно-аналитической базы Scopus.

Начиная с 2015 года, Россия начала свое продвижение в мировом рейтинге по количеству научных публикаций, ежегодно поднимаясь на одну позицию вверх, и заняла в 2019 году десятое место с показателем в 123705 документов. То, что Россия смогла улучшить свои позиции, во многом способствовало увеличению финансирования, выделяемого государством на науку, в частности, дополнительная поддержка тех научных и образовательных учреждений, которые имеют весомые результаты своей деятельности.

В 2020 году наша страна сохранила за собой десятую ступень в рейтинге (129270 документов), по сравнению с 2015 годом прирост публикаций составил 87,8%. В 2015–2020 гг. ежегодные темпы роста российских публикаций были выше темпов роста публикаций мировых держав, лидирующих в рейтинге, – США, Японии, Франции. Их среднегодовые темпы роста публикаций в этот период составляли около 2,5%, у России – 13,6%.

За 2016 год прирост публикаций российских ученых достиг максимального значения (21,3%), после чего началось снижение, в 2017 году – 15,6%, в 2018–15,0%, в 2019 – 11,4%, а в 2020 году он равнялся только 4,5%. Это могло быть «связано с отдаленными последствиями трансформации академического сектора науки» [8, с. 996), а возможно, что еще не все публикации за 2020 год были учтены в информационной базе.

Девятое место в рейтинге в 2020 году заняла Канада (131684 документа), восьмое – Франция (139661 документ). Эти страны заметно отстают от Российской Федерации в темпах роста, что позволяет надеяться на дальнейшее продвижение России в мировом рейтинге. Кроме того, данные за 2020 год, размещенные на платформе Scopus в 2021 году, могут заметно отличаться от данных, которые будут скорректированы в 2022 году. Так, острая конкуренция, развернувшаяся между США и Китаем, привела к тому, что согласно информации, опубликованной в 2020 году, КНР по количеству публикаций за 2019 год вышла на первое место (684048 документов), обогнав США (678197 документов). Однако в 2021 году число статей китайских ученых за 2019 год оказалось меньше, чем американских (717540 документов у Китая и 748908 документов у США, которые в итоге сохранили свое лидерство за 2019 год). В рейтинге публикаций за 2020 год Китай вновь оказался на первой позиции, а США переместились на вторую (788287 и 766789 документов, соответственно).

В международном рейтинге в 1996 году Китай и Индия занимали более низкие позиции, чем Россия. В последующие годы эти страны достаточно высокими темпами наращивали прирост научной продукции. Китай в 2010 году по сравнению с 1996 годом увеличил число публикаций в 11 раз и, потеснив лидеров, поднялся с девятой позиции в рейтинге на вторую (344233 документа), а Индия с тринадцатого места переместилась на девятое (81103 документа). В 2015 году у Индии по сравнению с 2010 годом прирост числа публикаций был выше, чем у России – 78,1%, это позволило занять ей пятую ступень в рейтинге (144419 публикаций), в 2020 году – четвертую (217771 публикация).

Страны, которые опережали Россию в 2010 году, а в 2020 году следуют в рейтинге за ней, также заслуживают внимания: Австралия, Испания, Южная Корея, Бразилия. В



1996 году Австралия и Испания занимали десятое и одиннадцатое места. Обе страны на протяжении многих лет демонстрировали высокие темпы прироста публикаций, что позволяло им удерживать свои позиции в рейтинге. В 2010 году по сравнению с 1996 годом число австралийских публикаций выросло в 2,7, а испанских – в 2,9 раза. В следующий период высокие темпы сохранялись, в 2020 году публикации Австралии по отношению к 2015 году увеличились на 30%, Испании – на 33%. Еще активней росло число публикаций Южной Кореи и Бразилии, в 2010 году южнокорейских публикаций было в 5,9 раз больше, чем в 1996 году, а бразильских – в 5,6 раз. В 2010–2020 гг. темпы несколько упали, но оставались достаточно высокими. В 2020 году в Южной Корее публикации выросли на 20%, а в Бразилии – на 40% по сравнению с 2015 годом. Все эти страны являются реальными конкурентами России. На рисунке 3.1 показана динамика роста количества публикаций стран-лидеров, показатели которых в 2020 году наиболее близки числу публикаций российских ученых.

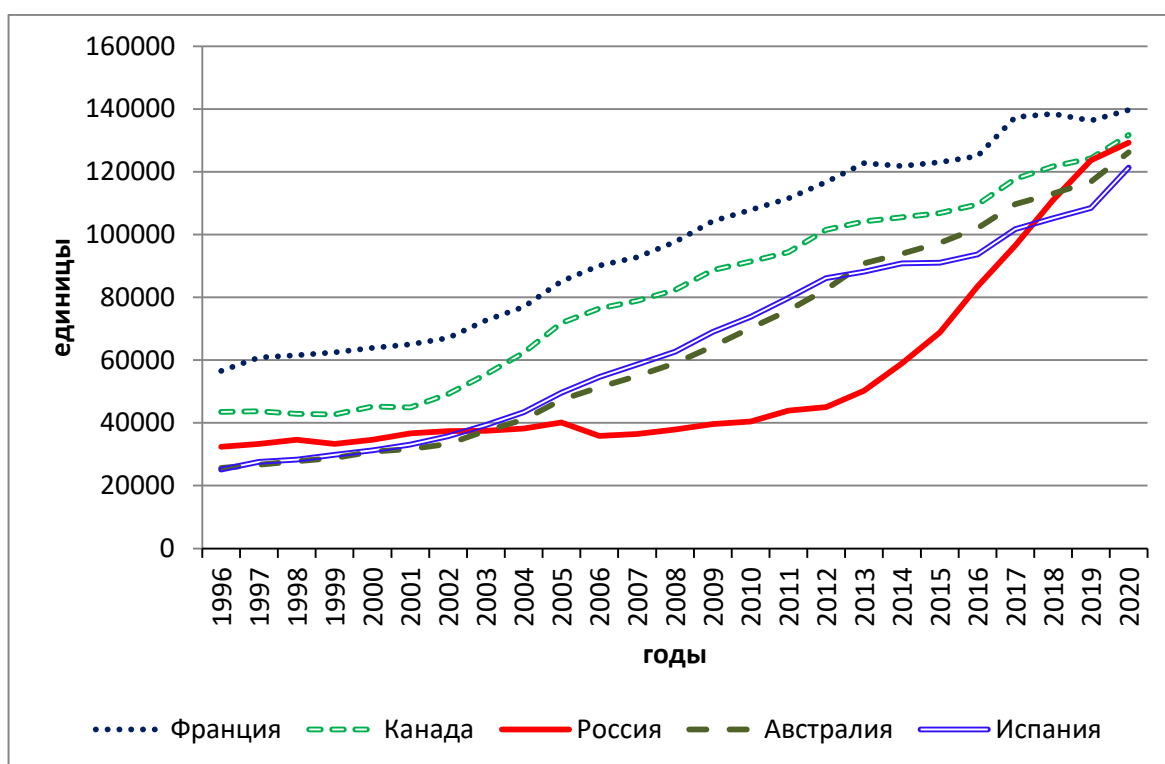


Рисунок 3.1 – Количество публикаций отдельных стран мира в 1996–2020 гг.

Следует отметить очень высокие темпы роста числа публикаций Ирана. В 2010 году по сравнению с 1996 годом их количество увеличилось в 35 раз, в 2015 году по сравнению с 2010 годом – возросло на 53,4%, а в 2020 году по сравнению с 2015 годом – на 61,6%. Если в 1996 году Иран занимал только 54-е место, то в 2010 году был уже на 21-

ом, в 2015 году – на 17-ом, а в 2020 году – на 16-ом месте в рейтинге. Кроме того, заметных результатов в 2010 году достигла Турция, поднявшись с 26-го места, которое она занимала в 1996 году на 18-е. Ежегодный прирост публикаций на уровне 5% позволил ей сохранять позиции до 2020 года.

На рисунке 3.2 показано, как менялась доля публикаций России и других стран-лидеров в мировом публикационном потоке в 1996–2020 гг.

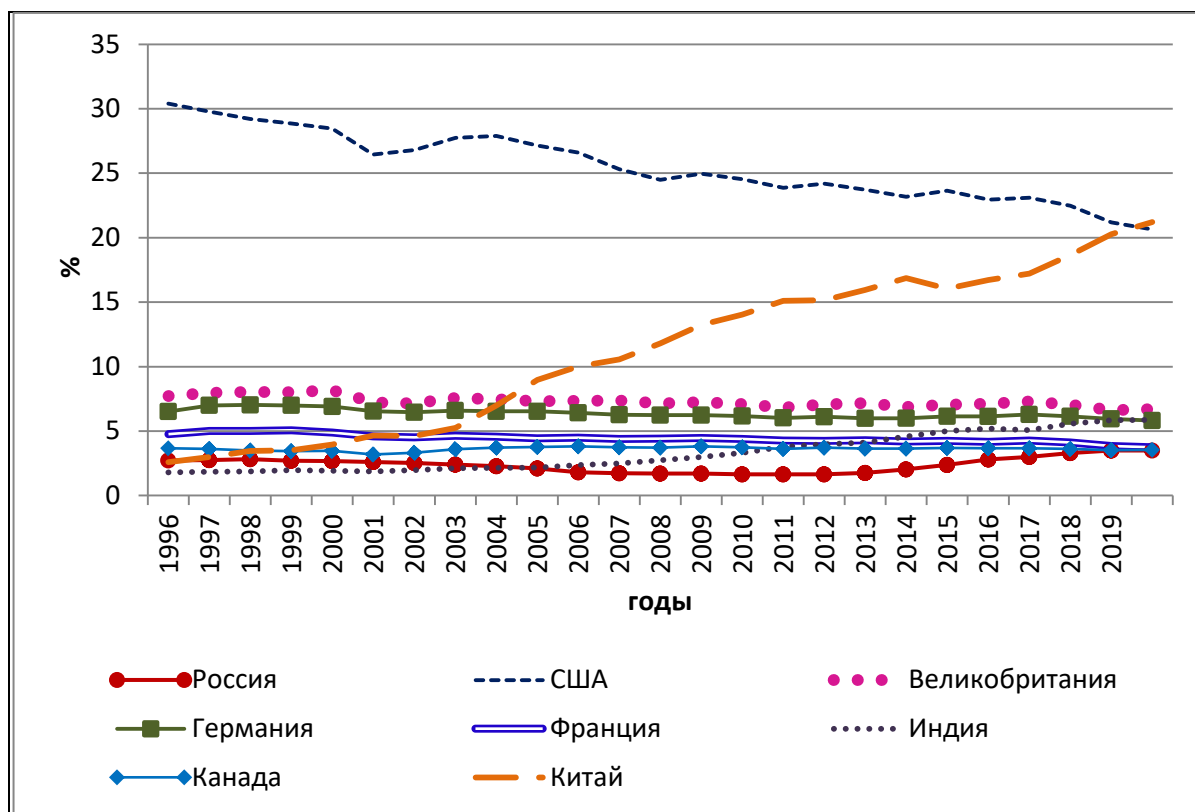


Рисунок 3.2 – Доля публикаций стран-лидеров в мировом публикационном потоке в 1996–2020 гг.

Если в 2019 году Китай немного, но отставал от США по доле научных публикаций в мировом публикационном потоке, то в 2020 году он был немного впереди: доля Китая составляла 21,21%, а США – 20,63%. Доли Франции (3,76%), Канады (3,54%) и России (3,48%) были очень близки друг к другу.

Проведенный анализ показал, что за последние годы общее число российских публикаций в информационной базе Scopus значительно выросло. По общему числу публикаций, проиндексированных за период с 1996 по 2020 год, Россия находится на двенадцатом месте (1359443 документов), это на 51465 единиц (3,5%) больше, чем у Южной Кореи, следующей за ней в рейтинге. Заметим, что в 2019 году этот отрыв составлял всего лишь 0,5%. Испания, которая опережает Россию и занимает одиннадцатое

место, имеет на 320 тыс. публикаций больше. Только высокие темпы прироста количества публикаций могут помочь России в будущем улучшить свои позиции.

### **3.1.2 Финансирование научной деятельности – один из факторов, определяющих публикационную активность**

Показатели публикационной активности в большой степени зависят от численности населения, от количества людей, занятых исследованиями и разработками, от доли валового внутреннего продукта, которая идет на развитие науки и образования. Не меньшее значение имеет научная традиция. Большую роль играет наличие национальных журналов, индексируемых в мировых информационно-аналитических базах.

Важнейший фактор развития науки – финансирование научной деятельности и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Оно отражается в статистическом показателе «Внутренние затраты на научные исследования и разработки», характеризует как текущие, так и капитальные затраты на их выполнение.

В 1990-х годах в нашей стране нехватка государственного финансирования научных организаций отразилась, в первую очередь, на фундаментальной науке. В 1991 году внутренние затраты на исследования и разработки составили 66,9 % от уровня 1990 года, а в 1997 году они не превышали 28%. Отчисления из федерального бюджета РФ в первые годы реформ (с 1991 по 1996 год) уменьшились в 6 раз, численность занятых – в 2 раза, средняя месячная заработная плата – в 3 раза [9, с. 8.]. Из-за низкой платежеспособности хозяйствующих субъектов сократился спрос на научно-техническую продукцию, что привело к сокращению перспективных научных разработок, которые в дальнейшем могли бы обеспечить развитие высокотехнологичных и наукоемких производств. Ситуация поменялась к лучшему после проведения ряда мероприятий в рамках реализации Концепции реформирования российской науки на период 1998–2000 годов, в результате чего внутренние затраты на исследования и разработки в 2000 году составили 76,7 млрд руб., в том числе средства федерального бюджета – около 30 млрд руб. (включая ассигнования на содержание образовательных организаций высшего образования, средства организаций государственного сектора, в т.ч. собственные) [10, с. 40].

В последующие годы происходил постоянный рост затрат на научные исследования и разработки: в 2010 году они достигли 523,4 млрд руб., в 2013 – 749,8, в 2016 – 943,8, в 2019 году – 1134,8 млрд руб. (в действующих ценах). Основным источником финансирования являются средства государства, их доля в этот период

колебалась в пределах 66–70%: в 2010 году она составила 70,3%, в том числе из средств федерального бюджета – 54,8%, в 2019 году – 66,3% и 53,1%, соответственно. Хотя затраты на науку растут (в 2019 году они превысили уровень 2010 года на 13,4% в постоянных ценах), но все же остаются на уровне 1% ВВП (1,03% в 2019 году против 1,13% в 2010 году) [7, с. 90].

Рейтинг стран мира по уровню расходов на НИОКР определяется по общему объему государственных и частных расходов на НИОКР, выраженному в процентах от валового внутреннего продукта (ВВП). Этот показатель рассчитывается на основе данных национальной статистики и международных организаций. В качестве источника информации выступает база данных Института статистики Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), которая обновляется ежегодно. Анализом занимается Всемирный банк, который публикует в своем отчете «Research and development expenditure» информацию о расходах стран мира на науку и инновации. Используя материалы сборника «Индикаторы науки», изданного в 2021 году, рассмотрим 10 стран, которые вкладывают в науку больше всего (см. таблицы 3.4–3.6).

Таблица 3.4 – Внутренние затраты стран-лидеров на исследования и разработки, (млн долл. США; в расчете по паритету покупательной способности национальных валют)

Страна	Сумма затрат					
	2000	2005	2010	2015	2017	2019*
США	269513,0	328128,0	410093,0	495094,0	548984,0	581553,0
Китай	32936,0	86174,4	212138,1	366070,9	420815,6	468062,3
Япония	98918,3	128694,6	140565,6	168546,1	166183,7	171293,6
Германия	53905,5	64028,3	87028,0	114128,2	134429,8	141299,9
Республика Корея	18533,0	30618,3	52152,9	76932,4	90386,1	98451,3
Франция	33282,7	39530,1	50896,7	61645,7	66044,9	68440,9
Индия	17249,6	28742,6	42433,6	55699,5	63899,4	68238,4
Великобритания	25155,2	30639,7	37564,8	45678,2	51029,1	53952,6
Россия	10504,4	18120,5	33080,9	38818,6	42375,7	44153,7
Тайвань	9219,1	15308,9	25057,2	33727,9	39089,7	43342,7
Бразилия	16614,0	20533,7	32509,1	43414,1	41121,0	41121,0

\* или ближайшие годы, по которым имеются данные.

Источник: [7], с. 297-298.

Таблица 3.5 – Внутренние затраты на научные исследования и разработки в 2019\* году, (% к ВВП)

Место в рейтинге	Страна	%
1	Израиль	4,94
2	Республика Корея	4,53
3	Тайвань	3,46
4	Швеция	3,32
5	Швейцария	3,29
6	Япония	3,28
7	Австрия	3,18
8	Германия	3,13
9	Дания	3,03
10	США	2,83
13	Франция	2,19
15	Китай	2,14
22	Великобритания	1,73
26	Италия	1,43
30	Бразилия	1,26
31	Испания	1,24
36	Россия	1,03

\* или ближайшие годы, по которым имеются данные.

Источник: [7, с. 299].

Таблица 3.6 – Численность персонала, занятого исследованиями и разработками в 2019\* году (человеко-лет; в эквиваленте полной занятости)

Страны	Персонал, занятый исследованиями и разработками, всего	в т.ч. исследователи
США	–	1434415
Китай	4381444	1866109
Япония	896901	678134
Германия	733007	449043
Республика Корея	501175	408370
Франция	463738	314101
Индия	552969	341818
Великобритания	486088	317472
Россия	753796	400663
Тайвань	262307	153998
Бразилия	316495	179989

\* или ближайшие годы, по которым имеются данные.

Источник: [7, с. 313-315].

В мировом рейтинге по уровню расходов на НИОКР лидируют США – 581,6 млрд долл. в 2019 году (табл. 3.4). По соотношению затрат на науку в валовом внутреннем продукте (ВВП) США занимают 10-е место – 2,83% (табл. 3.5). По величине затрат на исследования и разработки в расчете на одного исследователя США находятся на 2-м месте – 405,4 тыс. долл. В 2019 году численность исследователей (в эквиваленте полной занятости) составила 1 млн 434,4 тыс. человек (табл. 3.6).

Вторую позицию занимает Китай – 468,1 млрд долл. США. В настоящее время эта страна – один из мировых лидеров в области науки и технологий. По соотношению затрат на науку в ВВП Китай занимает 15-е место (2,14%). Затраты на исследования и разработки в расчете на одного исследователя – 250,8 тыс. долл. В 2019 году численность исследователей (в эквиваленте полной занятости) в Китае составила 1 млн 866,1 тыс. человек. В Китае создаются максимально благоприятные условия для ученых и бизнесменов, если они работают в сферах, которые руководство страны считает

приоритетными – искусственный интеллект, полупроводники, квантовые компьютеры, нейронаука и генетика.

Третье место принадлежит Японии, ее расходы на науку в 2019 году насчитывали 171,3 млрд долл. Доля этих расходов в ВВП – 3,28% (6-е место), численность исследователей (в эквиваленте полной занятости) – 678,1 тыс. человек (3-е место).

Далее следует Германия, на научные исследования и разработки ею было израсходовано 141,3 млрд долл. По численности исследователей она находится на четвертом месте (449,0 тыс. чел.). Основные организации, проводящие научные исследования, получают финансирование из федеральных и из земельных источников. Однако основной финансовый источник, как и в других западноевропейских странах, – частный бизнес.

Республика Корея занимает пятое место (98,5 млрд долл.), по соотношению затрат на науку в ВВП – второе (4,53%), по численности исследователей – пятое (408,4 тыс. чел.).

Затраты Франции на научные исследования и разработки в 2019 году составили 68,4 млрд долл. (6-е место), а их доля в ВВП – 2,19% (13-е место). Седьмое место, как по затратам на науку, так и по численности исследователей, у Индии (68,2 млрд долл. и 341,8 тыс. чел., соответственно). На восьмой позиции – Великобритания (54 млрд долл.), численность исследователей (в эквивалентной полной занятости) в 2019 году достигла 317,5 тыс. чел. (9-е место).

Россия занимает девятое место в рейтинге ведущих стран мира по величине внутренних затрат на исследования и разработки, в 2019 году страна потратила на эти цели 44153,7 млн долл. Ей принадлежит пятое место по величине бюджетных ассигнований на гражданскую науку (32033,9 млн долл.), которые были выделены из средств федерального бюджета, и шестое – по численности исследователей (400,7 тыс. чел.). В расчете на 1 исследователя затраты на науку в нашей стране примерно вдвое ниже, чем в Великобритании, в 2,5 раза – чем в Китае, в 3,4 раза – чем в Германии, и в 4 раза – чем в США. По-прежнему сохраняется тенденция снижения численности научных кадров. В сфере исследований и разработок в 2019 г. были заняты 682,5 тыс. чел. Это на 7,3% меньше, чем в 2010 г., а в эквиваленте полной занятости – на 10,3%.

Внутренние затраты Бразилии в 2017 году составили 41,1 млрд долл. против 42,4 млрд долл. у России, тем самым их позиции поменялись, хотя ранее Бразилия опережала нашу страну в рейтинге. Ввиду того, что последняя информация о внутренних затратах Бразилии на исследования и разработки имеется только за 2017 год, на десятую ступень в

рейтинге поднялся Тайвань (43,3 млрд долл.), по соотношению их к ВВП от занял третье место (3,46%), по численности исследователей – двенадцатое (154 тыс. чел.).

### **3.2 Публикационная активность ведущих стран мира в области гуманитарных и общественных наук**

#### **3.2.1 Динамика количества публикаций стран-лидеров по гуманитарным и общественным наукам**

Как уже отмечалось, в поисковой библиографической базе Scopus публикациям по гуманитарным наукам соответствует предметная область «Искусство, гуманитарные науки», а публикации по общественным наукам отражаются в пяти предметных областях: «Общественные науки», «Психология», «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет», «Экономика, эконометрика и финансы» и «Науки о принятии решений».

В таблице 3.7 показано, как менялось количество публикаций отдельных стран-лидеров и их место в международном рейтинге в период с 1996 по 2020 год в предметной области «Искусство, гуманитарные науки». Традиционными лидерами все эти годы остаются США и Великобритания, Германия также сохраняет четвертую позицию в рейтинге. Необходимо выделить огромный рост российских публикаций в этой области, по сравнению с 1996 годом их количество в 2020 году увеличилось в 56 раз, что позволило России подняться с двадцать второго на пятое место.

Сравнивая динамику числа публикаций России и стран, традиционно занимающих лидирующие места в рейтинге, отметим, что в 1996 году публикационная активность США (10959 документов) в 94 раза превосходила российскую (117 документов), в 2010 году – в 60 раз (25601 и 420), в 2015 году – в 8 раз (28693 и 3457), а в 2020 году – в 5 раз (29549 и 5602). Подобная ситуация в публикациях по гуманитарным наукам складывается и с другими странами-лидерами. У Великобритании (3531 документ) в 1996 году их насчитывалось в 30 раз больше, чем у России, в 2010 году – в 24 раза (10128), в 2015 году – в 3,5 раза (11982), в 2020 году – в 2,6 раза (14325). Публикационная активность Германии (1153 документа) в 1996 году была в 10 раз выше, чем у России, в 2010 году – в 9 раз (3902), в 2015 году – в 1,5 раза (5262), в году – в 1,2 раза (6728). С каждым годом Россия сокращает разрыв в публикационном потоке по отношению к этим странам. А вот такие страны, как Канада, Франция и Япония заметно снизили темпы роста публикаций по гуманитарным наукам. У Канады в 2020 году по сравнению с 1996 годом число



публикаций увеличилось в 3,8 раза, в результате чего с третьего места в 1996 году она опустилась на девятое в 2020 году. Поток французских публикаций увеличился менее чем в 5 раз, а японских – в 3 раза. Франция переместилась с 5-й позиции в 1996 году на 10-ю в 2020 году, а Япония – с 9-й на 20-ю. Число публикации Турции в этот период возросло в 37 раз, а Ирана – в 90 раз.

Таблица 3.7 – Количество публикаций стран-лидеров в предметной области «Искусство, гуманитарные науки» в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	10959	1	25601	1	28693	1	29549
Великобритания	2	3531	2	10128	2	11982	2	14325
Япония	9	529	11	1230	19	1186	20	1637
Германия	4	1153	4	3902	3	5262	4	6728
Франция	5	941	3	4231	5	5065	10	4610
Канада	3	1289	5	3755	6	4433	9	4906
Италия	8	593	8	2202	8	3992	7	5187
Россия	22	117	34	420	9	3457	5	5602
Китай	27	92	10	2168	10	2583	6	5251
Австралия	6	837	6	2972	7	4044	8	5140
Испания	10	497	7	2544	4	5117	3	6764
Индия	20	144	20	612	21	993	14	1912
Южная Корея	32	63	22	585	27	890	29	1127
Бразилия	26	92	16	862	12	1750	13	2647
Турция	37	40	18	636	24	924	23	1477
Иран	53	11	43	199	33	757	34	999

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.

Рассмотрим динамику доли публикаций в предметной области «Искусство, гуманитарные науки» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг. (рисунок 3.3)

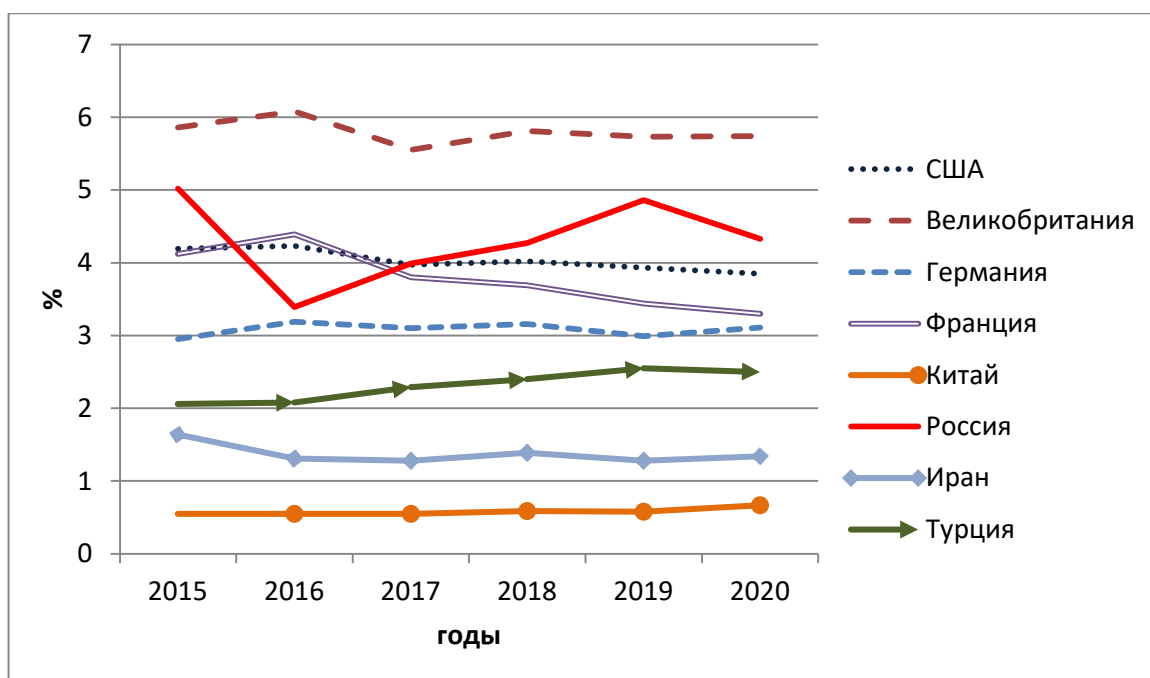


Рисунок 3.3 – Динамика доли публикаций в предметной области «Искусство, гуманитарные науки» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг.

В 2015–2020 гг. наибольшую долю публикаций в этой предметной области имела Великобритания (около 6%), а наименьшую – Китай (около 0,6%). При общем росте числа публикаций в странах-лидерах в этот период у многих из них доля публикаций по гуманитарным наукам снизилась либо возросла совсем незначительно: у США с 4,19% в 2015 году до 3,85% в 2020 году; у Великобритании – с 5,86 до 5,74%; у Франции – с 4,12 до 3,3%; у Ирана – с 1,64 до 1,34%; у Германии – с 2,95 до 3,11%; у Китая – с 0,56 до 0,67%. Но вот самые нестабильные показатели были у России: в 2015 году – 5,02%, в 2016 – 3,39%, в 2017 – 3,99%, в 2018 – 4,27%, в 2019 – 4,86%, в 2020 году – 4,33%.

В информационно-аналитической базе Scopus предметная область «Искусство и гуманитарные науки» подразделяется на 13 отраслевых направлений (в порядке их размещения в базе): археология (в области искусства и гуманитарных наук); искусство и гуманитарные науки (прочие); литературная классика; архивоведение; история; история и философия науки; языкознание; теория литературы; музееведение; музыковедение; философия; религиоведение; изобразительное искусство и театр.

В предметной области «Общественные науки» в период с 1996 по 2020 год наибольшее число публикаций, так же как и в области «Искусство, гуманитарные науки», значилось у США и Великобритании (таблица 3.8). Однако разрыв между ними понемногу сокращается: с 3,2 раза в 1996 году до 2,6 раза в 2020 году. В 2010 году в первую тройку лидеров выбился Китай, в то время как в 1996 году он находился на 21-й позиции (276 документов). В 2020 году количество китайских публикаций по сравнению с 1996 годом увеличилось в 95 раз (26151 документов), а отрыв от Великобритании составил 20%. Индия тоже потеснила традиционных лидеров в рейтинге, поднявшись с 12-го места, которое она занимала в 1996 году, на 8-е в 2020 году. Следует отметить рост публикационной активности российских ученых в этой предметной области. Так, в 1996 году Россия находилась на 23-м месте в рейтинге (213 документов), к 2010 году недостаточные темпы роста публикаций по сравнению с другими странами привели к тому, что она опустилась на 38-е место (780 документов), однако, в 2015 году ей удалось подняться на 11-ю позицию (5926 документов), в 2020 году – 10-ю (10414 документов), при этом количество российских публикаций по сравнению с 1996 годом увеличилось почти в 50 раз. От Италии, находящейся на девятом месте, Россия отстает немногим более чем на 1300 документов. Канада, Франция и Япония – страны, которые ухудшили в 2020 году свои лидирующие позиции в международном рейтинге. Канада, в 1996 году занимавшая 3-е место, опустилась на 7-е, Франция – с 7-го на 13-е, а Япония – с 9-го на 19-е место. Подъем публикационной активности Ирана и Турции в информационно-аналитической базе Scopus связан, в том числе, и со значительным ростом количества публикаций этих стран в области общественных наук. В 1996 году Турция занимала 37-е место в мировом рейтинге, в то время как Иран был на 60-м, в 2020 году их позиции заметно улучшились: Турция находилась на 20-й позиции, Иран – на 27-й. По сравнению с 1996 годом число турецких публикаций в 2020 году возросло в 46,5 раза, а иранских – в 132 раза.

Динамика доли публикаций в предметной области «Общественные науки» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг. показана на рисунке 3.4. Наибольшая доля публикаций в этой области по отношению к общему числу публикаций, как и в предметной области «Искусство, гуманитарные науки» принадлежит Великобритании, в этот период она составляла 11-13%, у США эта доля была чуть ниже – около 10%. У всех выбранных нами стран в 2017 году отмечалось снижение данного показателя по сравнению с предыдущим годом, за исключением Ирана, где доля выросла, но всего лишь на 0,02%. Очень близкими в этот период были показатели России и Турции (в среднем

8%), а также Франции и Германии (около 6%). Однако заметим, что, если у Германии доля публикаций по общественным наукам в 2020 году по сравнению с 2015 годом увеличилась на 1%, то у Франции, наоборот, она уменьшилась на 1%.

Таблица 3.8 – Количество публикаций стран-лидеров в предметной области «Общественные науки» в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	24186	1	56620	1	68035	1	81734
Великобритания	2	7565	2	18717	2	23144	2	31974
Япония	9	731	12	2812	15	3692	19	5020
Германия	5	1588	6	7062	5	10538	6	15388
Франция	7	992	7	5619	8	8031	13	7897
Канада	3	2498	5	7901	6	10250	7	13624
Италия	8	740	10	3405	9	7011	9	11759
Россия	23	213	38	780	11	5926	10	10414
Китай	21	276	3	10049	3	12191	3	26151
Австралия	4	2160	4	8109	4	11455	5	16058
Испания	13	474	8	4711	7	9143	4	16172
Индия	12	482	11	2945	12	5249	8	11974
Южная Корея	31	148	19	1817	19	3075	16	5812
Бразилия	30	158	13	2668	13	4845	11	8982
Турция	37	105	14	2640	17	3304	20	4878
Иран	60	27	30	1006	34	1607	27	3575

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.

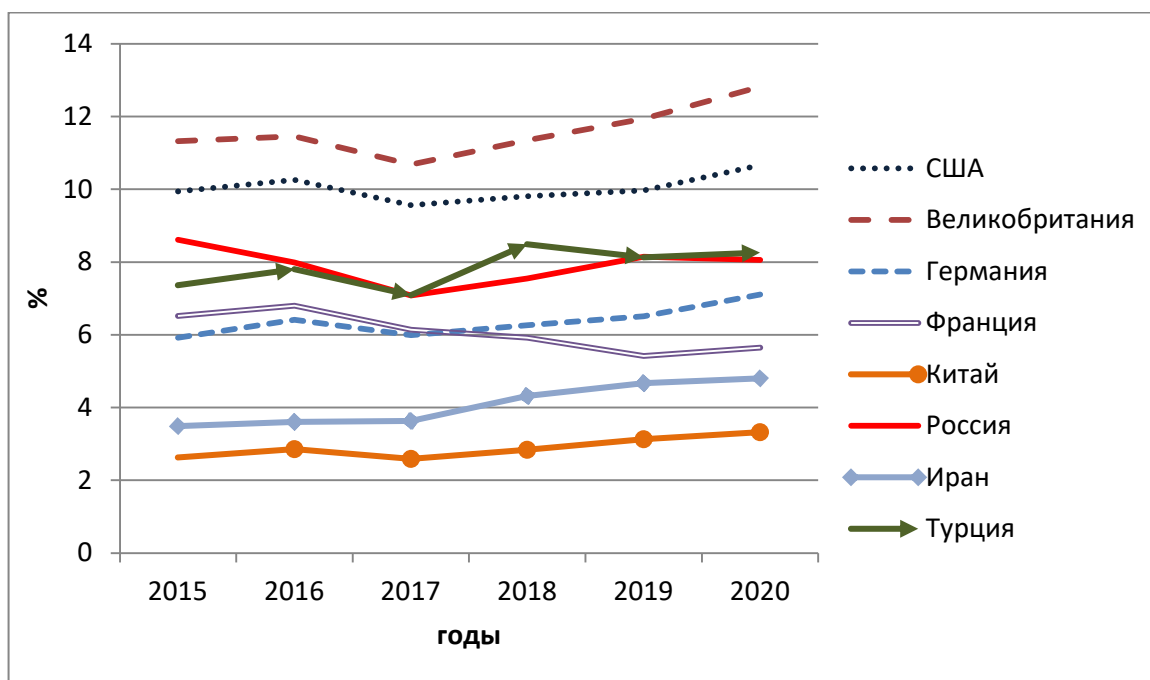


Рисунок 3.4 – Динамика доли публикаций в предметной области «Общественные науки» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг.

В информационно-аналитической базе Scopus предметная область «Общественные науки» подразделяется на 24 отраслевых направления (в порядке их размещения в информационно-аналитической базе Scopus): антропология; археология; связи с общественностью; культурология; демография; развитие; образование; дистанционное обучение; гендерные исследования; географическое положение, планирование и разработка; здравоохранение (социальные науки); человеческий фактор и эргономика; право; библиотечно-информационные науки; продолжительность жизни и жизненный цикл; язык и общение; политология и международные отношения; государственное управление; охрана труда; общественные науки (прочие); социальная работа; социология и политология; транспортные перевозки; урбанистические исследования.

Еще одна предметная область, в которой постоянными лидерами в 1996–2020 гг. являются США и Великобритания, это «Психология» (таблица 3.9). Здесь отрыв этих стран друг от друга также сокращается. Если в 1996 году количество публикаций США в 4,6 раз превосходило число публикаций Великобритании, то в 2010 году оно сократилось до 3,7 раза, в 2015 – до 3,6 раза, а в 2020 году – до 3,3 раза. На четвертом месте пока закрепились Германия, ее результат в 2020 году превосходит показатель 1996 года в 6 раз, однако с небольшим отставанием (399 документов) за ней следует Канада, количество ее публикаций в этой области в 2020 году превышает результат 1996 года в 3,5 раза.

Таблица 3.9 – Количество публикаций стран-лидеров в предметной области «Психология» в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	13393	1	20748	1	25326	1	31877
Великобритания	2	2921	2	5648	2	6967	2	9389
Япония	8	452	14	777	14	1046	14	1337
Германия	4	999	4	3019	3	4273	4	5866
Франция	7	619	6	2226	6	2770	10	2917
Канада	3	1577	3	3110	4	3920	5	5467
Италия	9	408	9	1499	8	2485	7	3755
Россия	33	35	40	119	34	324	17	1211
Китай	36	29	16	604	10	1833	3	5912
Австралия	5	792	5	2235	5	3699	6	5245
Испания	11	313	8	1528	9	2278	9	3436
Индия	25	56	34	264	18	689	21	1079
Южная Корея	30	40	31	287	17	850	22	1061
Бразилия	24	61	11	850	11	1383	11	1847
Турция	34	35	10	1038	29	476	19	1088
Иран	47	9	21	391	35	311	26	928

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.



Невероятных успехов в росте публикаций по психологии достиг Китай. В 1996 году он занимал 36-е место в рейтинге (29 документов), в 2010 – на 16-м (604), в 2015 – на 10-м (1833), а в 2020 году был уже на 3-м месте (5912 документов), при этом их число по сравнению с 1996 годом увеличилось более чем в 200 раз. У России же наблюдается нестабильное положение в рейтинге в этой области: в 1996 году она находилась на 33-й позиции (35 публикаций), в 2010 году опустилась на 40-ю (119 документов), в 2015 – 34-е место (324 публикации), в 2020 году была на 17-м месте (1211 документов). Аналогичная ситуация у Турции и Ирана, однако они также имеют заметное продвижение в рейтинге: в 1996 году – 34-е и 47-е места, в 2010 году – 10-е и 21-е, в 2015 году – 20-е и 35-е, в 2020 году – 19-е и 26-е места, соответственно. Если Турция улучшила свой результат в 31 раз по сравнению с 1996 годом, то Иран – более чем в 100 раз. Недостаточными темпами по сравнению с другими странами растет число публикаций по психологии у Франции и Японии. Так, в 1996 году Франция занимала 7-ю позицию (619 документов), а Япония – восьмую (452), в 2020 году этот показатель увеличился в 4,7 раза у Франции (2917 документов, 10-е место) и в 3 раза – у Японии (1337 документов, 14-е место).

Рассматривая динамику доли публикаций в предметной области «Психология» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг. (рисунок 3.5), заметим, что кривые на графике у этих стран, за исключением Франции, имеют вид, наглядно отражающий стабильность или небольшой рост, который особенно он заметен в последний год, у Турции и Ирана – в последние два года.

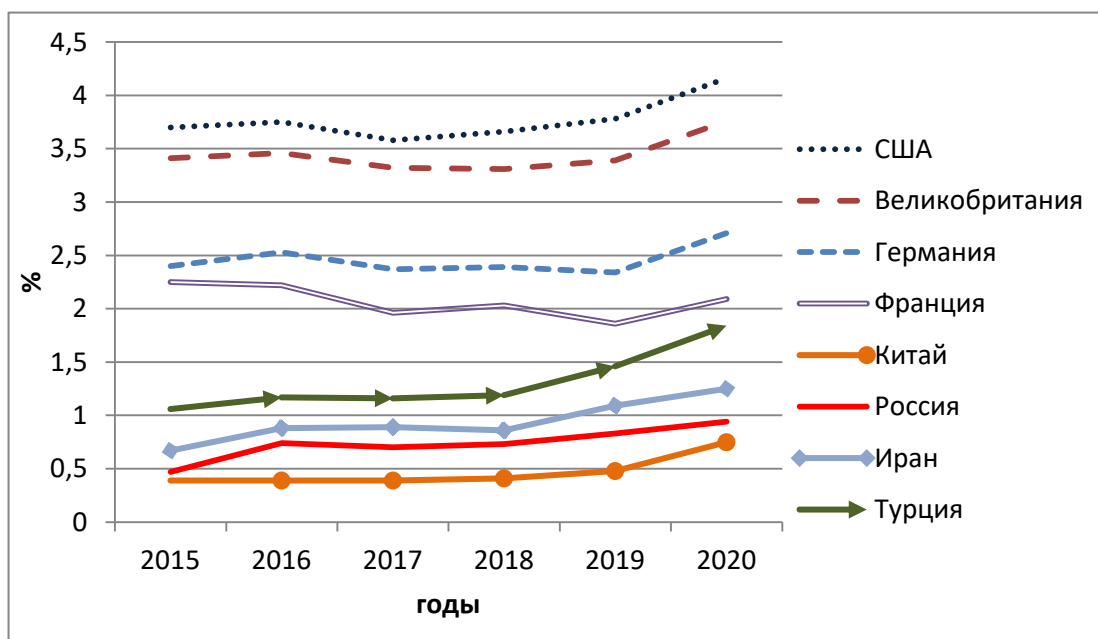


Рисунок 3.5 – Динамика доли публикаций в предметной области «Психология» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг.

У Франции, в отличие от других, наметилась тенденция к снижению этого показателя: в 2015 году он равнялся 2,25%, в 2016 – 2,22%, в 2017 – 1,96%, в 2018 – 2,03%, в 2019 – 1,86%, в 2020 году – 2,09%. В этот период наибольшую долю публикаций в предметной области «Психология» по отношению к общему числу публикаций в информационно-аналитической базе Scopus имеют США, она колебалась в пределах от 3,58 до 4,16%. Немного меньше эта доля была у Великобритании – от 3,31 до 3,76%.

Самую низкую долю публикаций по психологии в 2015–2020 гг. имел Китай (от 0,39 до 0,75%), за ним следует Россия (от 0,47 до 0,94%) и Иран (от 0,67 до 1,25%). Однако у названных стран этот показатель в 2020 году увеличился в два раза по сравнению с 2015 годом.

Предметная область «Психология» имеет 7 отраслевых направлений: прикладная психология; клиническая психология; психология развития и образования; экспериментальная и когнитивная психология; нейропсихология и физиологическая психология; психология (прочие); социальная психология.

Далее на основе данных библиографической базы Scopus рассмотрим публикационную активность стран-лидеров по экономическим наукам.

Количество публикаций в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 1996–2020 гг. представлено в таблице 3.10. Отметим, что большинство стран за этот период повысило свои места в мировом рейтинге. Традиционным лидером остаются США, однако, у них самые низкие темпы роста публикаций. Так, в 2020 году по сравнению с 1996 годом число публикаций США в этой области увеличилось в 2,3 раза. У Великобритании (в 3,5 раза), Японии (в 4,4 раза), Канады (в 5,1 раза), Германии (в 7,4 раза) и Франции (в 11,7 раза) тоже невысокие темпы роста по сравнению с другими странами-лидерами, что отразилось на снижении их позиций: Великобритания оказалась на 3-ем месте и заметно отстает от Китая, занявшего второе место, Япония с 10-го опустилась на 26-е место, Германия с 3-го – на 5-е, Канада с 4-го – на 9-е, Франция опустилась с 7-го на 11-е место. Италия, Россия, Испания, Южная Корея улучшили свои результаты по сравнению с 1996 годом более чем в 20 раз, Индия и Турция – около 30 раз, Китай и Бразилия – более 50 раз, а Иран – в 235 раз. Все эти страны повысили свои позиции в мировом рейтинге в области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 2020 году. Отметим, что в 1996 году Россия находилась на 22-м месте (95 документов), уменьшение числа публикаций до 70 в 2010 году опустило ее на 55-е место, однако, через пять лет она была уже на 18-м (1174 документа), а в 2020 году – на 15-м месте (2209 единиц).

Таблица 3.10 – Количество публикаций стран-лидеров в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	8303	1	15346	1	17291	1	18983
Великобритания	2	2547	3	5231	2	6270	3	8880
Япония	10	228	15	686	16	1271	26	1255
Германия	3	711	4	2619	4	3709	5	5249
Франция	7	256	8	1449	8	2307	11	2990
Канада	4	663	6	2068	7	2555	9	3384
Италия	13	188	12	1081	9	2185	7	3909
Россия	22	95	55	70	18	1174	15	2209
Китай	11	226	2	7635	3	4306	2	12170
Австралия	5	564	5	2604	5	3544	6	5000
Испания	14	156	10	1338	10	2060	10	3266
Индия	8	249	7	1499	6	2764	4	7328
Южная Корея	21	99	18	650	14	1410	14	2240
Бразилия	34	38	19	603	12	1676	16	2035
Турция	30	44	25	455	28	679	22	1406
Иран	57	6	33	319	22	847	21	1410

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.

На рисунке 3.6 показано, как изменялась доля публикаций в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг. Наибольшая доля публикаций значилась у Великобритании, в 2015 году она составляла 3,07%, в 2016 году – 3,11%, в 2017 году снизилась до 2,83%, а к 2020 году достигла 3,56%. Снижение доли в 2017 году было у Германии (до 1,96%) и Франции (до 1,73%), хотя в целом можно говорить о росте доли публикаций этих стран в предметной области в общем объеме публикаций за последние пять лет: у Германии с 2,08% в 2015 году до 2,42% в 2020 году, у Франции – с 1,87 до 2,14%. Уменьшение доли публикаций до 2,2% в 2017 году также наблюдалось и у США, но к 2020 году (2,48%) она все же не достигла уровня 2015 года (2,53%). Доля российских публикаций в 2020 году осталась равной доле в 2015 году (1,71%), однако в 2016–2019 гг. она была выше, чем у США. Показатели Ирана в этот период можно назвать стабильными, эта доля составляла 2% с небольшими отклонениями.

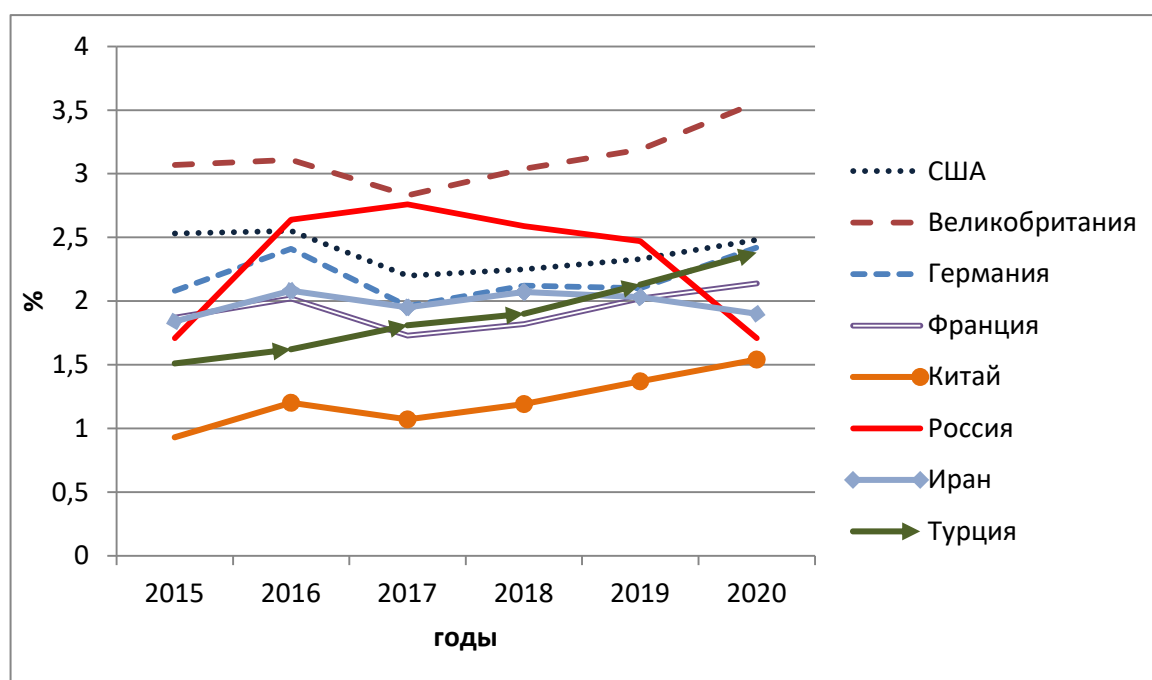


Рисунок 3.6 – Динамика доли публикаций в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг.

В предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» 10 отраслевых направлений: бухгалтерский учет; бизнес и международный менеджмент; бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (прочие); трудовые отношения; управление информационными системами; управление технологиями и инновациям; маркетинг;

организационное поведение и управление человеческими ресурсами; стратегия и управление; управление в области туризма, отдыха и гостиничный бизнес.

Рассмотрим количество публикаций в информационно-библиографической базе Scopus в 1996–2020 гг., относящихся к предметной области «Экономикс, эконометрика и финансы» (таблица 3.11). Все годы наилучшие показатели принадлежат США, однако, и здесь темпы роста американских публикаций ниже, чем у других стран-лидеров, по сравнению с 1996 годом (4605 документов) их число в 2020 году увеличилось в 2,9 раза (13308 единиц). Великобритания, занимавшая в 1996 году второе место (1186 документов), имела в 3,9 раза меньше публикаций, чем США. В 2020 году она опустилась на третью позицию с числом публикаций (5799 единиц), в 2,4 раза меньшим, чем у США. По сравнению с 1996 годом этот результат увеличился в 5 раз. Темпы роста канадских публикаций также невелики, по сравнению с 1996 годом их число в 2010 году увеличилось в 2,5 раза, в 2015 году по сравнению с 2010 годом – в 1,5 раза, в 2020 году по сравнению с 2015 годом – в 1,4 раза. Это повлияло на ее позиции в рейтинге: с 3-го места, которое Канада занимала в 1996 году, она переместилась на 11-е в 2020 году. Самых больших успехов в этой предметной области достиг Китай: в 1996 году у него было 27 публикаций, он находился на 33-м месте, в 2010 году – 1515 (6-е место), в 2015 году – 2309 (5-е место), в 2020 году – 7770 публикаций (2-е место). Россия также заметно продвинулась в рейтинге, с 35-го места в 1996 году на 9-е место в 2020 году. Отметим, что число российских публикаций в 1996 году было на одну единицу меньше китайских (26 документов), в 2015 году – на три единицы (2306). Но, если в 2020 году Россия улучшила свой результат по сравнению с 2015 годом на 6%, то показатель Китая увеличился в 3,4 раза. По сравнению с 1996 годом число публикаций России в области «Экономикс, эконометрика и финансы» в 2020 году возросло в 94 раза, Китая – в 288 раз, Индии и Бразилии – в 40 раз, Турции – в 34 раза, Ирана – в 161 раз.

На рисунке 3.7 изображено, как менялась доля публикаций в предметной области «Экономика, эконометрика и финансы» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг. Кривые на графике можно назвать плавными, за исключением линии России. В 2015 году ее доля была самой высокой (3,35%) и в 6,7 раза превосходила долю Китая (0,5%), в три раза – долю Ирана (1,16%) и Турции (1,12%), в два раза – США (1,69%) и Германии (1,68%), в полтора раза – Франции (2,22%) и Великобритании (2,16%). Если в дальнейшие годы показатели стран-лидеров имели небольшие отклонения и в 2020 году отражали какой-то рост по сравнению с 2015 годом, то у России доля публикаций в этой предметной области стала резко снижаться и к 2020 году уменьшилась практически

вдвое (1,89%). Отметим еще одну особенность, которая видна из графика, то, что в 2015–2020 гг. показатели США и Германии практически совпадали.

Таблица 3.11 – Количество публикаций стран-лидеров в предметной области «Экономикс, эконометрика и финансы» в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	4605	1	10379	1	11535	1	13308
Великобритания	2	1186	2	3468	2	4416	3	5799
Япония	10	158	12	763	14	904	14	1339
Германия	5	390	3	2105	3	2999	4	3878
Франция	7	306	4	1631	4	2728	8	2453
Канада	3	579	7	1428	10	1630	11	2255
Италия	8	179	9	1212	9	1904	6	2977
Россия	35	26	36	207	6	2306	9	2437
Китай	33	27	6	1515	5	2309	2	7770
Австралия	4	410	5	1547	7	2124	7	2800
Испания	9	173	8	1242	11	1500	10	2391
Индия	17	82	11	966	8	1947	5	3262
Южная Корея	23	66	15	476	15	811	13	1414
Бразилия	31	31	18	433	17	711	17	1253
Турция	32	30	21	370	25	502	21	1006
Иран	53	5	42	134	24	528	26	806

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.

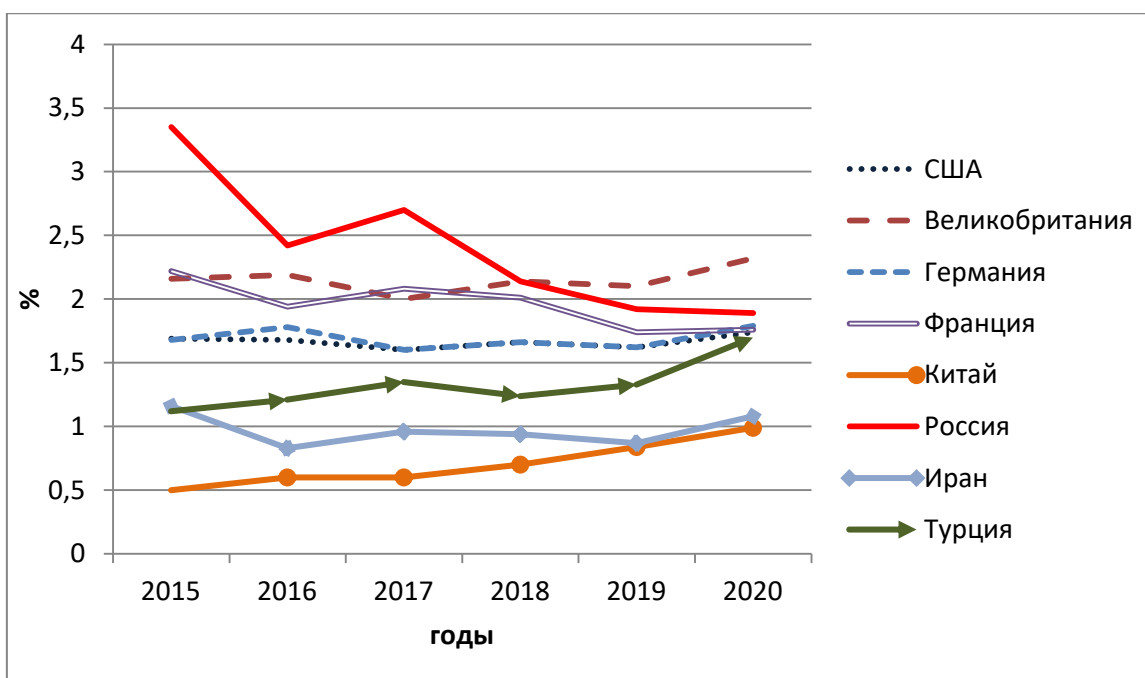


Рисунок 3.7 – Динамика доли публикаций в предметной области «Экономика, эконометрика и финансы» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг.

В предметной области «Экономика, эконометрика и финансы» 3 отраслевых направления: экономика и эконометрика; экономика, эконометрика и финансы (прочие); финансы.

К публикациям по экономике в библиографической базе Scopus относятся публикации еще одной предметной области, «Науки о принятии решений». Рассмотрим, как же менялось их количество у стран-лидеров в 1996–2020 гг. (таблица 3.12).

Данные таблицы 3.12 демонстрируют явное соперничество США и Китая за первенство. В 1996 году в этой области публикации США превосходили Китай, который находился на 14-м месте, в 29 раз (3253 и 111 единиц). Однако в 2010 году Китай опередил США почти на тысячу документов и выбился в лидеры (5846 и 6840 единиц). В 2015 году позиции этих стран поменялись, уже США обошли Китай более чем на тысячу публикаций (7721 и 6577 единиц). В 2020 году вновь произошла смена лидерства, а отрыв Китая от США составил более 7 тысяч документов (11268 и 18686 единиц). По сравнению с 1996 годом результат США увеличился в 3,5 раза, Китая – в 168 раз. В 2020 году на третье место в рейтинге поднимается Индия, занимавшая в 1996 году 9-ю позицию, ее показатель умножился в 46 раз.



Таблица 3.12 – Количество публикаций стран-лидеров в предметной области «Науки о принятии решений» в 1996–2020 гг.

Страны	1996		2010		2015		2020	
	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций	Рейтинг	Количество публикаций
США	1	3253	2	5846	1	7721	2	11268
Великобритания	2	758	3	1726	3	2464	4	4255
Япония	8	204	13	565	12	935	12	1764
Германия	4	439	4	1491	4	2266	5	3790
Франция	5	268	5	1244	5	1844	8	2700
Канада	3	482	6	1190	9	1420	10	2555
Италия	10	181	7	1002	8	1561	7	2707
Россия	17	102	32	176	17	616	6	3496
Китай	14	111	1	6840	2	6577	1	18686
Австралия	7	258	9	838	7	1614	11	2294
Испания	16	103	8	867	11	1241	13	1637
Индия	9	203	11	772	6	1822	3	9356
Южная Корея	15	111	14	499	15	723	15	1366
Бразилия	29	41	16	469	10	1244	14	1459
Турция	28	42	23	284	27	410	22	979
Иран	51	6	19	320	16	677	16	1352

Источник: Данные информационно-аналитической базы Scopus. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> дата обращения 24.08.2021 г.

Китай и Индия в 2020 году подвинули в рейтинге другие страны, свои позиции по сравнению с 1996 годом снизили Франция (с 5-го на 8-е место) и Япония (с 8-го на 12-е место). Отметим недостаточные темпы роста количества публикаций по сравнению с другими странами-лидерами у Канады. В 1996 году Канада занимала 3-е место в рейтинге (482 документа), в 2010 году – 6-е (1190 документов), в 2015 году – 9-е (1420 документов), в 2020 году – 10-е место (2555 документов).

В 1996 году у России в предметной области «Науки о принятии решений» насчитывалось 102 публикации (17-е место), в 2010 году – 176 (32-е место). Через пять лет, в 2015 году, количество российских публикаций увеличилось по сравнению с 2010 годом в 3,5 раза (616 документов), что позволило вернуть России 17-е место. В 2020 году по сравнению с 2015 годом их поток возрос в 5,7 раза (3496 единиц), а по сравнению с 1996 годом – в 34 раза. Россия поднялась на 6-ю позицию в рейтинге, от 5-й позиции, на которой разместились Германия, нашу страну отделяют чуть менее трехсот публикаций.

Турция в 1996 году находилась на 28-месте (42 документ), а Бразилия – на 29-м (41 документ), в 2020 году число публикаций Турции в этой области по сравнению с 1996 годом возросло в 23 раза (22-е место), Бразилии – в 35,6 раза (14-е место). Результат же Ирана увеличился в 225 раз, он переместился в рейтинге с 51-й на 16-ю позицию.

Рассмотрим динамику доли публикаций в предметной области «Науки о принятии решений» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг., которая представлена на рисунке 3.8.

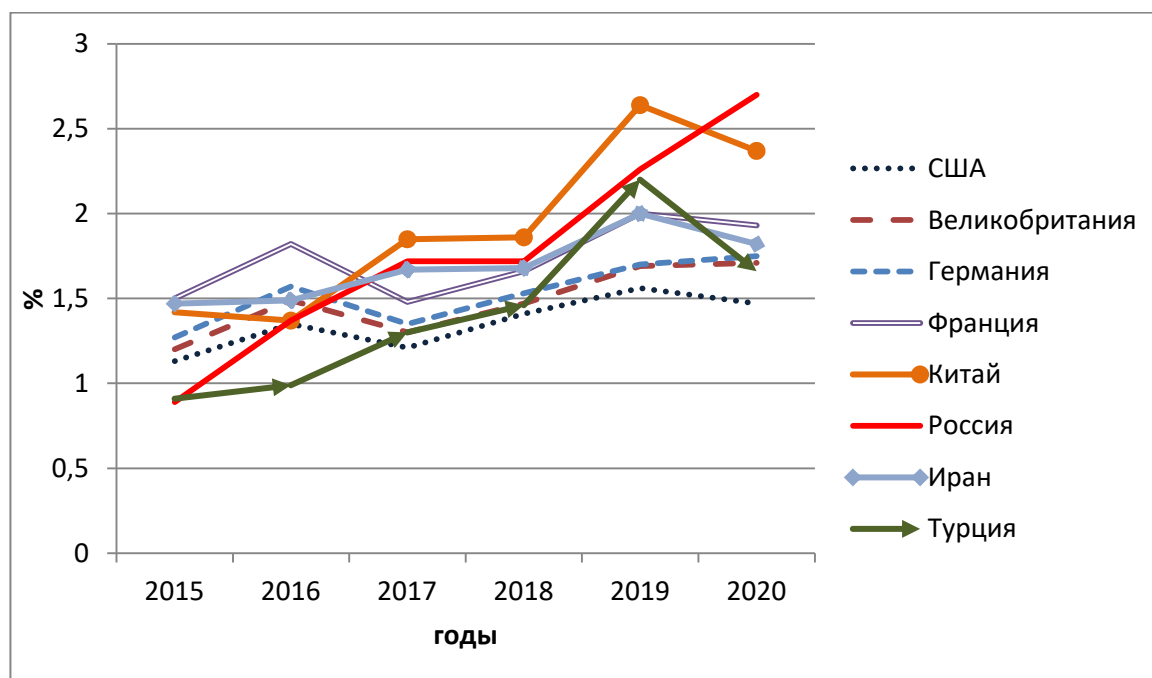


Рисунок 3.8 – Динамика доли публикаций в предметной области «Науки о принятии решений» в общем объеме публикаций стран-лидеров в 2015–2020 гг.

У всех выделенных стран в 2020 году этот показатель увеличился по сравнению с 2015 годом, более всего он вырос у России – в три раза. В 2015 году эта доля составляла 0,89% в общем объеме российских публикаций и была наименьшей среди стран-лидеров, в 2020 году она равнялась 2,7% и стала наибольшей. Доля публикаций Китая чуть ниже – 2,37%, по сравнению с 2015 годом она увеличилась в 1,7 раза. У Турции этот показатель вырос в 1,8 раза, в 2015 году он был, как и у России, меньше одного процента (0,91%). У других стран-лидеров доли публикаций в предметной области «Науки о принятии решений» в общем объеме увеличились несколько меньше. Очень близкими все годы были показатели Великобритании и Германии: в 2015 году – 1,2 и 1,27%, в 2016 году – 1,49 и 1,57%, в 2017 году – 1,3 и 1,35%, в 2018 году – 1,47 и 1,53%, в 2019 году – 1,69 и 1,7%, в 2020 году 1,71 и 1,75%, соответственно.

В предметной области «Науки о принятии решений» 4 отраслевых направления: науки о принятии решений (прочие); информационные системы и управление; науки об управлении и исследовании операций; статистика, вероятностная неопределенность.

Далее рассмотрим публикационную активность российских ученых по экономическим наукам в 1996–2019 гг. в разрезе отраслевых направлений. Более детальное рассмотрение публикационной активности в предметных областях «Искусство, гуманитарные науки», «Общественные науки» и «Психология» будет проведено в монографии авторов «Публикационная активность по гуманитарным и общественным наукам: Scopus 1996–2020 гг.», ее планируется издать в начале 2022 г.

### **3.2.2 Публикационная активность российских ученых по экономическим наукам**

Более детально рассмотрим публикационную активность российских ученых по экономическим наукам в 1996–2019 гг., воспользовавшись данными информационно-библиографической базы Scopus, дата обращения 15.11.2020 г. Заметим, что эти данные немного отличаются от данных, использованных авторами в отчете ранее, выгрузка которых была осуществлена 24.08.2021 г.

Как отмечалось, из 5 предметных областей, относящихся к публикациям по общественным наукам, в информационной базе Scopus экономике соответствуют три из них: «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет», «Экономикс, эконометрика и финансы», «Науки о принятии решений». По количеству публикаций в этих областях за последние годы наблюдается повышение рейтинга России среди других стран мира.

Рассматривая позиции Российской Федерации в области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 1996–2019 гг., отметим их нестабильность, они колебались в пределах от 13-го до 55-го места (таблица 3.13). Сначала число публикаций росло: в 1996 году их было 93 единицы, в 2000 году оно достигло 241. Затем шло значительное сокращение: в 2005 году число публикаций упало до 171, а в 2010 году насчитывалось только 71 единица. Далее вновь начинается период заметного роста количества российских публикаций: в 2015 году их число составляло 1191 единицу (17-е место в рейтинге), в 2019 году оно достигло 2769 единиц, при этом по количеству публикаций Россия поднялась на 13-е место.

В областях «Экономикс, эконометрика и финансы» и «Науки о принятии решений» наблюдалась немного иная ситуация: сокращения числа российских публикаций не происходило, шел медленный их рост до 2010 года (см. табл. 3.14, 3.15). Другие же страны в этот период постоянно наращивали количество публикаций гораздо большими темпами, в результате чего рейтинг России падал: за 2000–2010 гг. Россия опустилась с 22-го места на 33-е в публикациях по «Наукам о принятии решений» и осталась на 36-м месте по «Экономикс, эконометрика и финансы». В дальнейшем, когда увеличилось количество российских журналов, учитываемых в Scopus, Россия в 2015 году поднялась по обоим предметным областям до 18-го и 5-го места, соответственно, и до 7-го и 9-го места в 2019 году. Рассмотрим публикационную активность российских ученых в каждой из областей экономики по тематическим направлениям (см. таблицы 3.13–3.15).

Таблица 3.13 – Количество публикаций и место России в мировом рейтинге в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» по информационной базе “Scopus” в 1996–2019 гг.

Тематическое направление	Годы											
	1996		2000		2005		2010		2015		2019	
	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место
Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (всего)	93	22	241	13	171	28	71	55	1191	17	2769	13
Бухгалтерский учет	2	34	2	44	3	42	4	52	5	60	27	48
Бизнес и международный менеджмент	12	29	12	35	11	46	26	55	252	21	1042	7
Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (прочие)	76	8	104	9	132	11	17	50	477	9	393	14
Трудовые отношения	6	19	2	36	3	38	4	46	2	50	5	52
Менеджмент информационных систем	3	29	4	35	5	47	7	50	172	15	231	10
Менеджмент технологий и инноваций	4	36	113	8	12	40	10	56	427	10	1344	7
Маркетинг	2	40	5	32	6	37	4	63	28	41	113	29
Организационное поведение и менеджмент человеческих ресурсов	1	48	2	39	4	40	10	40	23	40	251	12
Стратегия и менеджмент	7	38	11	40	14	45	21	55	397	15	489	20
Менеджмент туризма, отдыха и гостиничный бизнес	1	37	2	34	0	0	0	0	27	32	135	17

Таблица 3.14 – Количество публикаций и место России в мировом рейтинге в предметной области «Экономикс, эконометрика и финансы» по информационной базе “Scopus” в 1996–2019 гг.

Тематическое направление	Годы											
	1996		2000		2005		2010		2015		2019	
	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место
Экономикс, эконометрика и финансы (всего)	22	38	43	36	155	27	206	36	2275	5	2103	9
Экономикс и эконометрика	20	37	35	35	139	24	172	32	710	12	1113	11
Экономикс, эконометрика и финансы (прочие)	2	32	4	39	5	42	31	39	1544	2	973	4
Финансы	1	47	9	31	123	10	104	19	211	16	270	16

Таблица 3.15 – Количество публикаций и место России в мировом рейтинге в предметной области «Науки о принятии решений» по информационной базе “Scopus” в 1996–2019 гг.

Тематическое направление	годы											
	1996		2000		2005		2010		2015		2019	
	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место	кол-во	место
Науки о принятии решений (всего)	101	16	95	22	135	26	176	33	520	18	2748	7
Науки о принятии решений (прочие)	0	0	6	24	3	43	41	16	70	14	458	6
Информационные системы и управление	3	38	5	36	16	42	27	45	104	33	1724	4
Менеджмент исследований операций	13	34	25	29	41	30	39	38	252	16	624	10
Статистика, неопределенность	85	9	68	14	80	16	81	21	290	8	192	17

Публикации, относящиеся к предметной отрасли «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» распределяются по 10 тематическим направлениям. Сумма публикаций по этим направлениям превышает общее их количество, так как одна статья может соответствовать различным тематическим направлениям, но не более трех. Самыми многочисленными по количеству публикаций являются менеджмент технологий и инноваций (1344 единицы) и бизнес и международный менеджмент (1042 единицы). По этим тематическим направлениям в 2019 году Россия заняла 7-е и 10-е место в мировом рейтинге, в то время как в 1996 году она была на 36-м и 29-м месте, соответственно. Свыше 200 публикаций за 2019 год учтено в тематических направлениях менеджмент информационных систем (231 единица) и организационное поведение, и менеджмент человеческих ресурсов (251 единица), по ним Россия вышла на 10-е и 12-е место. По количеству прочих публикаций в бизнесе, менеджменте и бухгалтерском учете (393 единицы) она заняла 14-е место, в публикациях по менеджменту туризма, отдыха и гостиничному бизнесу (135 единиц) – 17-е, по стратегии и менеджменту (489 единиц) – 20-е, по маркетингу (113 единиц) – 29-е место. Наибольшее отставание от других стран Россия имеет в публикациях по трудовым отношениям (5 документов) и по бухгалтерскому учету (27 документов), по ним она находится на 52-м и 48-м месте.

Отметим почти стократное увеличение в 2019 году числа публикаций в предметной области «Экономика, эконометрика и финансы» по сравнению с 1996 годом. Это позволило России подняться на девятую позицию в мировом рейтинге (табл. 3.14). Самый заметный их рост произошел в 2015 году (2275 документов), в то время как в 2010 году насчитывалось 206 единиц. На протяжении многих лет наибольшее число публикаций в этой области фиксировалось по экономике и эконометрике. В этом тематическом направлении в 2015 году по сравнению с 2010 годом количество публикаций увеличилось на 538 единиц, а в 2019 году по сравнению с 2015 годом – на 403 единицы. Заметных результатов добилась Россия в публикациях по экономике, эконометрике и финансам (прочие): в 1996 году она занимала 32-е место, а в 2019 году была на 4-м месте, при этом число статей увеличилось почти в 500 раз. Статьи, касающиеся чисто финансовой деятельности, заметно уступают по своему количеству числу статей по двум указанным направлениям, однако продвижение России с 47-го места, которое она занимала в 1996 году, на 16-е место в 2019 году – неплохой результат.

В предметной области «Науки о принятии решений» также наблюдается увеличение публикационного потока в последнее десятилетие. Если в 2010 году насчитывалось 176 документов, то в 2015 году их было в 3 раза больше, в 2019 году число

публикаций в этой области по сравнению с 2015 годом возросло в 5,3 раза. Данная предметная область объединяет четыре тематических направления, наибольший прирост происходил в публикациях по информационным системам и управлению. Их число в 2019 году по сравнению с 1996 годом увеличилось в 575 раз, в то же время общее количество публикаций в области наук о принятии решений возросло в 27 раз. Статистика и неопределенность – тематическое направление, в котором происходит снижение темпов роста публикационного потока. Это привело к тому, что Россия с занимаемого ею в 1996 году 9-го места медленно переместилась на 21-е место в 2010 году, затем в 2015 году – взлет и 8-е место в мировом рейтинге, а в 2019 году – новое падение до 17-го места.

Если разделить число публикаций какой-либо из стран-лидеров на число российских публикаций, то можно определить отставание Российской Федерации в той или иной области. Приняв количество публикаций России за единицу, получим число, показывающее, во сколько раз публикации данной страны по данному направлению превосходят российские.

Для примера рассмотрим соотношение количества публикаций России и других стран-лидеров в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 2019 году (таблица 3.16) и сравним эти данные с аналогичными данными за 1996 год (таблица 3.17).

Самое критическое положение в 2019 году сложилось с российскими публикациями по трудовым отношениям, в этом направлении свыше пятидесяти стран имели более высокие показатели. Так, число публикаций у США превосходило число публикаций России в 83,6 раза, у Великобритании – в 27,8 раза, у Германии – в 17,8 раза. В 1996 году ситуация была иной, Россию опережали восемнадцать стран, а число российских статей (6 единиц) уступало числу публикаций США в 64,3 раза, Великобритании в 21,7 раза, Германии – в 3, 5 раза. В то время как другие страны значительно увеличили объем публикаций по трудовым отношениям, число статей Российской Федерации в 2019 году снизилось по сравнению с 1996 годом на 1 единицу (см. таблицу 3.13). Российским ученым необходимо обратить внимание на это направление и увеличить в нем публикационную активность.

Еще одно тематическое направление, в котором Россия значительно отстает от других стран-лидеров, – это бухгалтерский учет. В 2019 году число публикаций по бухгалтерскому учету в США превосходило число публикаций России в 70 раз, в Великобритании – в 29 раз, в Австралии – в 21 раз, в Китае – в 18 раз. Кроме того, у трех стран – Германии, Канады и Южной Африке – показатели выше, чем у России, немногим более 10 раз. В этом направлении отметим заметный прогресс по сравнению с 1996 годом,



когда количество публикаций США было больше российских в 348 раз, а публикаций Великобритании – в 108 раз.

Таблица 3.16 – Соотношение количества публикаций России и некоторых стран в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 2019 году

Страны	Всего по области	в т.ч. по тематическим направлениям									
		Бухгалтерский учет	Бизнес и международный менеджмент	Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (прочие)	Трудовые отношения	Менеджмент информационных систем	Менеджмент технологий и инноваций	Маркетинг	поведение и менеджмент человеческих	Стратегия и менеджмент	Менеджмент туризма, отдыха и гостиничный бизнес
США	6,6	70,5	4,0	8,6	83,6	4,6	2,1	25,1	9,8	12,3	11,6
Индия	4,5	5,1	1,2	3,1	6,2	1,7	6,4	4,1	1,4	3,9	1,3
Китай	3,7	18,3	1,9	4,1	37,2	3,4	1,0	10,2	2,3	9,4	4,8
Великобритания	3,0	28,5	1,9	4,5	27,8	1,9	1,1	9,6	4,7	6,1	6,4
Австралия	1,7	20,9	1,0	2,1	21,4	1,2	0,5	5,8	2,4	3,0	5,2
Германия	1,7	11,6	1,2	3,1	17,8	1,6	0,7	4,9	2,4	3,0	1,3
Индонезия	1,3	4,9	0,9	1,2	3,8	1,2	1,4	1,5	0,6	1,7	0,7
Малайзия	1,3	8,9	0,7	1,8	13,8	1,5	1,0	1,8	0,5	1,5	1,0
Италия	1,2	8,0	0,8	2,0	9,0	1,5	0,4	2,5	1,4	2,3	2,1
Канада	1,2	10,7	0,7	1,6	15,2	0,8	0,4	3,6	1,7	2,4	2,3
Испания	1,1	6,9	0,8	1,5	15,0	0,9	0,4	3,6	1,2	2,3	3,4
Франция	1,1	7,5	0,7	1,7	16,6	0,9	0,4	3,9	1,2	2,2	0,8
Россия	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Южная Корея	0,9	5,3	0,5	0,8	12,2	0,6	0,6	4,0	0,7	1,4	1,9
Нидерланды	0,7	5,2	0,6	1,0	6,2	0,7	0,3	2,1	1,3	1,5	0,9
Бразилия	0,7	6,0	0,5	1,1	13,6	0,6	0,3	2,0	0,4	1,5	0,8
Южная Африка	0,6	11,1	0,5	0,7	3,0	0,4	0,2	1,0	0,6	0,9	2,2
Швеция	0,6	2,9	0,4	0,8	5,8	0,5	0,2	2,3	0,8	1,1	0,9
Гонконг	0,6	4,4	0,3	0,6	10,2	0,5	0,1	1,5	0,4	1,2	2,3
Тайвань	0,5	4,0	0,3	0,8	7,0	0,5	0,2	1,7	0,5	1,1	1,3
Иран	0,5	1,3	0,2	0,5	4,6	0,7	0,2	1,2	0,2	1,4	0,6
Украина	0,5	2,0	0,4	0,3	1,4	0,1	0,5	0,5	0,2	0,9	0,2
Португалия	0,4	2,5	0,3	0,5	3,8	0,4	0,2	1,6	0,4	0,9	1,3
Япония	0,4	2,6	0,2	0,6	3,6	0,3	0,2	1,3	0,3	0,9	0,5
Финляндия	0,4	2,1	0,3	0,5	3,4	0,5	0,2	2,0	0,6	0,9	0,6
Польша	0,4	1,3	0,4	0,5	4,6	0,8	0,2	1,2	0,4	0,8	0,6

Источник: Расчеты авторов по данным информационно-аналитической базы Scopus.

Таблица 3.17 – Соотношение количества публикаций России и некоторых стран в предметной области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 1996 году

Страны	Всего по области	в т.ч. по тематическим направлениям									
		Бухгалтерский учет	Бизнес и международный менеджмент	Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (прочие)	Трудовые отношения	Менеджмент информационных систем	Менеджмент технологий и инноваций	Маркетинг	Организационное поведение и менеджмент человеческих ресурсов	Стратегия и менеджмент	Менеджмент туризма, отдыха и гостиничный бизнес
США	84,4	348,5	101,7	21,6	64,3	412,0	272,5	603,5	904,0	327,7	298,0
Великобритания	26,2	108,5	31,3	10,0	21,7	64,0	101,3	128,5	369,0	123,7	164,0
Канада	7,1	24,5	11,2	1,7	5,5	21,3	35,0	50,5	111,0	33,3	51,0
Германия	7,1	9,5	22,4	3,2	3,5	7,7	16,0	30,5	30,0	14,6	2,0
Австралия	5,8	36,5	8,8	1,4	4,2	18,0	16,8	27,0	103,0	13,7	55,0
Нидерланды	3,2	11,0	4,2	1,0	3,7	9,7	13,5	11,5	44,0	14,4	10,0
Китай	3,0	0	1,7	0,3	0,2	3,7	57,3	3,0	5,0	3,7	2,0
Франция	2,7	10,5	6,1	0,7	7,5	6,7	9,3	6,5	23,0	10,6	2,0
Индия	2,7	4,0	6,8	1,7	0,8	6,7	4,5	4,5	8,0	8,7	3,0
Гонконг	2,4	11,5	3,7	0,8	1,0	10,3	7,8	20,0	26,0	10,9	7,0
Новая Зеландия	2,0	10,5	2,2	0,5	0,5	6,0	12,5	10,0	20,0	8,1	22,0
Италия	2,0	3,5	5,8	0,6	2,7	3,3	9,0	3,0	15,0	7,6	6,0
Япония	1,9	3,5	2,3	1,0	1,2	5,7	6,0	3,5	13,0	5,6	4,0
Испания	1,7	20,5	2,3	0,6	1,2	1,7	6,0	6,0	9,0	9,3	5,0
Израиль	1,6	5,5	1,8	0,4	1,5	5,7	8,5	8,0	27,0	8,9	3,0
Польша	1,4	1,0	5,0	0,7	0,5	0,7	1,0	2,0	0,0	2,4	2,0
Швеция	1,4	3,5	2,3	0,5	1,0	1,0	8,3	6,5	18,0	6,4	6,0
Сингапур	1,4	4,5	2,4	0,4	1,5	6,7	5,0	7,0	15,0	7,3	10,0
Швейцария	1,3	6,5	5,1	0,3	1,5	3,7	1,8	2,0	5,0	3,9	1,0
Южная Корея	1,0	4,5	0,7	0,2	0,7	7,0	4,0	7,0	5,0	6,0	6,0
Бельгия	1,0	6,5	2,0	0,3	2,0	1,3	3,8	5,0	14,0	3,3	0,0
Россия	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Дания	0,9	6,5	1,7	0,3	1,3	2,7	4,8	2,0	10,0	4,4	4,0
Тайвань	0,9	2,5	1,0	0,2	0,7	4,0	2,5	4,5	3,0	6,3	6,0
Финляндия	0,9	4,0	1,8	0,3	1,0	4,3	4,0	3,0	10,0	3,1	0,0
Норвегия	0,8	4,0	1,6	0,2	1,3	2,0	2,0	4,5	13,0	3,0	1,0

Источник: Расчеты авторов по данным информационно-аналитической базы Scopus.

Несколько лучшая ситуация с публикациями по маркетингу, в этом направлении число научных статей России меньше, чем США, в 25 раз и в 10 раз – чем Китая и Великобритании. По сравнению с 1996 годом выделим явное доминирование публикаций США и Великобритании над другими странами, в том числе Россией (в 600 раз).

По четырем тематическим направлениям в 2019 году значения показателей Российской Федерации в 9–12 раз уступали значениям показателей США. Это – бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (прочие); организационное поведение и менеджмент человеческих ресурсов; стратегия и менеджмент; менеджмент туризма, отдыха и гостиничного бизнеса. Другому лидеру, Китаю, Россия уступала по стратегии и менеджменту (в 9 раз). Отношение показателей остальных стран к числу российских публикаций составляло гораздо меньшие цифры, но в целом по четырем этим направлениям показатели были выше у 21 страны. Особо следует отметить чрезвычайный рост публикаций России по организационному поведению и менеджменту человеческих ресурсов. Если в 1996 году их было в 900 раз меньше, чем у США, в 370 раз – чем у Великобритании и более 100 раз – чем у Канады и Австралии, то в 2019 году показатели этих стран превышали количество российских публикаций, соответственно, в 9,8; 4,7; 1,7 и 2,4 раза.

К тематическим направлениям, которые можно назвать успешными, относятся: менеджмент информационных систем; менеджмент технологий и инноваций; бизнес и международный менеджмент. Превосходство США по отношению к России в 1996 году составляло: по бизнесу и международному менеджменту в 101,7 раза, по менеджменту информационных систем в 412 раз, по менеджменту технологий и инноваций в 272,5 раза. В 2019 году отставание сократилось, соответственно, в 4,0; 4,6; и 2,1 раза.

### **3.2.3 Представленность российских журналов по экономическим наукам в международной информационно-аналитической базе Scopus**

В отечественной печати в последнее десятилетие появился ряд статей, в которых авторы пытаются составить рейтинг российских экономических журналов. Появление этих рейтингов отразило борьбу экономических журналов за продвижение в международные информационные базы данных, в первую очередь, WoS и Scopus [11-23]. Рассмотрим экономические журналы, уже индексируемые в базе Scopus.

На протяжении долгих лет США были лидером по количеству научных публикаций в изданиях, учитываемых в международной информационно-аналитической базе Scopus, только в 2019 году это место занял Китай. Высокая доля публикаций США

связана с тем, что журналы, индексируемые в международных базах, преимущественно являются американскими. Высокий рейтинг Великобритании и Нидерландов также объясним: в этих странах базируются крупнейшие издательства (Elsevir, Springer, Wiley и др.), объединяющие многие научные журналы, которые ранее были самостоятельными.

По данным, учтенным на апрель 2020 года в базе Scopus и актуальным на дату обращения, в ней индексировалось 30891 издание, в том числе 26201 научный журнал (<https://www.scimagojr.com/journalrank.php>). Из общего количества 20% – это американские издания (24% журналов), 44% – западноевропейские (48% журналов), менее двух процентов изданий (558 единиц) принадлежали России. Из 552 российских журналов 25 находились в первом квартиле, ко второму квартилю относились 112 журналов, к третьему – 182, такое же количество журналов было четвертого квартиля. Остальные журналы пока не имели квартиля.

Рассматривая структуру российских научных журналов в Scopus по предметным областям, отметим, что наибольшее их число являются медицинскими (25%). Далее следуют журналы, которые публикуют результаты исследований в области физики и астрономии (12%), гуманитарных наук (12%), инженерии (11%), наук о Земле (10%), математики (10%). Доля журналов, публикующих статьи по экономическим наукам, составляет менее 5%.

В таблице 3.18 показано количество изданий по экономическим наукам, индексируемых в информационной базе “Scopus” в 2019 году.

По направлению «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в базе Scopus в 2019 году в качестве российских учитывались всего 6 журналов. Самым продолжительным по времени выпуска является журнал «Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности», издаваемый Ивановским государственным политехническим институтом. Это *trade journal*, т.е. специальный, профессиональный журнал, в котором публикуются статьи на актуальные темы, новости и рекламные материалы, рассчитанные на специалистов этой отрасли. Чаще всего в таких журналах отсутствуют рецензии, в базе Scopus их насчитывается менее 2%. Тематические направления журнала – бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (смешанные); промышленная и производственная инженерия; полимеры и пластики. Все эти направления входят в четвертый квартиль. Импакт-фактор журнала 0,116.

Таблица 3.18 – Количество изданий по экономическим наукам, учитываемых в информационной базе “Scopus” в 2019 году

Предметная область, тематическое направление	Количество изданий всех стран		Количество изданий России	
	всего	в т.ч. журналов	всего	в т.ч. журналов
Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (всего)	1659	1448	6	5
Бухгалтерский учет	159	151	-	-
Бизнес и международный менеджмент	434	385	2	2
Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (прочие)	355	301	5	4
Трудовые отношения	64	58	-	-
Менеджмент информационных систем	121	104	-	-
Менеджмент технологий и инноваций	294	241	2	2
Маркетинг	195	177	-	-
Организационное поведение и менеджмент человеческих ресурсов	212	199	1	1
Стратегия и менеджмент	468	325	1	1
Менеджмент туризма, отдыха и гостиничный бизнес	123	118	-	-
Экономика, эконометрика и финансы (всего)	1160	1111	17	17
Экономика и эконометрика	668	649	11	11
Экономика, эконометрика и финансы (прочие)	394	371	10	10
Финансы	282	272	4	4
Науки о принятии решений (всего)	593	424	2	2
Науки о принятии решений (прочие)	60	48	1	1
Информационные системы и управление	246	112	-	-
Менеджмент исследований операций	191	165	-	-
Статистика, неопределенность	153	145	2	2

«Форсайт» издается Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» с 2007 года, четыре раза в год. С 2014 года выходит переводная версия на английском языке, «Foresight and STI governance». Этот журнал имеет второй квартиль, его импакт-фактор 0,359. Всего в журнале девять тематических направлений. К ним относятся: бизнес и международный менеджмент; бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет (смешанная область); развитие; экономикс, эконометрика и финансы (смешанные); социальные науки (смешанные); науки о принятии решений (смешанные); менеджмент технологий и инноваций; статистику, вероятность, неопределенность; стратегию и менеджмент.

Учредителями журнала «Экономика региона» являются Институт экономики Уральского отделения РАН и Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. В журнале печатаются статьи и на русском, и на английском языках. Он начал выходить с 2006 года 4 раза в год и входит в базу Scopus под названием «Economy of Region». Импакт-фактор этого журнала 0,351, он относится ко второму квартилю. В журнале печатаются статьи по бизнесу, менеджменту и бухгалтерскому учету (смешанные); экономикс, эконометрике и финансам (смешанные); наукам по окружающей среде (смешанные); географии, планированию и развитию; социальным наукам (смешанные).

В 2010 году только три этих журнала относились к предметной отрасли «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет». С 2013 года в нее включен «Горный журнал», основанный в 1825 году как издание Горного ученого комитета. В настоящее время журнал печатается Издательским домом «Руда и металлы» на русском языке, выпускается ежемесячно. В базу Scopus он входит под названием «Eurasian Mining». В журнале содержатся статьи по бизнесу, международному менеджменту; экономике геологии; геотехническому инженерингу и инженерной геологии; промышленной и производственной инженерии; менеджменту технологий и инноваций. Журнал относится к первому квартилю, имеет импакт-фактор 1,347.

Журнал «Организационная психология» имеет пока четвертый квартиль. Это электронный журнал, он издается Высшей школой экономики с 2011 года. В нем печатаются статьи по прикладной психологии; менеджменту организации человеческих ресурсов и поведения, а также по социальной психологии.

К российским изданиям относятся также два международных журнала: «International Journal of Business Research» и «International Journal of Business and Economics». Оба журнала издавались Международной академией бизнеса и экономикс в

2013–2016 гг., они имели импакт-фактор 0,112 и 0,102. В 2019 году индексирование этих двух журналов в Scopus прекращено.

В предметной области «Экономика, эконометрика и финансы» российских журналов в несколько раз больше. До 2000 года был только один журнал, который индексировался в базе Scopus. Это издаваемый Институтом экономики РАН журнал «Вопросы экономики». В 2015 году их насчитывалось уже пять, а в 2019 году – семнадцать.

Шесть журналов относятся к институтам Российской академии наук: Институту экономики и Институту прогнозирования, Институтам мировой экономики и международных отношений, Латинской Америки и Европы. Сюда же следует отнести и журнал, издаваемый Уральским отделением РАН.

Пять принадлежат Высшей школе экономики, один из них – электронный. По одному журналу приходится на Российскую академию народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Всероссийский центр изучения общественного мнения, Новую экономическую ассоциацию и Университет «Синергия». Все эти организации находятся в Москве.

Регионы страны представлены всего тремя изданиями:

- журнал «Terra Economicus» издается Южным федеральным университетом (Ростов-на-Дону);
- журнал «Baltic Region» принадлежит Балтийскому федеральному университету (Калининград);
- журнал «Экономика региона», отражающий проблемы Урала, выпускается Уральским отделением РАН.

Наибольший импакт-фактор имеет журнал «Вопросы экономики» (Voprosy Ekonomiki) – 0,466. С 2019 года он носит название «Russian Journal of Economics». В его статьях публикуются результаты исследований по экономике и эконометрике; финансам. «Журнал новой экономической ассоциации», «Экономический журнал Высшей школы экономики» (HSE Economic Journal) имеют те же направления исследований, их импакт-факторы, соответственно, 0,311 и 0,21. Журналы «Проблемы прогнозирования» (импакт-фактор 0,312) и «Прикладная эконометрика» (0,271) входят в Scopus под названием «Studies on Russian Economic Development» и «Applied Econometrics», они имеют одно тематическое направление – экономика и эконометрика. Журналы «Мировая экономика и международные отношения» (0,312), «Современная Европа» (0,272), «Iberoamerica» (0,1) публикуют статьи, помимо экономики и эконометрики, по политическим наукам и

международным отношениям, а последний журнал – еще и по социологии. Два региональных журнала «Terra Economicus» и «Baltic Region», кроме того, включают географию, историю, урбанистику.

Почти во всех этих журналах печатаются статьи и на русском, и на английском языках. Часть журналов представляет собой переводную версию журналов, публикуемую издательским домом “Pleiades”.

В области «Науки о принятии решений» в 2019 году в Scopus учитываются всего три журнала: «Форсайт» (Foresight and STI Governance), «Mathematical Methods of Statistics» и «Теория вероятностей и ее приложения» (Theory of probability and its Applications). О «Форсайте» уже шла речь. Журнал «Mathematical Methods of Statistics» относится к четвертому квартилю, имеет тематическое направление, отражающее результаты исследований по статистике, неопределенности и вероятности, его импакт-фактор 0,333,. Этот журнал издается Математическим институтом им. В. А. Стеклова РАН. Журнал «Теория вероятностей и ее приложения» принадлежит к третьему квартилю.

Всего в 2019 году в базе Scopus учитывалось 22 российских журнала по экономическим наукам. Их распределение между тремя предметными областями отличается от распределения по этим областям всех журналов по экономике, индексируемых в Scopus. Так, в области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» в 2019 году учитывалось 48,5% экономических журналов в мире, российских журналов – 20,7%; в области «Экономика, эконометрика и финансы», соответственно, 37,2% и 72,4%; в области «Науки о принятии решений» – 14,2% и 7%.

Российские специализированные журналы по бухгалтерскому учету, трудовым отношениям, менеджменту информационных систем, маркетингу, менеджменту туризма, отдыха и гостиничного бизнеса, по информационным системам и управлению, по менеджменту исследования операций не представлены в базе данных Scopus. Отметим, что в этой базе Россия с публикациями по бухгалтерскому учету, трудовым отношениям и маркетингу находится на весьма отдаленных местах (см. табл.3.1). Для сравнения рассмотрим журналы других стран. В базе Scopus отмечено 17 французских журналов в области «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» на французском языке. В них в четырех изданиях в названиях встречается слово работа: «Travail et Emploi» («Работа и занятость»); «Travail, Genre et Societes» («Работа, пол и общество»); «Sociology du Travail» («Социология труда»); «Travail Humain» («Человеческий труд»). Еще в двух «Formation Emploi» и «Retraite et Societe» («Обучение труду» и «Пенсия и общество») трудовые отношения являются предметом исследования по направлению «Организация поведения и



менеджмент человеческих ресурсов». Схожая ситуация и в Италии – два журнала из десяти на итальянском языке имеют в названии слово «труд». В Испании – четыре журнала из девятнадцати обращаются к трудовым отношениям.

Анализ публикационной активности российских ученых в области экономики на основе международной информационной базы Scopus за период с 1996 по 2019 гг. показывает ее нестабильность. Однако в последние годы происходит заметный рост числа экономических журналов, включенных в базу Scopus. Соответственно, увеличились и публикации по экономическим наукам, в результате – повышение места России в международном рейтинге не только в этой области, но и в мировом публикационном потоке в целом.

Рост по отдельным отраслевым направлениям в области экономики различен. Если в публикациях по «Экономике, эконометрика и финансы (прочие)» и «Информационные системы и управление» Россия в 2019 году поднялась на четвертое место в рейтинге, то в публикациях по трудовым отношениям и бухгалтерскому учету она в десятки раз отстает от лидеров – США и Великобритании. В российских журналах, индексируемых в Scopus, чаще всего рассматриваются общие вопросы экономики. Очень мало специализированных журналов, в которых бы публиковались исследования по отдельным экономическим направлениям. В настоящее время, не по каждому направлению в области экономики можно найти российский журнал в базе цитирования Scopus.

В базе Scopus представлены в основном экономические издания, аффилированные с учреждениями Российской академии наук и Высшей школой экономики. Значительная часть этих журналов издается в Москве, только три из них имеют отношение к другим регионам – Уралу, Южному федеральному округу и Калининграду.

Научные журналы остаются главным источником информации для ученых и специалистов. Несмотря на значительный рост числа российских журналов, индексируемых в международной информационной базе Scopus за последние годы, их количество не превышает двух процентов. Продвижение российских журналов в наукометрические базы Scopus и Web of Science является одной из задач национального проекта «Наука», с этой целью в проекте предусмотрена организационная и финансовая поддержка [24]. В значительной степени это должно повысить публикационную активность ученых России. Результаты их научной деятельности, размещенные в рейтинговых изданиях, индексируемых международными информационными базами данных, станут известными в мире. В свою очередь, рост информированности о достижениях отечественной науки за рубежом будет способствовать налаживанию новых

взаимоотношений российских ученых с учеными других стран для решения актуальных задач на мировом уровне.

### **3.3 Петербургские академические институты гуманитарного и обществоведческого профиля – важное звено в публикационной активности российских ученых**

В настоящее время в Санкт-Петербурге расположены 12 учреждений Министерства науки и высшего образования России, проводящих научные исследования по гуманитарным и общественным наукам и относившихся до 2013 года к Российской академии наук:

- Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) Российской академии наук;
- Институт восточных рукописей Российской академии наук;
- Институт истории материальной культуры Российской академии наук;
- Санкт-Петербургский институт истории Российской академии наук;
- Институт лингвистических исследований Российской академии наук;
- Институт русской литературы (Пушкинский Дом) Российской академии наук;
- Санкт-Петербургский филиал Архива Российской Академии наук;
- Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук;
- Институт проблем региональной экономики Российской академии наук;
- Социологический институт – филиал Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук;
- Библиотека Российской Академии наук;
- Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук.

Все эти учреждения являются федеральными государственными бюджетными учреждениями науки и финансируются Минобрнауки РФ. В то же время утверждение планов и отчетов этих организаций происходит после их рассмотрения в Российской академии наук.

Восемь учреждений относятся к Отделению историко-филологических наук.

Два учреждения относятся к Отделению общественных наук

Одно учреждение находится под научно-методическим руководством Президиума РАН и одно учреждение является региональным научным центром РАН.

Три учреждения являются филиалами научных организаций, расположенных в Москве.

Всего в петербургских академических учреждениях работает более полутора тысяч человек, в том числе свыше 700 научных сотрудников.

#### Музей антропологии и этнографии имени Петра Великого (Кунсткамера) РАН (МАЭ РАН)

Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН – старейшее научное учреждение России, преемник Петербургской Кунсткамеры, основанной Петром I в 1714 году и в 1724 году вошедшей в состав Академии наук. К 1836 году из Кунсткамеры выделился ряд самостоятельных музеев, в здании продолжали оставаться Этнографический музей и Анатомический кабинет – одни из первых в мире специализированных музеев этого профиля. Путем их слияния в 1879 году образован Музей антропологии и этнографии, на базе которого в 1933 году создан Институт этнографии им. Н.Н. Миклухо-Маклая АН СССР, в 1992 году петербургская часть института была преобразована в самостоятельное учреждение – Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН. Указами Президента РФ в 1992 году МАЭ РАН отнесен к числу особо ценных объектов культурного достояния народов РФ и включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов России.

Основные направления исследований:

- этногенетические процессы и этнические культуры, комплексные исследования формирования и развития древних и современных этносов и культур, материальная и духовная культура, этносоциальная организация, современные этнические и этносоциальные процессы, историко-культурное взаимодействие народов мира;
- антропология человека, изучение эволюции человека, комплексное изучение проблем этногенеза и формирования древних и современных антропологических типов и сообществ, методика антропологических исследований древнего и современного населения мира;

- исследование процессов изменений древней материальной культуры, древних технологий и техник, изучение особенностей древнего культурного и социального поведения;
- языки в этнической культуре народов мира, проблемы теории и исторического развития языков мира, этнолингвистические исследования;
- изучение и сохранение историко-культурного наследия, истории отечественной науки, истории старейшего российского музея – Кунсткамеры, творчество М.В. Ломоносова.

В МАЭ РАН работает около 200 человек, из них более 100 научных сотрудников, в т.ч. 1 член-корреспондент РАН, 20 докторов наук, 66 кандидатов наук.

Научной деятельностью в МАЭ РАН занимаются 12 отделов, Международный центр исламских исследований, Центр арктических исследований, Музей М.В. Ломоносова, Лаборатория музейных технологий. В них исследуются этногенез, этнокультурный облик народов России и мира, современные этнические процессы. Собранные коллекции сохраняются, осуществляется их систематизация, научное описание, реставрация и консервация. Изучается эволюция человека, обществ и цивилизаций. Кроме того, исследуются языки, фольклор и литература народов мира.

МАЭ РАН является учредителем и соучредителем 6 научных журналов. Журнал «Антропологический форум» издается с 2005 г., «Manuscripta Orientalia» – с 1995 г., журналы «Этнография», «Кунсткамера», «Camera praehistorica» – с 2018 г., «Language in Africa» – с 2020 г.

По данным Российского индекса цитирования (РИНЦ), обновленным 10.08.2021, среди 219 петербургских научно-образовательных организаций, зарегистрированных в базе и имеющих не менее 50 публикаций за 5 лет, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН занимает 52-е место по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 37-е место по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus. Комплексный балл публикационной результативности (КБПР) организации за 2020 год равен 420,52 (22-е место). В таблице 3.19 представлены показатели публикационной активности МАЭ РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.19 – Показатели публикационной активности Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	464	377	480	392	394	398	456	408	404	381
Число публикаций в РИНЦ	428	351	462	363	362	368	419	387	372	345
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	65	69	59	66	70	83	85	111	128	147
Число статей в журналах	109	99	121	127	134	140	153	213	229	254
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	43	50	52	52	55	67	68	85	112	130
Число статей в журналах, входящих в RSCI	44	42	33	38	43	53	56	64	56	85
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	58	59	53	72	76	90	86	146	158	177
Число монографий	21	10	16	15	7	17	17	12	14	7
Число патентов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	2	4	14	8	6	10	11	20	19	20
Число цитирований на elibrary.ru	2125	2259	2313	2631	2733	3231	3464	3415	4091	3751
Число цитирований в РИНЦ	1880	1898	2043	2193	2351	2821	3124	3117	3764	3416
Число цитирований в ядре РИНЦ	111	90	138	157	233	554	780	824	1079	1275
Число цитирований из ядра РИНЦ	400	362	462	469	515	928	1126	1213	1558	1695
Число цитирований статей за последние 5 лет	75	72	72	123	149	494	691	730	1031	1239
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,291	0,355	0,455	0,652	1,582	0,624	0,532	1,692	0,755	0,567

Число авторов публикаций на elibrary.ru	120	105	118	113	111	111	122	120	122	106
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Продолжение таблицы 3.19

Число авторов публикаций в РИНЦ	119	105	116	104	108	107	115	117	117	102
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	48	47	42	39	44	50	58	62	65	67
Число авторов статей в журналах	66	59	71	61	68	63	77	91	97	86
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	36	39	39	34	41	44	49	46	64	61
Число авторов статей в RSCI	37	35	25	26	35	38	45	48	37	47
Число авторов статей в журналах ВАК	42	46	33	40	47	49	53	78	76	68
Число авторов монографий	23	10	18	14	8	19	25	15	30	17
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	2	3	14	8	5	13	10	10	14	17
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	74	86	125	130	130	136	144	147	152	153
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	340	465	1233	2126	2847	3142	3819	5069	6018	6761
Число просмотров публикаций за год	1909	2373	5919	9257	8829	22221	33027	27282	26527	46290
Число загрузок публикаций за год	372	404	794	1123	1084	1772	3769	4389	4585	7825

### Институт восточных рукописей РАН (ИВР РАН)

ИВР РАН был создан в 1818 году как Азиатский музей Императорской Академии наук. В 1930 году на основе Азиатского музея был организован Институт востоковедения АН СССР. В 2007 году на базе Санкт-Петербургского филиала Института востоковедения РАН образован Институт восточных рукописей.

#### Основные направления исследований

- научное описание и изучение коллекции восточных рукописей ИВР РАН;

- изучение письменных памятников Востока;
- изучение политической, этнокультурной и социально-политической истории Востока в древности, средние века и новое время;
- изучение традиционных религиозных, философских и правовых систем Востока;
- изучение рукописной и книжной культуры Востока;
- изучение литературы, эпоса и фольклора народов Востока;
- изучение теории, структуры и исторического развития восточных языков;
- изучение истории отечественного востоковедения.

Среди научных подразделений ИВР РАН 5 отделов и библиотека. В рукописном фонде насчитывается более 100 тысяч единиц хранения рукописей старопечатных книг. Ценнейшие документы по истории отечественной науки хранятся в Архиве востоковедов.

В институте работают 63 человека, в том числе 43 научных сотрудников. Большинство сотрудников ИВР РАН – доктора и кандидаты наук, 1 член-корреспондент РАН. Многие из них являются членами зарубежных академий и научных обществ.

Научные сотрудники опубликовали за 2011–2020 гг. около 50 монографий и более 900 статей. Периодические и продолжающиеся издания ИВР РАН: «Письменные памятники Востока» (с 2004 г.), «Written Monuments of the Orient» (с 2015 г.), «Тибетология в Санкт-Петербурге» (с 2014 г.), «Ислам на территории бывшей Российской империи» (с 1998 г.), «Mongolica» (с 1986 г.), «Страны и народы Востока» (с 1959 г.), «Памятники письменности Востока» (с 1959 г.), «Тюркологический сборник и Turcologica» (с 1951 г.).

По данным РИНЦ Институт восточных рукописей РАН находится на 108-м месте по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и на 116-м месте по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus. КБПР за 2020 год равен 70,12 (87-е место). В таблице 3.20 представлены показатели публикационной активности ИВР РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.20 – Показатели публикационной активности Института восточных рукописей РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	138	137	145	164	201	153	129	143	166	131
Число публикаций в РИНЦ	124	128	139	157	193	134	112	121	147	122

Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	15	18	15	20	20	15	10	14	17	22
Число статей в журналах	82	89	104	103	124	88	85	82	90	98

Продолжение таблицы 3.20

Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	9	16	9	13	12	11	6	9	13	18
Число статей в журналах, входящих в RSCI	9	8	9	10	11	11	3	7	7	13
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	21	21	20	17	26	17	14	20	22	35
Число монографий	6	7	4	7	9	8	1	4	2	2
Число патентов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	0	0	0	0	1	5	1	1	4	4
Число цитирований на elibrary.ru	1109	1254	1282	1558	1705	1162	1024	965	1134	790
Число цитирований в РИНЦ	672	791	747	849	984	874	866	787	905	612
Число цитирований в ядре РИНЦ	13	26	27	28	29	26	21	19	24	25
Число цитирований из ядра РИНЦ	101	143	112	150	184	155	131	129	142	121
Число цитирований статей за последние 5 лет	11	31	27	41	41	32	24	27	31	39
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,203	0,193	0,174	0,163	0,137	0,180	0,154	0,160	0,185	0,197
Число авторов публикаций на elibrary.ru	61	64	58	59	67	58	47	53	56	45
Число авторов публикаций в РИНЦ	58	60	57	58	63	58	41	49	48	43
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	14	17	10	18	16	11	10	12	13	10
Число авторов статей в журналах	50	50	49	53	54	47	40	35	41	37



Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	9	16	8	14	10	8	6	7	10	10
Число авторов статей в RSCI	9	8	5	9	10	10	3	7	7	6

Продолжение таблицы 3.20

Число авторов статей в журналах ВАК	19	19	11	14	20	14	10	15	13	15
Число авторов монографий	6	7	4	9	11	15	1	11	4	4
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	0	0	0	0	1	4	1	1	2	4
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	16	56	57	65	66	72	72	72	74	76
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	311	396	575	679	918	1428	1525	1670	1935	2115
Число просмотров публикаций за год	1318	2142	2490	2894	1932	14852	17099	9541	9970	16310
Число загрузок публикаций за год	86	131	272	294	360	1741	2756	2349	2223	3437

#### Институт истории материальной культуры РАН (ИИМК РАН)

Институт истории материальной культуры РАН является прямым наследником старейшего государственного археологического учреждения России – Императорской археологической комиссии, образованной в 1859 году. Осенью 1918 года на ее основе была создана Российская Государственная Археологическая комиссия, после многочисленных преобразований в 1991 году эта институция была реорганизована в Институт истории материальной культуры РАН. Основные направления исследований:

- изучение широкого спектра археологических культур каменного века Евразии;
- исследование раннеземледельческих культур и городских цивилизаций Центральной Азии, Кавказа, Среднего и Ближнего Востока, а также археологических культур степной зоны Евразии;
- изучение греко-варварских контактов в Северном Причерноморье;
- исследование взаимодействия племен и народов на территории Восточной Европы и в регионе Балтики, археология и история Древней Руси.

ИИМК РАН состоит из пяти отделов, трех лабораторий и научного архива. При институте находится одна из крупнейших в мире специализированных археологических библиотек. Общий штат института насчитывает более 140 человек, в том числе 113 научных сотрудников, среди них 20 докторов наук и 59 кандидатов наук.

ИИМК РАН выпускает два рецензируемых издания: с 1992 г. – «Археологические Вести» и с 2006 г. – «Записки ИИМК РАН». С 2010 года на базе Отдела охранной археологии института ежегодно публикуется сборник «Бюллетень Института истории материальной культуры РАН (Охранная археология)». С 2019 года издается «Первобытная археология. Журнал междисциплинарных исследований» (ПАЖМИ).

По данным РИНЦ Институт истории материальной культуры РАН среди 219 организаций Петербурга занимает 54-е место по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 62-е место по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus. Комплексный балл публикационной активности за 2020 год составляет 367,74 (27-е место). В таблице 3.21 представлены показатели публикационной активности ИИМК РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.21 – Показатели публикационной активности Института истории материальной культуры РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	295	241	298	292	259	226	401	400	465	503
Число публикаций в РИНЦ	287	229	274	282	247	215	382	372	440	410
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	40	67	41	64	56	60	75	74	82	138
Число статей в журналах	96	118	89	129	126	124	150	171	174	229
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	21	48	23	42	33	37	46	43	63	60
Число статей в журналах, входящих в RSCI	29	45	31	51	45	43	54	54	53	104
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	45	60	40	79	72	55	83	99	73	133
Число монографий	9	12	7	7	2	7	7	10	6	7
Число патентов	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Число публикаций с участием зарубежных авторов	5	14	2	13	10	15	24	25	37	38
Число цитирований на elibrary.ru	1925	2520	2610	3002	2763	2980	3448	3380	3904	3515
Число цитирований в РИНЦ	1675	2179	2319	2674	2423	2456	3077	3048	3601	3122
Число цитирований в ядре РИНЦ	205	276	299	356	397	396	536	496	680	892
Число цитирований из ядра РИНЦ	455	694	699	799	794	794	961	907	1200	1534

Продолжение таблицы 3.21

Число цитирований статей за последние 5 лет	150	208	197	262	215	181	286	277	430	658
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,410	0,662	0,454	0,527	0,396	0,867	0,494	1,202	1,042	0,741
Число авторов публикаций на elibrary.ru	114	118	129	123	132	111	130	148	156	159
Число авторов публикаций в РИНЦ	113	117	127	120	130	110	127	138	152	149
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	37	55	41	57	56	54	65	64	72	93
Число авторов статей в журналах	69	80	68	77	106	76	89	95	103	118
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	21	46	22	49	41	42	44	44	61	54
Число авторов статей в RSCI	32	42	35	46	47	39	50	51	50	79
Число авторов статей в журналах ВАК	43	51	39	62	63	41	67	70	57	89
Число авторов монографий	10	18	7	11	3	10	12	29	15	11
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	4	19	4	27	17	33	32	32	33	39

Число авторов, зарегистрированных в Science Index	10	43	71	80	85	90	98	104	112	132
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	596	762	1002	2038	2795	3116	3566	4300	4970	5603
Число просмотров публикаций за год	2318	2821	4789	12335	11063	28904	36337	24646	25727	44870
Число загрузок публикаций за год	1065	805	1008	2061	2549	3150	8239	6665	7434	13368

### Санкт-Петербургский институт истории РАН (СПБИИ РАН)

СПБИИ РАН является правопреемником Ленинградского отделения Института истории (ЛО ИИ) АН СССР, который был создан в 1936 году на базе Историко-архивного института. В 1992 году Институт истории был переименован в Институт российской истории РАН, а Ленинградское отделение – в его Санкт-Петербургский филиал, преобразованный в 2000 году в СПБИИ РАН.

Основные направления исследований:

- сохранение и изучение культурного, археологического и научного наследия: выявление, систематизация, научное описание, реставрация и консервация фондов Научно-исторического архива СПБИИ РАН, публикация источников по отечественной и всеобщей истории, разработка проблем истории исторической науки;
- изучение комплекса этнических и религиозных факторов в локальных и глобальных процессах прошлого и современности, Северо-Запад России в историко-культурном взаимодействии в Евразии;
- изучение эволюции обществ и цивилизаций: человек в истории и история повседневности. Взаимоотношения власти и общества в отечественной и всемирной истории;
- изучение экономического и социально-политического развития России и ее места в мировом историческом и культурном процессе;
- история международных отношений.

В институте работает 70 человек, почти все они являются научными сотрудниками, в том числе 1 академик, 1 член-корреспондент РАН, 22 доктора наук и 36 кандидатов наук.

В структуре СПБИИ РАН пять научных отделов, Научно-исторический архив и группа источниковедения, Лаборатория комплексного исследования рукописных памятников, Новгородская группа.

В последние годы сотрудники института, кроме статей в научных журналах, публикуют ежегодно около 15 монографий, сборников статей, научно-популярных книг, изданий документов и памятников. СПБНИИ РАН с 2014 года издается «Петербургский исторический журнал». Среди продолжающихся изданий следует отметить сборник «Вспомогательные исторические дисциплины», издание которого после перерыва было возобновлено в 1968 году, и возобновленный в 1982 году «Новгородский исторический сборник».

По данным РИНЦ Санкт-Петербургский институт истории РАН занимает 72-е место по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 67-е место по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus среди петербургских организаций. Комплексный балл публикационной активности за 2020 год равен 186,64 (48-е место). В таблице 3.22 представлены показатели публикационной активности ИИМК РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.22 – Показатели публикационной активности Санкт-Петербургского института истории РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	230	210	231	348	291	282	319	337	350	305
Число публикаций в РИНЦ	178	172	179	303	254	252	277	295	276	244
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	30	32	35	48	48	45	56	53	56	60
Число статей в журналах	87	107	97	147	162	153	158	156	157	170
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	23	19	29	32	33	30	49	48	47	47
Число статей в журналах, входящих в RSCI	25	24	29	33	34	24	45	42	47	42
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	52	60	51	98	110	92	104	110	120	133
Число монографий	12	16	10	14	10	11	14	18	11	4
Число патентов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	1	0	1	6	1	2	5	1	0	0
Число цитирований на elibrary.ru	2199	2555	2449	3147	3352	3558	4241	3595	3190	2662
Число цитирований в РИНЦ	1830	2112	1970	2585	2602	2768	3451	2899	2604	2120

Число цитирований в ядре РИНЦ	55	61	46	74	67	79	115	99	80	108
Число цитирований из ядра РИНЦ	314	351	302	452	397	598	651	532	387	470
Число цитирований статей за последние 5 лет	42	50	68	74	78	67	128	160	127	134
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,269	0,202	0,262	0,265	0,213	0,206	0,288	0,288	0,277	0,269
Число авторов публикаций на elibrary.ru	67	66	84	94	82	89	86	91	94	87
Число авторов публикаций в РИНЦ	60	59	76	87	81	84	75	85	81	73

Продолжение таблицы 3.22

Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	21	24	27	32	35	30	25	31	35	40
Число авторов статей в журналах	40	44	50	69	70	66	53	69	67	66
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	17	13	23	25	26	24	21	28	31	34
Число авторов статей в RSCI	18	20	25	24	28	19	24	30	33	35
Число авторов статей в журналах ВАК	28	32	34	53	53	51	42	61	58	62
Число авторов монографий	15	11	9	17	9	12	13	22	15	4
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	1	0	1	4	1	1	9	1	0	0
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	5	32	62	67	70	73	79	86	85	94
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	234	382	645	958	1255	1752	2676	3796	4332	4873
Число просмотров публикаций за год	1408	1989	3741	6089	5802	18026	30902	27115	26103	41661
Число загрузок публикаций за год	286	387	918	1479	1501	2517	4506	5355	5598	8828

## Институт лингвистических исследований РАН (ИЛИ РАН)

Институт лингвистических исследований РАН является старейшим в стране научно-исследовательским учреждением гуманитарного профиля. Под разными названиями и с менявшимся организационно-правовым статусом он существует с 3 ноября 1783 года. Свой современный статус и название – ИЛИ РАН – обрел в 1991 году.

Основные направления исследований:

- разработка проблем русской лексикологии и лексикографии. Научная разработка, составление и издание различных типов: современного литературного языка, исторических, диалектных;
- разработка фундаментальных проблем теории языкознания, сравнительно-исторические, ареальные, лингвогеографические и социолингвистические исследования на материале русского языка, индоевропейских, алтайских палеоазиатских и самодийских языков; собирание, публикация и изучение материалов по младописьменным и бесписьменным языкам народов Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока;
- разработка проблем теории грамматики и лингвистической типологии языков на материале языков мира;

Всего в институте – 153 человек, в том числе 1 академик, 3 члена-корреспондента, 1 профессор РАН, 23 доктора наук и 79 кандидатов наук.

Ежегодно ИЛИ РАН публикует около свыше 10 изданий: монографий, томов словарей, сборников научных статей. К периодическим изданиям относятся «Современная русская лексикология, лексикография и лингвогеография» (выходит с 2017 г.), «Славянская историческая лексикология и лексикография (с 2018 г.), «Новые слова и словари новых слов (с 2020 г.), а также журналы «Индоевропейское языкознание и классическая филология» (выходит с 1998 г.), «Acta linguistica Petropolitana. Труды Института лингвистических исследований» (издается с 2003 г. тремя частями в год), «Северорусские говоры» (выходит раз в год, с 1969 г.).

По данным РИНЦ Институт лингвистических исследований РАН занимает 69-е место по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 66-е место по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus. Комплексный балл публикационной активности за 2020 год равен 291,78 (35-е место). В таблице 3.23 даны показатели публикационной активности ИЛИ РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.23 – Показатели публикационной активности Института лингвистических исследований РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	242	227	262	288	300	291	271	292	325	367
Число публикаций в РИНЦ	199	211	234	270	280	274	257	276	297	308
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	87	94	66	87	108	90	81	85	104	104
Число статей в журналах	111	118	93	143	152	145	137	153	179	165
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	22	21	23	21	29	32	42	39	52	60

Продолжение таблицы 3.23

Число статей в журналах, входящих в RSCI	71	66	45	69	92	77	64	66	83	79
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	88	91	61	113	125	121	99	106	132	124
Число монографий	5	3	5	5	2	2	6	1	4	2
Число патентов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	7	9	6	2	3	8	3	4	11	24
Число цитирований на elibrary.ru	1309	1365	1681	1917	1949	2164	2120	2092	2271	2244
Число цитирований в РИНЦ	1040	1063	1272	1384	1473	1582	1623	1650	1737	1560
Число цитирований в ядре РИНЦ	36	42	52	101	116	88	128	138	146	178
Число цитирований из ядра РИНЦ	117	145	192	253	296	250	318	282	337	348
Число цитирований статей за последние 5 лет	29	36	59	82	90	85	109	132	142	178
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,258	0,238	0,249	0,207	0,245	0,258	0,279	0,231	0,271	0,324



Число авторов публикаций на elibrary.ru	127	108	130	141	136	131	132	151	151	136
Число авторов публикаций в РИНЦ	102	98	110	132	123	127	123	141	144	126
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	54	59	58	59	73	70	57	69	85	70
Число авторов статей в журналах	66	73	67	91	97	95	86	110	124	92
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	18	15	21	18	26	25	35	36	44	42
Число авторов статей в RSCI	42	48	45	46	70	60	49	56	69	57
Число авторов статей в журналах ВАК	51	60	54	73	88	86	71	80	101	82
Число авторов монографий	6	11	20	7	3	1	25	1	5	11

Продолжение таблицы 3.23

Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	4	4	5	3	3	8	3	5	14	19
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	4	11	76	92	111	117	123	127	138	145
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	178	238	462	841	1441	2020	2389	2879	3261	3625
Число просмотров публикаций за год	1164	1286	2475	5225	6822	18414	24991	15940	14980	26570
Число загрузок публикаций за год	328	288	667	1290	964	1636	3959	3506	3433	6195

#### Институт русской литературы (Пушкинский Дом) РАН (ИРЛИ РАН)

Пушкинский Дом был основан как центр собирания, хранения и изучения рукописей и реликвий, относящихся к жизни и творчеству А.С. Пушкина и писателей пушкинской эпохи. Датой его основания считается 15 декабря 1905 года, когда решение об этом приняла «Комиссия по постройке памятника А.С. Пушкину в Санкт-Петербурге». 28 февраля 1907 года на заседании этой комиссии было принято «Положение о Пушкинском Доме», определявшее статус и профиль учреждения и вводившее его в ведение императорской Академии наук. В 1930 году он был преобразован в Институт русской литературы Академии наук СССР. В настоящее время ИРЛИ РАН – научно-

исследовательское учреждение с музейно-архивным комплексом, крупнейший центр изучения, издания и хранения наследия русских писателей XI–XX столетий. Указом Президента Российской Федерации Пушкинский дом включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов РФ.

Основные направления исследований:

- изучение памятников древнерусской литературы, исследование летописания, хронографии, агиографии и гимнографии;
- проведение фундаментальных научных исследований в области истории русской литературы XVIII–XX вв., ее международных связей, текстологии, теории, литературного источниковедения, подготовка и издание академических собраний сочинений;
- комплексное исследование и издание памятников устного народного творчества, изучение этнокультурного облика народов;
- проведение источниковедческих и библиографических исследований, составление библиографических указателей, справочников, словарей, подготовка электронных баз данных;
- хранение, систематизация, научное описание, реставрация и публикация материалов библиотечных, архивных, музейных, фонографических и иных фондов и коллекций Института.

Численность работников института – 186 человек, в том числе 137 научных сотрудников, из них 2 академика и 3 члена-корреспондента РАН.

В структуре ИРЛИ РАН 9 отделов, в одном из них – Рукописном отделе – находится Древлехранилище. Кроме того, функционируют Центр теоретико-литературных и междисциплинарных исследований, Центр исследований детской литературы, Литературный музей, Библиотека и Фонограммархив.

Ежегодно сотрудники ИРЛИ РАН публикуют более 20 книг: монографий, томов академических изданий классиков русской литературы, указателей, литературоведческих изданий. Среди серийных изданий ИРЛИ РАН – неперiodическое специализированное издание «Временник Пушкинской комиссии» (первый выпуск вышел в 1936 г., перерывы в издании с 1941 по 1963 г. и с 1996 по 2002 г., к настоящему времени опубликовано 33 выпуска), «Ежегодник Рукописного отдела Пушкинского Дома» (выходит с 1969 г.), ежегодники «Русский фольклор» (с 1956 г.) и «Труды Отдела древнерусской литературы» (с 1934 г.), сборник историко-литературных материалов и публикаций «XVIII век» (с 1935 г.).

По данным РИНЦ, Институт русской литературы (Пушкинский дом) РАН находится на 34-м месте по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и на 32-м месте по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus. Комплексный балл публикационной активности за 2020 год равен 465,72 (19-е место). В таблице 3.24 приведены показатели публикационной активности ИРЛИ РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.24 – Показатели публикационной активности Института русской литературы (Пушкинский дом) РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	444	526	426	409	355	969	1151	1085	757	717
Число публикаций в РИНЦ	385	475	383	361	309	916	951	873	599	638
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	75	88	77	83	85	93	90	120	144	134

Продолжение таблицы 3.24

Число статей в журналах	174	179	244	235	165	252	225	252	263	265
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	63	70	65	71	76	78	83	102	130	124
Число статей в журналах, входящих в RSCI	66	79	73	71	75	82	78	109	121	116
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	84	100	104	115	94	117	95	132	153	167
Число монографий	16	12	9	14	9	16	14	7	5	5
Число патентов	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	1	1	0	1	5	3	1	0	2	5
Число цитирований на elibrary.ru	1999	2185	2366	2692	2924	3213	3060	2551	2481	2336
Число цитирований в РИНЦ	1397	1439	1641	1776	1890	2114	2031	1768	1768	1611
Число цитирований в ядре РИНЦ	28	33	33	38	55	62	45	59	86	115
Число цитирований из ядра РИНЦ	216	269	274	317	392	331	288	314	361	403
Число цитирований статей за последние 5 лет	47	54	84	112	97	152	113	147	177	192

Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,160	0,160	0,141	0,175	0,227	0,151	0,183	0,200	0,213	0,205
Число авторов публикаций на elibrary.ru	124	134	132	140	134	144	153	161	161	145
Число авторов публикаций в РИНЦ	115	125	123	125	120	133	146	140	143	136
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	50	58	55	60	59	65	55	73	86	69
Число авторов статей в журналах	90	97	102	107	89	115	101	117	119	105
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	44	50	46	52	57	58	53	64	83	66

Продолжение таблицы 3.24

Число авторов статей в RSCI	45	54	51	53	56	63	50	70	82	65
Число авторов статей в журналах ВАК	50	64	67	64	60	65	53	79	90	83
Число авторов монографий	11	15	9	19	25	13	29	15	4	6
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	1	1	0	1	17	3	1	0	2	4
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	14	35	106	120	129	138	145	151	157	161
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	488	626	1148	1806	2793	3368	4681	7292	8721	9498
Число просмотров публикаций за год	1880	2260	4340	6672	6934	21005	33254	28050	24061	48957
Число загрузок публикаций за год	176	339	531	967	992	1722	3820	4982	4628	7940

Санкт-Петербургский филиал Архива РАН  
(СПбФ АРАН)

Первый научный архив России основан в 1728 году как хранилище документов Конференции (Общего собрания) и Канцелярии Конференции Академии наук. В 1922

году получил статус самостоятельного учреждения в структуре Академии наук. В 1991 году Ленинградское отделение Архива АН СССР было преобразовано в Санкт-Петербургский филиал Архива РАН. В 1997 году в структуру петербургской части Архива включена Лаборатория консервации и реставрации документов, созданная в 1934 году.

Архив является основным центром документации Императорской–Всесоюзной–Российской Академии наук почти за три века ее истории. Архив хранит полмиллиона дел, структурированных в 750 фондов и 16 разрядов (коллекций) за XVI–XX вв. Среди них – фонды руководящих органов Академии наук (с момента ее основания до 1932 года) и вошедшей в ее состав Российской Академии (1783–1841), а также фонды всех петербургских академических учреждений за период с начала XVIII в. вплоть до 1950-х годов. Личные фонды ученых – И. Кеплера, И. Эйлера, М.В. Ломоносова, И.П. Кулибина, Н.Н. Миклухо-Маклая, А.М. Бутлерова, А.П. Карпинского, А.А. Шахматова, И.П. Павлова, А.Ф. Иоффе, А.Н. Крылова, Н.И. Вавилова и многих других.

Основные направления исследований:

- история науки и Академии наук в общем контексте отечественной истории;
- история Санкт-Петербурга как научного и культурного центра России;
- историография, теоретическое и конкретное источниковедение: архивоведение, археография, вспомогательные исторические дисциплины;
- комплектование, экспертиза ценности документов;
- создание системы научно-справочного аппарата, научное описание архивного фонда РАН в Санкт-Петербурге, а также личных фондов ученых, деятелей науки и культуры;
- обеспечение сохранности, учета и всестороннего использования материалов архивного фонда РАН в Санкт-Петербурге;
- научно-методическое руководство научно-отраслевыми архивами, контроль и координация работы архивохранилищ академических институтов Санкт-Петербурга;
- разработка проблем физической сохранности, консервации, реставрации и технического исследования памятников письменной и печатной культуры (архивных документов, рукописных и первопечатных книг, гравюр, карт, рисунков и т. п.).

В СПбФ АРАН работают 36 человек, в том числе 22 научных сотрудника.

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания  
и техники им. С.И. Вавилова РАН (СПбФ ИИЕТ РАН)

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук был основан 29 августа 1953 года как Ленинградское отделение Института (ЛО ИИЕТ АН СССР). После непродолжительного существования в качестве Ленинградских секторов ИИЕТ АН СССР (1975–1978) в 1978 году был воссоздан как Ленинградский отдел ИИЕТ. С 1991 года переименован в Санкт-Петербургский филиал ИИЕТ РАН (СПбФ ИИЕТ РАН).

Основные направления исследований:

- история Академии наук и научных учреждений;
- история естествознания (эволюционной теории, экологии, генетики и прикладной биологии);
- социальная история науки;
- история изучения Центральной Азии;
- история и методология техники и инженерии;
- источниковедение;
- история античной науки;
- науковедение и социология науки.

В настоящее время в состав филиала входят 3 сектора (истории Академии наук и научных учреждений; истории эволюционной теории и экологии; социальных и когнитивных проблем науки), Музей квартира П.К. Козлова – Группа по истории изучения Центральной Азии, Академическая кафедра истории и философии науки.

Численность работников СПбФ ИИЕТ РАН – 37 чел., из них научных сотрудников – 24 чел., в т.ч. 9 докторов наук и 14 кандидатов наук.

К периодическим изданиям СПбФ ИИЕТ РАН относятся журналы «Историко-биологические исследования» (выходит с 2009 г.) и «Социология науки и технологий» (с 2010 г.), а продолжающимися являются ежегодник «Проблемы деятельности ученого и научных коллективов» (с 1968 г.) и сборник «Наука и техника: вопросы истории и теории» (с 1966 г.)

#### Институт проблем региональной экономики (ИПРЭ РАН)

ИПРЭ РАН образован в 1974 году как Институт социально-экономических проблем АН СССР, в 1999 году переименован в Институт проблем региональной экономики РАН.

Основные направления исследований:

- стратегия развития региональных социально-экономических систем, применение новых форм и методов территориальной организации общества и хозяйства;
- социально-экономические проблемы преобразования научной и инновационной деятельности в регионе;
- социально-экономические проблемы регулирования региональной среды обитания и создание системы экологической безопасности населения;
- региональные проблемы сферы труда, социального развития и социальной защиты населения;
- теоретическая экономика;
- математическое моделирование в задачах городской и региональной экономики;
- теоретические и прикладные проблемы информационных технологий в экономических, социологических и гуманитарных исследованиях;
- теория и методы моделирования воздействия экономической деятельности на природную среду и экономика природопользования

Численность института составляет более 100 чел., в том числе 1 академик, 15 докторов наук и 24 кандидата наук.

ИПРЭ РАН является учредителем и издателем научного и общественно-политического журнала «Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития», эти функции с 2017 года до 2019 года выполнял ФБУ «Тест-С-Петербург».

По данным РИНЦ Институт проблем региональной экономики РАН находится на 88-м месте по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 128-м месте по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus, среди петербургских организаций. Комплексный балл публикационной активности за 2020 год равен 92,83 (76-е место). В таблице 3.25 приводятся показатели публикационной активности ИПРЭ РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.25 – Показатели публикационной активности Института проблем региональной экономики РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	121	111	112	163	149	155	156	205	245	237
Число публикаций в РИНЦ	84	79	72	131	117	136	144	198	231	225

Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	16	9	11	12	9	6	17	19	22	10
Число статей в журналах	75	61	51	75	74	73	70	57	76	69
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	12	7	6	8	7	5	10	15	8	6
Число статей в журналах, входящих в RSCI	6	6	6	7	5	1	7	13	7	6
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	47	46	42	57	63	60	44	42	61	57
Число монографий	3	1	4	7	3	1	1	8	3	3
Число патентов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	4	1	1	1	2	1	3	1	2	1
Число цитирований на elibrary.ru	204	272	306	542	874	914	906	890	983	949

Продолжение таблицы 3.25

Число цитирований в РИНЦ	16 4	211	225	381	637	683	715	750	804	795
Число цитирований в ядре РИНЦ	34	31	25	49	53	63	55	70	88	84
Число цитирований из ядра РИНЦ	41	47	41	80	101	89	99	102	122	111
Число цитирований статей за последние 5 лет	67	80	75	147	179	205	227	156	180	152
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,5 57	0,62 4	0,51 5	0,61 3	0,46 2	0,425	0,496	0,900	0,648	0,478
Число авторов публикаций на elibrary.ru	60	49	54	63	55	60	71	77	71	70
Число авторов публикаций в РИНЦ	58	47	53	60	54	59	69	77	68	70
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	23	12	13	16	16	9	21	22	21	9
Число авторов статей в журналах	45	41	40	45	40	47	52	51	46	42



Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	17	9	8	12	12	7	15	19	11	6
Число авторов статей в RSCI	14	8	8	11	10	1	14	16	11	5
Число авторов статей в журналах ВАК	36	34	31	39	35	40	39	42	43	40
Число авторов монографий	15	1	18	16	5	1	1	23	5	4
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	3	1	2	2	1	1	3	12	2	1
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	31	53	58	62	67	72	77	78	80	82
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	26 2	339	409	515	749	926	1042	1269	1495	1722
Число просмотров публикаций за год	18 33	1999	2649	3890	4058	1130 2	1274 1	1028 4	1113 9	1480 0
Число загрузок публикаций за год	60 9	717	1103	1310	1367	2086	4064	3252	3978	5402

Социологический институт РАН – Филиал Федерального научно-исследовательского социологического центра (СИ РАН – филиал ФНИСЦ РАН)

В 1989 году на базе социологического отдела Института социально-экономических проблем АН СССР был создан Ленинградский (Санкт-Петербургский) филиал Института социологии, в 2000 году преобразованный в Социологический институт РАН. В 2016 году он был реорганизован в форме присоединения в качестве филиала к Институту социологии РАН, переименованному в 2017 году в Федеральный научно-исследовательский центр РАН.

Основные направления исследований:

- история социологии и других социальных наук в России в сравнительной перспективе;
- исследования в области современной социологической теории;
- теоретико-методологические и инструментальные средства описания, объяснения, понимания и прогнозирования социальных процессов;
- цивилизационная динамика российского общества;
- социоурбанистика;

- формирование и изменение социальных порядков и мобильности современных обществ;
- социально-институциональная динамика властных групп, гражданского общества и общественных движений;
- социальные отношения и механизмы научной, образовательной и инновационной деятельности;
- современные тренды социоструктурных перемен в производственно-трудовой и информационно-коммуникативной сферах;
- трансформации семьи, гендерных и сексуальных отношений; проблемы здоровья и качества жизни в контексте социокультурных изменений.

В штате института числится 64 человека, в том числе 55 научных сотрудников, из них 1 член-корреспондент РАН, 10 докторов наук и 26 кандидатов наук. Научные исследования проводятся в пяти секторах и Научно-образовательном центре.

В Социологическом институте РАН существуют две признанные научно-педагогические школы: «Состояние и эволюция семьи: социолого-демографический анализ» (руководитель – чл.-корр. РАН, д.э.н., проф., засл. деятель наук РФ И.И. Елисеева); «История российской социологии: цивилизационные основания модернизации российского общества» (руководитель – д.филос.н., проф., директор СИ РАН В.В. Козловский).

Научное профессиональное ежеквартальное издание института «Журнал социологии и социальной антропологии» (ЖССА) создано в 1998 году с целью расширения коммуникационного поля российских социологов, социальных философов, политологов, культурологов и антропологов. Ежегодное периодическое издание «Петербургская социология сегодня» выходит с 2009 года, а журнал «Власть и элиты» – ежегодно с 2014 года (данный издательский проект стал логическим продолжением публиковавшихся материалов ежегодного всероссийского семинара «Социологические проблемы институтов власти в условиях российской трансформации», который проводится СИ РАН с 2001 года).

#### Библиотека Российской академии наук (БАН)

Библиотека основана в 1714 году по Указу Петра I. Является первой русской государственной библиотекой. По Петровскому регламенту 1724 года Библиотека и Кунсткамера были «соединены» с Академией наук, а по регламенту 1747 года, принятому

в царствование императрицы Елизаветы Петровны, Библиотека стала академическим учреждением. В настоящее время Библиотека РАН – всероссийское государственное хранилище универсального профиля со статусом научно-исследовательского института в области библиотековедения, библиографоведения, информатики, книговедения, научного описания рукописей, консервации и реставрации документов, безопасности библиотек и архивов.

Основные направления исследований:

- библиотековедение, библиографоведение и книговедение;
- изучение и научное описание рукописей и печатных памятников;
- совершенствование и развитие автоматизированной информационно-библиотечной системы РАН;
- консервация и реставрация документов.

Численность сотрудников БАН – около 500 человек, в том числе 50 научных сотрудников.

По данным РИНЦ среди 219 организаций Петербурга Библиотека РАН находится на 94-м месте по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 107-м месте по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus. Комплексный балл публикационной активности за 2020 год равен 60,22 (90-е место). В таблице 3.25 приводятся показатели публикационной активности БАН за последние 10 лет.

Таблица 3.26 – Показатели публикационной активности Библиотеки РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	100	114	136	196	201	216	210	197	196	149
Число публикаций в РИНЦ	90	99	129	180	182	205	194	175	176	117
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	5	7	10	18	19	17	20	21	19	18
Число статей в журналах	35	44	73	88	107	104	111	112	103	71
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	3	5	9	14	15	12	17	14	15	13
Число статей в журналах, входящих в RSCI	4	5	6	16	14	7	14	13	16	10

Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	12	13	20	25	30	27	32	27	25	30
Число монографий	1	6	2	1	1	8	2	2	1	3
Число патентов	0	0	0	0	1	4	2	0	4	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	0	0	2	2	0	3	5	3	1	3
Число цитирований на elibrary.ru	382	361	434	473	548	602	697	646	643	652
Число цитирований в РИНЦ	325	290	355	367	404	512	584	536	544	551
Число цитирований в ядре РИНЦ	58	63	83	76	87	72	93	111	110	153
Число цитирований из ядра РИНЦ	89	95	118	111	131	128	151	153	165	202
Число цитирований статей за последние 5 лет	19	18	17	28	36	36	64	93	90	110
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,168	0,249	0,242	0,237	0,187	0,263	0,262	0,315	0,217	0,283
Число авторов публикаций на elibrary.ru	47	50	57	67	69	78	74	81	76	57

Продолжение таблицы 3.26

Число авторов публикаций в РИНЦ	43	46	57	62	68	74	71	75	74	46
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	5	7	8	18	14	11	14	14	10	12
Число авторов статей в журналах	24	30	39	49	53	52	62	65	60	36
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	2	5	7	14	12	7	12	9	8	6
Число авторов статей в RSCI	4	6	5	16	13	7	13	10	9	10
Число авторов статей в журналах ВАК	10	11	14	26	22	14	25	22	18	20
Число авторов монографий	1	3	2	1	1	8	1	3	1	4

Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	0	0	1	2	0	2	2	2	1	2
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	4	34	40	53	67	76	87	94	98	101
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	146	170	231	342	477	690	1542	2145	2352	2511
Число просмотров публикаций за год	861	771	1098	1625	1557	5732	12626	8859	9454	14408
Число загрузок публикаций за год	62	191	255	402	421	726	1727	1854	2352	2978

### Санкт-Петербургский научный центр РАН (СПбНЦ РАН)

Ленинградский научный центр РАН был создан в 1983 году с целью обеспечения по согласованию с Президиумом РАН и его секциями научно-организационного руководства объединяемыми Центром научными учреждениями и организациями АН СССР, а также их сотрудничества с отраслевыми НИИ и вузами Ленинграда.

В последующие годы цели и задачи Центра менялись. В 1992 году Центр был переименован в Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук.

С 2013 года, после передачи академических институтов в ФАНО России, СПбНЦ РАН в рамках государственного задания является исполнителем НИР, тематика которого относится к исследованиям по общественным наукам.

В настоящее время предметом деятельности Центра являются:

- развитие научных исследований по междисциплинарным программам через работу таких структурных подразделений как объединенные научные советы по различным областям знания в рамках Госзадания и временными творческими коллективами по грантам, договорам, международным программам;
- организационно-методическое обеспечение деятельности организаций, подведомственных Министерству через создание и развитие инфраструктуры телекоммуникационных сетей, других систем и центров коллективного пользования;
- координация сотрудничества организаций, подведомственных Министерству с научными и образовательными организациями региона.

В Центре 3 научных подразделения: Научно-исследовательский отдел, Сектор междисциплинарных проблем транспортных систем и Сектор междисциплинарных

научных исследований. Численность работающих в 2020 году составила 95 человек, из них 30 человек – исследователи, в т.ч. 2 доктора наук и 8 кандидатов наук.

СПбНЦ РАН публикует монографии, сборники научных трудов, материалы конференций. К периодическим изданиям относится журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика», он издается с 2008 года под руководством Отделения наук о Земле РАН и выходит 4 раза в год. С 2004 по 2015 год печатались ежегодные выпуски журнала «Труды Объединенного научного совета по гуманитарным проблемам и историко-культурному наследию», который включен в базу РИНЦ.

Среди 219 научно-образовательных организаций Петербурга СПбНЦ РАН, по данным РИНЦ, занимает 177-е место в списке по общему числу публикаций за 5 лет (2016–2020 гг.) и 147-е месте по числу статей, входящих в Web of Science или Scopus.

В таблице 3.27 приводятся показатели публикационной активности СПбНЦ РАН за последние 10 лет.

Таблица 3.27 – Показатели публикационной активности Санкт-Петербургского научного центра РАН за 2011–2020 гг.

Название показателя	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число публикаций на портале elibrary.ru	8	6	4	8	30	20	39	29	28	27
Число публикаций в РИНЦ	7	5	4	6	26	18	35	27	23	26
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	2	0	1	2	3	4	9	7	11	5

Продолжение таблицы 3.27

Число статей в журналах	7	5	3	5	24	11	12	10	17	8
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	0	0	1	2	1	4	5	2	8	3
Число статей в журналах, входящих в RSCI	1	0	0	1	2	4	6	3	10	4
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	2	3	3	4	9	4	8	5	12	5
Число монографий	0	0	1	0	0	0	2	2	0	7
Число патентов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Число публикаций с участием зарубежных авторов	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Число цитирований на elibrary.ru	26	33	38	55	95	60	51	76	99	115
Число цитирований в РИНЦ	12	11	21	32	81	36	36	69	91	118
Число цитирований в ядре РИНЦ	2	4	0	2	5	1	5	19	39	51
Число цитирований из ядра РИНЦ	2	4	1	12	16	5	11	21	47	60
Число цитирований статей за последние 5 лет	2	4	3	6	11	6	9	12	20	50
Средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,078	0,248	0,446	0,440	0,321	0,635	0,989	0,570	0,867	0,699
Число авторов публикаций на elibrary.ru	6	2	6	11	27	16	23	19	19	23
Число авторов публикаций в РИНЦ	5	1	6	7	19	12	20	18	17	21
Число авторов публикаций, входящих в ядро РИНЦ	2	0	1	3	4	2	10	5	8	5
Число авторов статей в журналах	5	1	3	6	18	7	13	12	13	6
Число авторов статей в журналах Web of Science или Scopus	0	0	1	3	1	2	7	2	7	3
Число авторов статей в RSCI	1	0	0	1	3	2	7	3	6	4

Продолжение таблицы 3.27

Число авторов статей в журналах ВАК	2	1	3	4	11	2	9	7	8	4
Число авторов монографий	0	0	3	0	0	0	2	4	0	10
Число авторов публикаций с участием зарубежных организаций	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Число авторов, зарегистрированных в Science Index	0	3	5	6	7	8	9	9	10	11
Число публикаций, загруженных в РИНЦ	13	25	28	49	63	97	121	154	189	217

Число просмотров публикаций за год	80	80	100	177	252	1187	1722	1538	1672	2061
Число загрузок публикаций за год	11	3	20	158	109	210	427	371	455	636

Комплексный балл публикационной активности Центра по всем направлениям исследований за 2020 год равен 34,16 (114-е место), в том числе общественные науки – 25,57, гуманитарные науки – 6,67 (таблица 3.28).

Таблица 3.28 – Комплексный балл публикационной активности Санкт-Петербургского научного центра Рпо направлениям исследований за 2020 год.

Направление науки	КБПР
Математика	0
Компьютерные и информационные науки	0
Физические науки	0,04
Химические науки	1
Науки о Земле	0,38
Биологические науки	1,5
Технические науки	0
Медицинские науки	0
Сельскохозяйственные науки	0
Общественные науки	25,57
Гуманитарные науки	5,67
Все направления	34,16



## Заключение

В 2020 году Президент Российской Федерации Владимир Путин подписал новый указ о национальных целях развития страны, в который внес корректировку сроков реализации национальных проектов – до 2030 года. При этом изменились некоторые целевые показатели, один из которых – обеспечение присутствия Российской Федерации в числе не пяти, а десяти ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок [4].

В мире наиболее известны две информационно-аналитические и поисковые базы: Web of Science (WoS) и Scopus. Именно на основе наукометрических показателей этих баз проводится оценка эффективности деятельности научных организаций и рассчитывается их комплексный балл публикационной результативности.

В 2020 году авторы занимались исследованием публикационной активности ведущих стран мира на основе данных информационно-аналитической базы Scopus в области физики, математики и биологии, результаты которого были опубликованы в монографии [5].

Задачей исследования, проведенного в 2021 году, было изучение динамики публикационной активности стран-лидеров в области гуманитарных и общественных наук за достаточно длительный период, с 1996 по 2020 гг., определение места публикаций России в мировом рейтинге в этих областях, а также свидетельство важности петербургских академических институтов гуманитарного и обществоведческого профиля в достижениях публикационной результативности России.

Показатели публикационной активности в большой степени зависят от численности населения, от количества людей, занятых исследованиями и разработками, от доли валового внутреннего продукта, которая идет на развитие науки и образования. Не меньшее значение имеет научная традиция. Большую роль играет наличие национальных журналов, индексируемых в мировых информационно-аналитических базах.

Важнейший фактор развития науки – финансирование научной деятельности и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Оно отражается в статистическом показателе «Внутренние затраты на научные исследования и разработки», характеризует как текущие, так и капитальные затраты на их выполнение.

Россия занимает девятое место в рейтинге ведущих стран мира по величине внутренних затрат на исследования и разработки, в 2019 году страна потратила на эти цели 44153,7 млн долл. Ей принадлежит пятое место по величине бюджетных

ассигнований на гражданскую науку, которые были выделены из средств федерального бюджета, и шестое – по численности исследователей. В расчете на 1 исследователя затраты на науку в нашей стране примерно вдвое ниже, чем в Великобритании, в 2,5 раза – чем в Китае, в 3,4 раза – чем в Германии, и в 4 раза – чем в США. По-прежнему сохраняется тенденция снижения численности научных кадров. В сфере исследований и разработок в 2019 г. были заняты 682,5 тыс. чел. Это на 7,3% меньше, чем в 2010 г., а в эквиваленте полной занятости – на 10,3%.

В поисковой библиографической базе Scopus публикациям по гуманитарным наукам соответствует предметная область «Искусство, гуманитарные науки», а публикации по общественным наукам отражаются в пяти предметных областях: «Общественные науки», «Психология», «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет», «Экономика, эконометрика и финансы» и «Науки о принятии решений».

Традиционными лидерами в предметной области «Искусство, гуманитарные науки» в 1996–2020 гг. остаются США и Великобритания, Германия также сохраняет четвертую позицию в рейтинге. Необходимо выделить огромный рост российских публикаций в этой области, по сравнению с 1996 годом их количество в 2020 году увеличилось в 56 раз, что позволило России подняться с двадцать второго на пятое место.

В предметной области «Общественные науки» в период с 1996 по 2020 год наибольшее число публикаций также значилось у США и Великобритании. Следует отметить рост публикационной активности российских ученых в этой предметной области. Так, в 1996 году Россия находилась на 23-м месте в рейтинге (213 документов), в 2020 году она занимала 10-ю позицию (10414 документов), при этом количество российских публикаций по сравнению с 1996 годом увеличилось почти в 50 раз.

Еще одна предметная область, в которой постоянными лидерами в 1996–2020 гг. являются США и Великобритания, это «Психология». Самую низкую долю публикаций по психологии в 2015–2020 гг. имел Китай (от 0,39 до 0,75%), за ним следует Россия (от 0,47 до 0,94%) и Иран (от 0,67 до 1,25%). Однако у названных стран этот показатель в 2020 году увеличился в два раза по сравнению с 2015 годом.

Анализ публикационной активности российских ученых в области экономики на основе международной информационной базы Scopus за период с 1996 по 2019 гг. показывает ее нестабильность. Однако в последние годы происходит заметный рост числа экономических журналов, включенных в базу. Соответственно, происходит увеличение

количества публикации по экономическим наукам, в результате – повышение места России в международном рейтинге.

В российских журналах по экономике, индексируемых в Scopus, чаще всего рассматриваются общие вопросы. Очень мало специализированных журналов, в которых бы публиковались исследования по отдельным экономическим направлениям.

Научные журналы остаются главным источником информации для ученых и специалистов. Несмотря на значительный рост числа российских журналов, индексируемых в международной информационной базе Scopus за последние годы, их количество не превышает двух процентов. Продвижение российских журналов в наукометрические базы Scopus и Web of Science является одной из задач национального проекта «Наука», с этой целью в проекте предусмотрена организационная и финансовая поддержка [24]. В значительной степени это должно повысить публикационную активность ученых России. Результаты их научной деятельности, размещенные в рейтинговых изданиях, индексируемых международными информационными базами данных, станут известными в мире. В свою очередь, рост информированности о достижениях отечественной науки за рубежом будет способствовать налаживанию новых взаимоотношений российских ученых с учеными других стран для решения актуальных задач на мировом уровне.

В 2021 году апробация проведенных исследований в области гуманитарных и общественных наук проходила в рамках выступлений на научных мероприятиях и участия в них:

- выступление на XVIII Международной конференции «Эволюция международной торговой системы: проблемы и перспективы», посвященной 120-летию со дня рождения профессора С.И. Тюльпанова, в рамках V международного экономического симпозиума - 2021 (14-17 апреля, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет);
- выступление на Круглом столе, посвященном памяти выдающегося историка науки Э.И. Колчинского (16 сентября 2021 г., СПбФ ИИЕТ РАН);

- участие в XX ежегодной Международной конференции из цикла «Леонтьевские чтения» «Региональная экономика и региональная политика» (10-11 сентября 2021 г., МЦСЭИ «Леонтьевский центр, НИУ ВШЭ–Санкт-Петербург);
- участие в научных чтениях «Традиции и новые подходы в изучении истории Академии наук (к 100-летию со дня рождения историка науки Ю.Х. Копелевич) (23 ноября 2021 г., Санкт-Петербург, СПбФ ИИЕТ РАН);

Организованы и проведены:

- Круглый стол, посвященного памяти Э.И. Колчинского (16 сентября 2021 г., СПбФ ИИЕТ РАН, СПбНЦ РАН);
- XLII Международная научная годовичная конференция СПбО Российского национального комитета по истории и философии науки и техники «Наука и техника в годы бурь и потрясений (к юбилею А.П.Карпинского и Л.С.Берга)» (25-29 октября 2021 г., СПбФ ИИЕТ РАН, СПбНЦ РАН и др.)
- XXXVI сессия Международной школы социологии науки и техники им. С.А. Кугеля «Социальные исследования науки: история и современность (к 90-летию участия советской делегации во II-м Международном конгрессе по истории науки и техники в Лондоне)» (2-3 декабря 2021 г., СПбФ ИИЕТ РАН, СПбНЦ РАН и др.).

Результаты проведенных исследований отражены в публикациях:

1. Иванова Е.А., Николаева Л.Г. Показатели публикационной активности России по экономическим наукам в информационной базе Scopus» // *Финансы и бизнес*. Т. 17. 2021. № 2. С. 112-125. – *журнал ВАК*;
2. Иванова Е.А. Иван Тимофеевич Посошков и его «Книга о скудости и богатстве» // *Основанная Петром Великим: Академия наук в XVIII – первой половине XIX вв. К 100-летию со дня рождения Ю.Х. Копелевич: Коллективная монография / Отв. ред. А.Ю. Скрудлов и Г.И. Смагина. СПб.: Росток, 2021. С. 380-397. – РИНЦ*
3. Иванова Е.А., Николаева Л.Г. Петербургские академические организации гуманитарного профиля – важное звено в публикационной активности российских ученых // *Проблемы деятельности ученого и научных коллективов: Международный ежегодник*. Вып. 7(37). СПб: ИИЕТ РАН, 2021. С. 119-143. – *РИНЦ*

## Список использованных источников

1. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 г. № 127-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_11507/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/) (дата обращения 20.10.2021).
2. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Определение основных причин, сдерживающих научное развитие в Российской Федерации: оценка научной инфраструктуры, достаточность мотивационных мер, обеспечение привлекательности работы ведущих ученых», 2020. URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/Work\\_materials\\_disscusion/sp.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/Work_materials_disscusion/sp.pdf) (дата обращения: 20.10.2021).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. № 377 «Об утверждении Государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"». URL: <http://static.government.ru/media/files/AAVpU2sDAvMQkIHV20ZJZc3MDqcTht8x.pdf> (дата обращения: 20.10.2021).
4. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/> (дата обращения: 20.10.2021).
5. *Иванова Е.А.* Публикационная активность ученых: Scopus 1996–2019 гг. / Е.А. Иванова, Л.Г. Николаева, А.А. Воронова. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020.
6. Система базы данных SCImago Journal & Country Rank. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.scimagojr.com/countryrank.php> (дата обращения: 24.08.2021).
7. Индикаторы науки: 2021: статистический сборник / Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский, Е.И. Евневич и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2021.
8. *Гринёв А.В.* Использование наукометрических показателей при оценке публикационной активности в современной России // Вестник РАН. 2019. Т. 89. № 10. С. 993-1002.
9. *Миндели Л.Э.* Реформирование российской науки: анализ и проблемы / Л.Э. Миндели, А.В. Мартыненко, А.А. Гудкова, В.А. Диссон. М.: ЦИСН, 2001.
10. Наука. Технологии. Инновации: 2021: краткий статистический сборник / Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский, Е.И. Евневич и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2021.
11. *Дежина И.Г.* Есть ли в России ведущие экономисты и кто они? / Дежина И.Г., Дашкеев В.В. М.: ИЭПП, 2008.
12. *Муравьев А.А.* К вопросу о классификации российских журналов по экономике и смежным дисциплинам. Научные доклады, № 14(R)-2012. СПб: ВШМ СПбГУ, 2012.
13. *Муравьев А.А.* О научной значимости российских журналов по экономике и смежным дисциплинам // Вопросы экономики. 2013, № 4. С. 130-151.

14. *Кириллова О.В.* Индекс цитирования Scopus: критерии отбора журналов и перспективы включения российской экономической периодики / О.В. Кириллова, А.В. Диментов // Вестник Финансового университета. 2013, № 4. С. 90-107.
15. Проект НИУ ВШЭ по экспертному ранжированию российских научных журналов. М.: Управление академической экспертизы НИУ ВШЭ, 2015.
16. *Балацкий Е.В.* Опыт составления рейтинга российских экономических журналов // Вопросы экономики. 2015, № 8. С. 99-115.
17. *Балацкий Е.В.* Консенсусный рейтинг российских экономических журналов: идеология и опыт составления / Е.В. Балацкий, Н.А. Екимова // Институциональный анализ науки. 2018. Т. 10. № 1. С. 93-106.
18. *Рубинштейн А.Я.* Ранжирование российских экономических журналов: научный метод или «игра в Цыфирь»? // Журнал новой экономической ассоциации. 2016, № 2(30). С. 162-175.
19. *Рубинштейн А.Я.* Российские экономические журналы: табель о рангах // Экономическая наука современной России. 2018, № 1(80). С. 108-130.
20. *Субочев А.Н.* Насколько различны существующие рейтинги российских научных журналов по экономике и менеджменту и как их объединить // Журнал новой экономической ассоциации. 2016, № 2(30). С. 181-192.
21. *Алескеров Ф.Т.* Значимость основных российских и международных экономических журналов: сетевой анализ / Ф.Т. Алескеров, Д.Н. Бадгаева, В.В. Писляков, И.А. Стерлигов, С.В. Швыдун // Журнал новой экономической ассоциации. 2016, № 2(30). С. 193-205.
22. *Куклин А.А.* Активная политика – залог успеха международного экономического журнала / А.А. Куклин, Е.А. Балякина // Экономическая политика. 2017. Т. 12. № 6. С. 160-177.
23. *Третьякова О.В.* Импакт-рейтинг экономических журналов академического сектора: критерии и методика построения // Экономические и социальные перемены: факторы, тенденции, прогноз. 2018. Т. 11. № 3. С. 179-193.
24. Паспорт национального проекта «Наука». Утв. Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16. URL: [https://aviatr.ru/files/nationalproject/Nauka\\_project.pdf](https://aviatr.ru/files/nationalproject/Nauka_project.pdf) (дата обращения: 20.10.2021)

#### **4 Исследования по плану работы ОНС по проблемам информатики, управления и телекоммуникаций**

Исследование по плану работы ОНС по проблемам информатики, управления и телекоммуникаций в 2021 году включают:

- формирование научно-образовательной телекоммуникационной сети в Санкт-Петербурге на базе интеграции академической сети РОКСОН с сетью НИКС как основы инновационного развития научного потенциала региона;

- анализ образовательного потенциала ВУЗов Санкт-Петербурга по проблемам информатики, управления и телекоммуникаций;

- анализ публикационной активности российских учёных по защите информационных систем;

- анализ опыта и определение перспектив применения отечественных космических систем радиолокационного и радиоэлектронного мониторинга морской поверхности для контроля судоходства и других видов морской деятельности по маршруту Северного морского пути и в акватории Балтийского моря.

##### **4.1 Формирование научно-образовательной телекоммуникационной сети в Санкт-Петербурге на базе интеграции академической сети РОКСОН с сетью НИКС как основы инновационного развития научного потенциала региона**

Накопленный многолетний мировой опыт создания и развития глобальных телекоммуникационных сетей подчеркивает значимую роль в этих процессах отраслевых сетей сферы науки и образования. В большинстве стран мира в разные периоды времени были созданы и поступательно совершенствуются специализированные отраслевые сети, за которыми закреплено общепринятое наименование – *национальная научно-образовательная сеть* (National Research and Education Network, NREN).

Национальная научно-образовательная сеть – информационно-телекоммуникационная сеть, обладающая повышенными характеристиками в сравнении с функционирующими сетями общего пользования, высокопроизводительная инфраструктура масштаба страны, которая эксплуатируется в интересах науки и образования, обеспечивает сетевую связность пользователей, межсетевое взаимодействие с зарубежными NREN и консорциумами с повышенными требованиями к качеству сервиса, доступ пользователей в глобальное ИКТ-пространство, является ядром развития и провайдером базовых сетевых сервисов, сервисов коллективного пользования и специализированных научно-образовательных сервисов.

К основным задачам, решаемым NREN, принято относить также взаимодействие с региональными научно-образовательными сетями страны, организацию связности с публичными

сетями и Интернетом, квалифицированную поддержку пользователей, управление операционными аспектами сервисов и финансами, публичность и продвижение.

Сегодня NREN функционируют (находясь на разных ступенях развития) в качестве неотъемлемых частей национальных информационно-телекоммуникационных инфраструктур (ИТКИ) более чем в 140 странах, обычно координируются государственными органами управления наукой и образованием, представляют страну в международных проектах, при реализации которых используются современные средства телекоммуникаций, сетевые технологии, а также специализированные сервисы.

В связи с обсуждаемой проблематикой достаточно упомянуть широко известные в профессиональном сообществе отраслевые сети США (Internet2, <https://internet2.edu>, и ESnet, <https://es.net>), Германии (DFN, <https://dfn.de>), Франции (RENATER, <https://www.renater.fr>), Нидерландов (SURFnet, <https://surf.nl>), Италии (GARR, <https://garr.it>) и др.

Примером реализуемых глобальных международных ИКТ-проектов является инициатива Еврокомиссии – EOSC (European Open Science Cloud, <https://eosc-portal.eu>), составными компонентами которой являются общеевропейская инфраструктура высоко-производительных вычислений (PRACE, <https://prace-ri.eu>), инфраструктура национальных научно-образовательных сетей (GÉANT, <https://geant.org>) и широкий спектр сервисов, реализуемых в рамках отдельных проектов (EGI, EUDAT и др.).

В качестве другого примера масштабного технологического проекта можно указать на межконтинентальный транснациональный проект GNA (Global Network Architecture, <https://gna-re.net>), целью которого является развертывание надежной, устойчивой, высокопроизводительной ИТКИ нового поколения для нужд интернационального сообщества науки и образования.

Среди крупных научно-исследовательских проектов, интенсивно использующих средства ИКТ и реализуемых при участии ученых и исследователей из многих стран мира, включая и РФ, можно упомянуть проекты в области физики высоких энергий и физики частиц на БАК в ЦЕРН, ITER, XFEL, ESRF, DESY, FAIR, Belle II, в области астрофизики и спутниковых наблюдений – EUMETSAT, SKA, NOvA, XENON, LIGO и др.

В иерархии телекоммуникационных сетей науки и образования NREN взаимодействует с аналогичными по функциям зарубежными сетями и наднациональными сетевыми консорциумами, управляет научно-образовательной сетью национального масштаба, осуществляет верхнеуровневое присоединение региональных научно-образовательных сетей страны, предоставляет услуги локальным сетям пользователей.

Задачи повышения эффективности реализации международных проектов и взаимной кооперации успешно решают наднациональные объединения – консорциумы научно-



образовательных сетей GÉANT (Европа), NORDUnet (Скандинавские страны), Asia@Connect и APAN (Азиатско-Тихоокеанский регион), RedClara (Латинская Америка), AfricaConnect (Африка).

GÉANT представляет собой ассоциацию научно-образовательных сетей европейских стран и координирующий партнер для одноименной общеевропейской научно-образовательной сети, имеющей пропускную способность магистральной инфраструктуры 100 Гбит/с, объединяющей более 50 млн. пользователей из 10 тыс. организаций. Согласно Уставу, членами ассоциации могут быть только NREN (юридические лица, в уставные цели которых не входит производственная или коммерческая деятельность) или их ассоциации. Подключение к сети GÉANT без членства в ассоциации возможно лишь значимых для международного научного сотрудничества сетей и организаций, нацеленных на поддержку финансируемых государством исследований и образования.

В исследовании рассматриваются существенные основания и предпосылки для создания Национальной исследовательской компьютерной сети нового поколения (НИКС) в качестве NREN России, представляется ход реализации мероприятий по созданию НИКС, фиксируется ее текущее состояние, приводятся и обсуждаются вопросы обеспечения функционирования и планы ускоренного развития проекта на 2021–2024 гг.

#### **4.1.1 Исторические аспекты и актуальный статус научно-образовательных сетей НИКС и РОКСОН**

По состоянию на 2021 г. в Санкт-Петербурге функционируют две научно-образовательные телекоммуникационные сети, операторами которых являются организации, подведомственные Минобрнауки России:

- Национальная исследовательская компьютерная сеть нового поколения (НИКС);
- Региональная объединенная компьютерная сеть образования науки и культуры Санкт-Петербурга (РОКСОН).

Сеть НИКС, имеющая федеральный уровень, была создана по заданию Минобрнауки России в 2019 г. в результате объединения федеральной университетской компьютерной сети RUNNet (Russian UNiversity Network) и сети организаций Российской академии наук (РАН) RASNet (Russian Academy of Science Network), эксплуатировавшихся с 1994 г.

Оператором сети НИКС является МСЦ РАН – филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН), оператор сети РОКСОН с 1994 г. – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук» (СПБНЦ РАН).

Пользователями сети НИКС в Санкт-Петербурге являются 29 научных и образовательных

организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России, в том числе – 10 организаций первой категории, присвоенной по итогам оценки и мониторинга результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения (проведенной на основании Постановления Правительства РФ от 8 апреля 2009 г. №312).

В число пользователей сети РОКСОН входят 30 организаций РАН (из них 7 являются филиалами), среди которых 10 организаций относятся к первой категории (полный список подключенных к сети организаций по состоянию на 2021 г. приведен в Приложении Е).

Сети НИКС и РОКСОН строились в Санкт-Петербурге по схожим организационным и технологическим принципам в рамках распределенных инфраструктур, сформированных из собственных волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), проложенных в городской телефонной канализации, арендованных оптических волокон и каналов связи, соединяющих опорные телекоммуникационные узлы инфраструктуры и узлы доступа, к оборудованию которых осуществляется непосредственное подключение пользователей.

В силу исторически сложившихся особенностей сеть РОКСОН в большей степени была ориентирована на обслуживание научных организаций РАН в Санкт-Петербурге, а сеть НИКС (в исходном виде – сеть RUNNet) обслуживает главным образом государственные организации высшего образования

Развитие и поддержка сети РОКСОН первоначально осуществлялись на разных этапах реализации программ Совета РАН «Высокопроизводительные вычислительные системы, научные телекоммуникации и информационная инфраструктура», «Научные телекоммуникации и информационная инфраструктура». С 2014 г. финансирование эксплуатации и развития РОКСОН происходило в рамках второй части государственного задания (ГЗ) СПбНЦ РАН.

Схемы организации сети РОКСОН и опорных узлов сети на конец 2021 года представлены на рисунках 4.1 и 4.2.

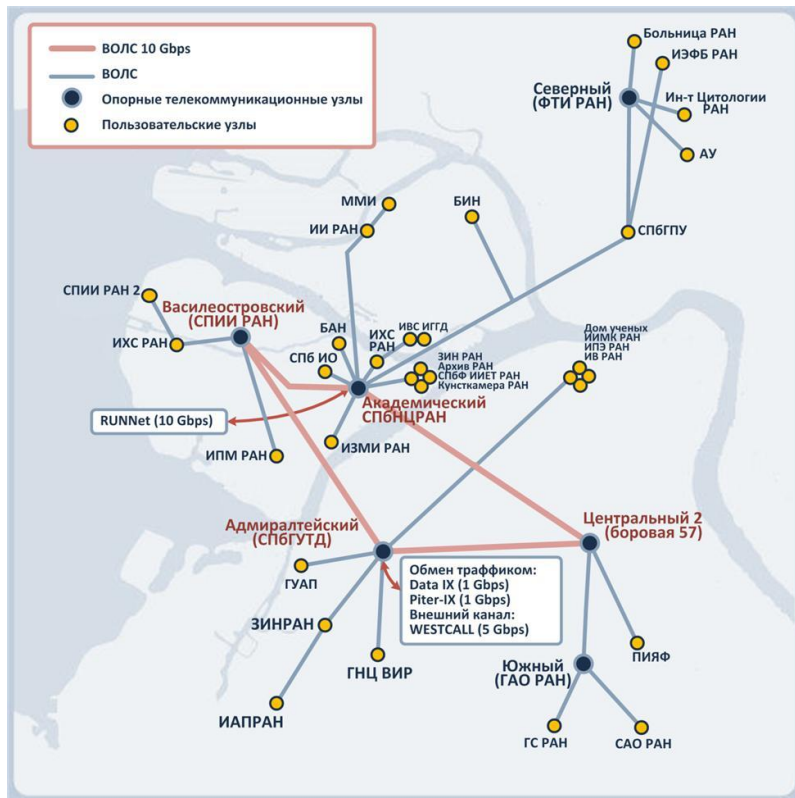


Рисунок 4.1 – Схема организации сети РОКСОН

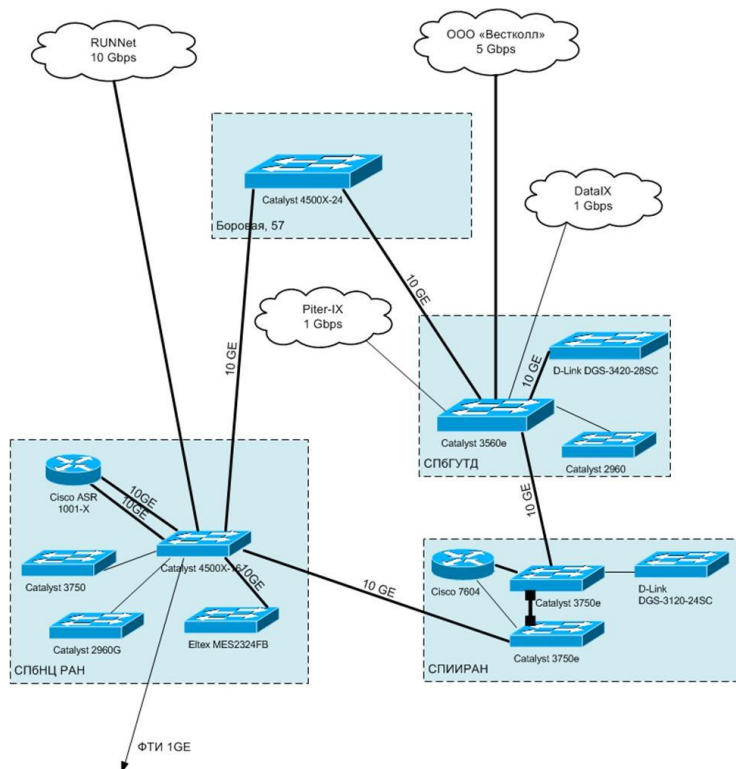


Рисунок 4.2 – Схема опорных узлов сети РОКСОН

Топология магистральных компонентов сетей НИКС и РОКСОН в Санкт-Петербурге показана на рисунке 4.3. Внутригородскую инфраструктуру сетей формируют опорные узлы и

узлы доступа (сеть НИКС – 3 опорных узла, 34 узла доступа, сеть РОКСОН – 5 опорных узлов, 22 узла доступа).

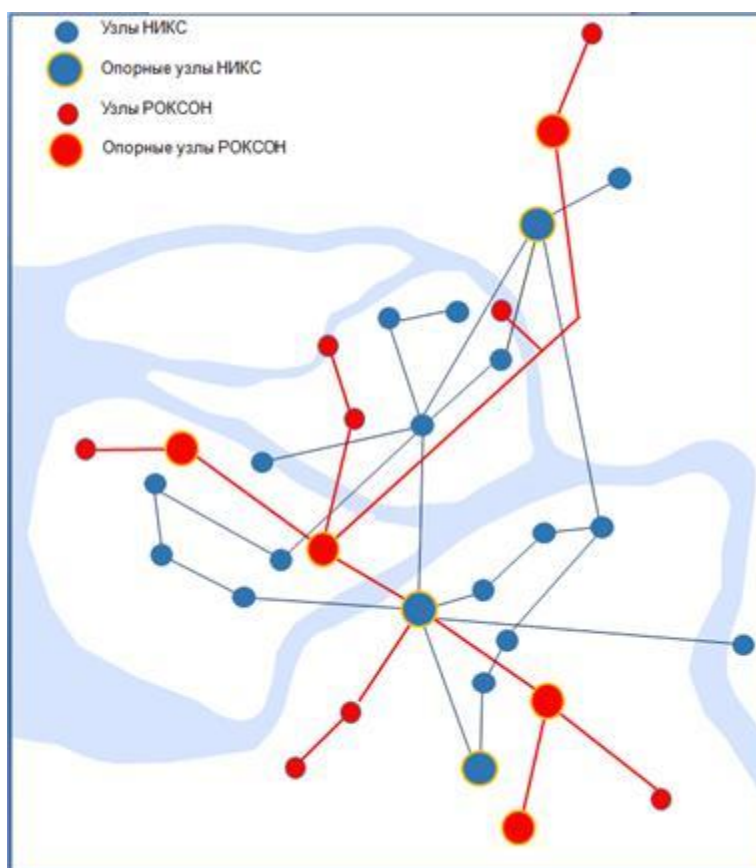


Рисунок 4.3 – Топология магистральных компонентов сетей НИКС и РОКСОН

### 1.1.2 Предложения по интеграции сети РОКСОН в НИКС

В рамках интеграционных мероприятий сети РОКСОН в НИКС было принято решение принять на баланс ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН и взять в эксплуатацию линейно-кабельные сооружения и ВОЛС, а также оборудование узлов связи, находящиеся в настоящий момент в составе РОКСОН.

Эксплуатируемое оборудование узлов связи сети РОКСОН является современным, отвечающим актуальным технологическим требованиям к ИКТ-инфраструктуре, полностью совместимо с системами мониторинга и управления оборудованием НИКС. Последняя модернизация ключевого оборудования узлов связи РОКСОН произведена в 2019 г. Телекоммуникационное оборудование имеет достаточный резерв полезной нагрузки и пригодно к длительному сроку эксплуатации без необходимости проведения его модернизации или замены.

Интеграция существующих линий связи РОКСОН с учетом географического расположения узлов эффективно решает проблемы территориального развития сети НИКС на территории Санкт-Петербурга и снижает необходимость задействования коммерческих операторов для организации внутригородских магистральных каналов связи и «последних миль» для подключения

пользователей. При этом необходимо учитывать, что последующая эксплуатация объединенной кабельной сети сформирует отказоустойчивую топологию за счет дублирующих кабельных маршрутов, разнесенных на физическом уровне на критичных направлениях межузловых соединений.

В 2020 г. между МСЦ РАН было подписано Соглашение о намерениях по интеграции сетей НИКС и РОКСОН, подтверждающее единую позицию сторон о необходимости проведения интеграционного процесса (см. Приложение Е).

#### **4.1.3 Технологические и социальные эффекты от интеграции сети РОКСОН в НИКС**

В отношении основных технологических и социальных эффектов интеграция сети РОКСОН в НИКС позволило:

- расширить доступность сети НИКС для пользователей, оперативно осуществить подключение целевых пользователей НИКС в Санкт-Петербурге;
- добиться повышения качества обслуживания подключенных к единой сети НИКС пользователей – научных и образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России, за счет объединения имеющихся сетевых ресурсов и расширения сервисного сопровождения;
- ускорить достижение отдельных целей и решение задач в рамках национального проекта «Наука и университеты», способствовать выполнению других национальных проектов и программ.
- сохранить в непрерывно функционирующем состоянии инфраструктуру сети РОКСОН, обеспечить бесшовное предоставление услуг организациям-пользователям;
- оптимизировать отдельные компоненты телекоммуникационной инфраструктуры сетей по результатам объединения;
- повысить отказоустойчивость работы объединенной сети в Санкт-Петербурге за счет расширения собственной волоконно-оптической инфраструктуры;
- осуществлять управление объединенной сетью и техническую поддержку пользователей в рамках единого центра, сформированного из высококвалифицированных сотрудников организаций;
- сформировать в Санкт-Петербурге единую среду научного и научно-технического взаимодействия подведомственных Минобрнауки России научных и образовательных организаций;
- сохранить потенциал технологического развития сети.

В рамках реализации целевой субсидии Минобрнауки России при выполнении работ по

развитию НИКС в соответствии с Планом мероприятий («дорожной картой») по реализации Концепции функционирования и развития НИКС на 2021-2024 гг., утвержденной в составе плана реализации Национального проекта «Наука и университеты» МСЦ РАН в 2021 г. подключило к НИКС в Санкт-Петербурге 14 научных и образовательных организаций первой категории. Инфраструктура РОКСОН была активно задействована в рамках данных мероприятий.

## **Выводы**

1. Основные результаты интеграции сетей РОКСОН и НИКС к концу 2021 года:
  - рост производительности сетевой инфраструктуры объединенной сети;
  - увеличение количества организаций науки и образования, участвующих в обмене данными с использованием инфраструктуры РОКСОН в Санкт-Петербурге при выполнении научных исследований и разработок – на 25 организаций;
    - рост объемов передаваемых научных данных в рамках сетевого взаимодействия российских организаций.
2. Основные социально-экономические результаты:
  - содействие укреплению позиций российской науки в приоритетных научных областях с использованием ресурсов объединенной сети при реализации на ее базе совместных проектов в рамках внутрirosсийского и международного сотрудничества научных и научно-технологических коллабораций;
    - поддержка интенсификации и осуществление перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, включая создание систем обработки данных больших объемов, машинного обучения и искусственного интеллекта, которые позволят получить значимые результаты в приоритетах НТР;
    - внесение вклада в достижение целей и показателей нацпроекта «Наука» в части задач развития передовой инфраструктуры научных исследований и разработок, развития научной инфраструктуры коллективного пользования, создания НОЦ, НЦМУ, ЦК НТИ путем обеспечения производительной и надежной сетевой связности и предоставления уникальных сервисов;
    - обеспечение высокоскоростной связности региональных научных центров для целей эффективного обмена научными данными с оптимизацией затрат на эксплуатацию посредством предоставления ресурсов объединенной сети в интересах создаваемой географически распределенной передовой инфраструктуры исследований и разработок, решения задач пространственного развития страны и опережающего развития приоритетных территорий;
    - разработанные на базе объединенной сети единые политики, регламенты и организационно-технические решения, нацеленные на обеспечение информбезопасности и

устойчивого функционирования ИТКИ сферы науки и образования, способные внести вклад в противодействие новым вызовам и угрозам, препятствующим решению задачи построения цифровой экономики.

#### **4.2 Анализ образовательного потенциала ВУЗов Санкт-Петербурга по проблемам информатики, управления и телекоммуникаций**

Законом Санкт-Петербурга №771-164 от 19.12.2018 утверждена «Стратегия социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года». В этом документе отмечается, что большой вклад в развитие экономики Санкт-Петербурга вносит сфера информационных технологий. На протяжении нескольких лет Санкт-Петербург занимает второе место по уровню расходов на информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) среди российских регионов.

Высокий уровень подготовки специалистов в области информационных технологий образовательными организациями высшего образования и профессиональными образовательными организациями в Санкт-Петербурге подтверждается победами студенческих команд Санкт-Петербурга на олимпиадах и чемпионатах по программированию, а также востребованностью выпускников в международных компаниях. Команды из Санкт-Петербурга неоднократно становились победителями студенческих чемпионатов мира по программированию.

##### **4.2.1 Общие сведения о высших учебных заведениях Санкт-Петербурга, осуществляющих подготовку специалистов по информационным технологиям**

Перечень высших учебных заведений различной ведомственной принадлежности, а также негосударственных ВУЗов, приводится в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень ВУЗов Санкт-Петербурга, осуществляющих подготовку специалистов по информационным технологиям и коммуникациям

<b>Номер ВУЗа</b>	<b>Полное и сокращённое наименование</b>	<b>Уровень обучения</b>
< 1 >	Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)	Б, С
<	Санкт-Петербургский государственный университет	Б, М

Номер ВУЗа	Полное и сокращённое наименование	Уровень обучения
2>	телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ)	
< 3>	Национальный исследовательский университет ИТМО (НИУ ИТМО)	Б, М
< 4>	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)	Б, М
< 5>	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (СПбГУАП)	Б, С
< 6>	Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)	Б
< 7>	Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ)	Б
< 8>	Санкт-Петербургский горный университет	Б, М
< 9>	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)	Б
< 10>	Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет) (СПбГТИ (ТУ))	Б
< 11>	Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД)	Б
< 12>	Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)	Б, М
< 13>	Санкт-Петербургский филиал финансового университета	Б
< 14>	Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)	Б
< 15>	Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова (СПбГЛТУ им. С.М. Кирова)	Б
< 16>	Санкт-Петербургский филиал Национального исследовательского университета Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ-Санкт-Петербург)	М
< 17*>	Международный банковский институт (МБИ)	Б
< 18*>	Университет при Международной Ассамблее ЕврАзЭС	Б

Продолжение таблицы 4.1

<19*>	Европейский университет в Санкт-Петербурге (ЕУСПб)	М
<20*>	Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов (СПбГУП)	М
Б	– бакалавриат	
С	– специалитет	



М	– магистратура	
*	– негосударственные учебные заведения	

Из представленной таблицы следует, что высшие учебные заведения Санкт-Петербурга готовят специалистов по всем трём уровням высшего образования: бакалавриату, специалитету и магистратуре.

Бакалавриат обеспечивает получение законченного высшего образования. Продолжительность учёбы составляет четыре года и предполагает общую фундаментальную подготовку. По окончании бакалавриата студенты защищают квалификационную выпускную работу. По её итогам выдаётся диплом бакалавра с присвоением квалификации, который дает право работать по профессии или продолжить обучение в магистратуре.

Программы специалитета ориентируют студентов на практическую работу в отрасли по выбранному направлению. В этом случае обучение длится не менее пяти лет. По итогам сдачи экзаменов и защиты дипломной работы выдаётся диплом специалиста с указанием присвоенной квалификации. Выпускники специалитета имеют право на профессиональную деятельность и могут продолжить образование в магистратуре или аспирантуре.

Магистратура позволяет углубить специализацию по выбранному направлению. На программы магистратуры могут поступать бакалавры и специалисты. Обучение длится не менее двух лет и предусматривает подготовку студента к научно-исследовательской деятельности. Выпускники защищают выпускную работу (магистерскую диссертацию), по итогам которой выдаётся диплом магистра и присваивается квалификация «Магистр». Выпускники магистратуры имеют право на профессиональную деятельность и могут продолжить образование в аспирантуре.

Подробная сводная информация по специальностям и профилям обучения ВУЗов Санкт-Петербурга, осуществляющих подготовку специалистов в области информационных технологий, приводится в Приложении 4.2А. «Исходные данные для анализа образовательного потенциала Санкт-Петербурга». На основании этих данных выполнен анализ первой и второй ступеней обучения и их сравнительная оценка.

#### Бакалавриат и специалитет

Как следует из таблицы 4.1., законченное высшее образование с присвоенной квалификацией «Бакалавр» и «Специалист» получают выпускники следующих технических и экономических ВУЗов: <1>...<15>, <17\*>, <18\*>.

Доля количества мест по IT-специализациям всех перечисленных учебных заведений при приеме студентов на 1 курс составляет около 5,6% по отношению к общему количеству студентов, принимаемых в 2021 году (рисунок 4.4). Распределение мест по формам обучения представлено на рисунке 4.5. Общее количество бюджетных мест составляет 44,3%, платных – 55,7%.

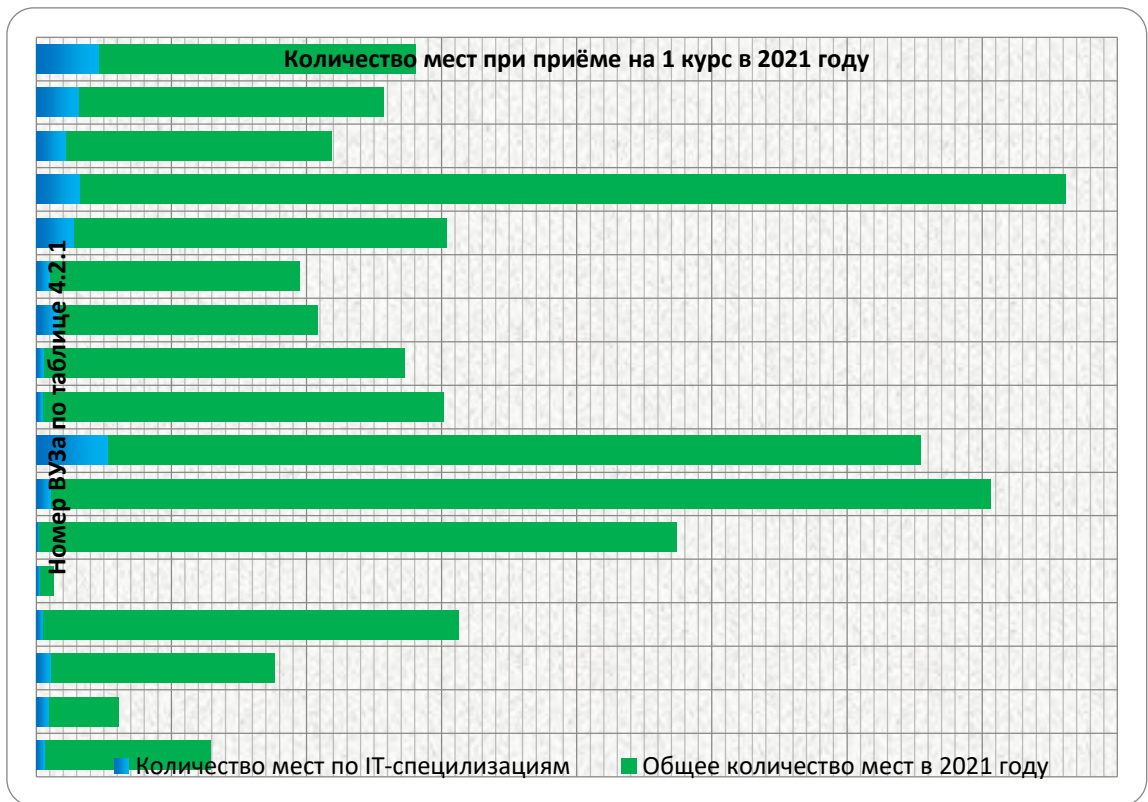


Рисунок 4.4 – Количество мест при приёме на 1 курс в 2021 году (количество мест по IT-специализациям и общее количество мест)

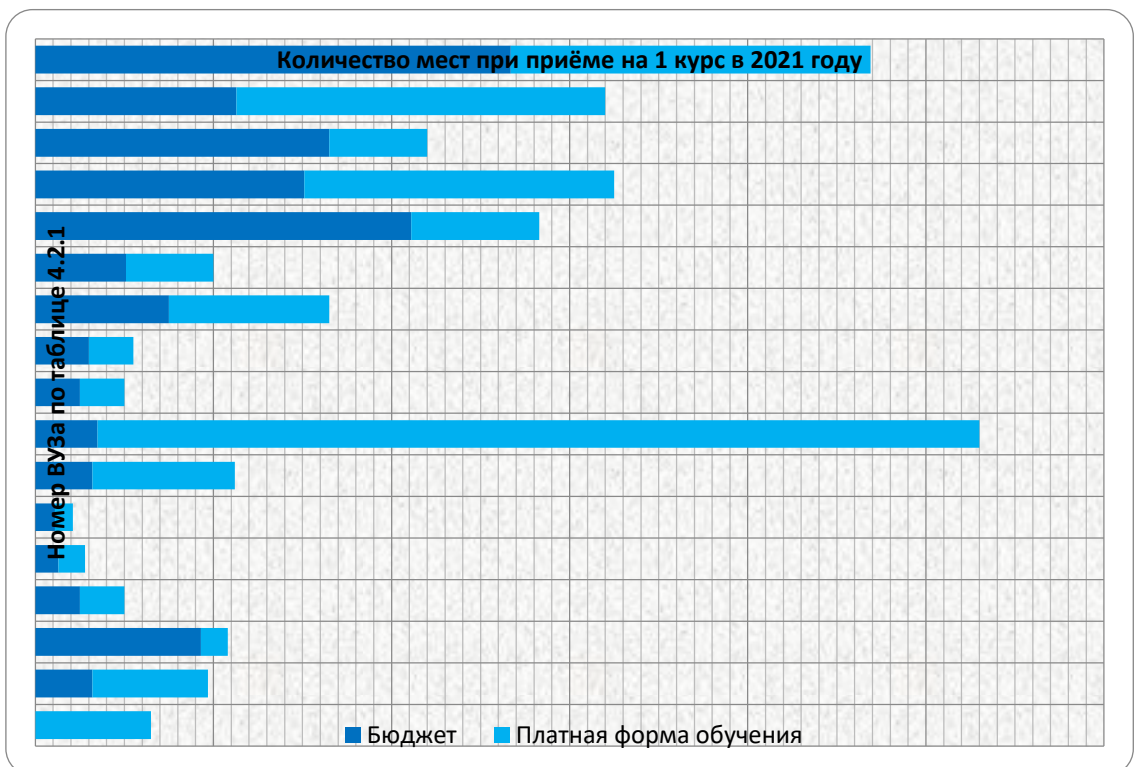


Рисунок 4.5 – Распределение мест по бюджетным и платным формам обучения

Перечень специальностей по информационным технологиям и автоматизированным системам управления приводится в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Перечень специальностей, по которым производится подготовка бакалавров и специалистов в области информационных технологий

<b>Но мер</b>	<b>Наименование специальности</b>
3.02	01.0 Прикладная математика и информатика
3.02	02.0 Фундаментальная информатика и информационные технологии
3.03	02.0 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
3.01	09.0 Информатика и вычислительная техника
3.02	09.0 Информационные системы и технологии
3.03	09.0 Прикладная информатика
5.01	09.0 Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения
5.01	10.0 Компьютерная безопасность
3.03	11.0 Конструирование и технология электронных средств
3.03	27.0 Системный анализ и управление
3.05	38.0 Бизнес-информатика

На рисунке 4.6 показано распределение количества мест по специальностям.

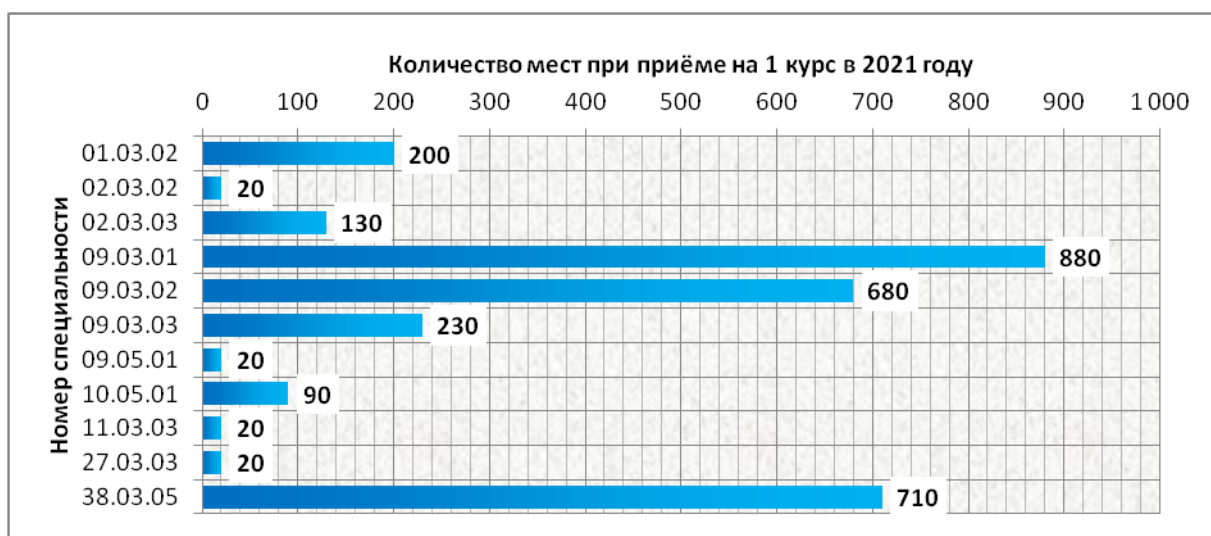


Рисунок 4.6 – Распределение количества мест по специальностям (количество мест указано с округлением)

Наибольшую популярность имеют следующие специальности:

- 09.03.01 (880 мест, <1>, <4>, <5>, <6>, <7>, <8>, <9>, <10>, <11>);
- 38.03.05 (710 мест, <2>, <4>, <10>, <13>, <17\*>, <18\*>);
- 09.03.02 (680 мест, <1>, <2>, <5>, <14>, <15>);
- 09.03.03 (230 мест, <4>, <5>, <11>);
- 01.03.02 (200 мест, <3>).

### Магистратура

Подготовку специалистов по информационным технологиям и телекоммуникациям с присвоением квалификации «Магистр» осуществляют следующие ВУЗы Санкт-Петербурга: <2>, <3>, <4>, <8>, <12>, <16>, <19\*>, <20\*> (обозначения по таблице 4.1).

Распределение мест по формам обучения представлено на рисунке 4.7. Общее количество бюджетных мест составляет 62,7%, платных – 37,3%.



Рисунок 4.7 – Распределение мест по бюджетным и платным формам обучения

Перечень специальностей по информационным технологиям и автоматизированным системам приводится в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Перечень специальностей, по которым производится подготовка магистров в области информационных технологий

Номер	Но	Наименование специальности
4.02	01.0	Прикладная математика и информатика
4.02	02.0	Фундаментальная информатика и информационные технологии
4.03	02.0	Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
4.01	09.0	Информатика и вычислительная техника
4.02	09.0	Информационные системы и технологии
4.03	09.0	Прикладная информатика
4.04	09.0	Программная инженерия
4.05	38.0	Бизнес-информатика

На рисунке 4.8 показано распределение количества мест по специальностям.

Наибольшую популярность имеют следующие специальности:

- 01.04.02 (206 мест, <3>, <12>, <16>);
- 09.04.03 (79 мест, <3>, <4>, <19\*>, <20\*>);

- 09.04.01 (64 места, <2>, <4>).

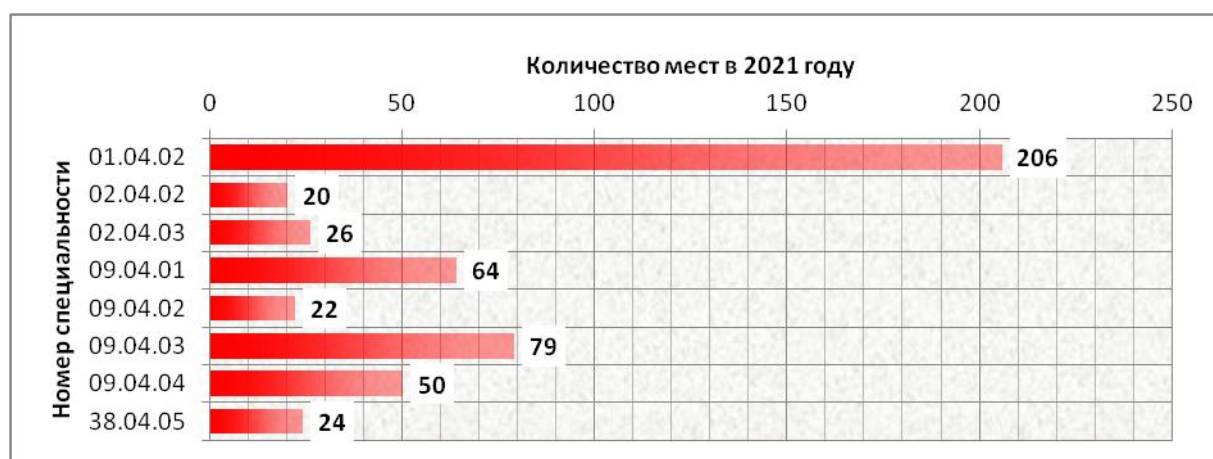


Рисунок 4.8 – Распределение количества мест по специальностям

#### 4.2.2 Сравнительный анализ количества мест по видам обучения

Ниже представлены сводные данные по распределению количества мест по уровням обучения: бакалавриат + специалитет и магистратура:

- на рисунке 4.9 приводятся данные по высшим учебным заведениям Санкт-Петербурга, производящим подготовку специалистов по информационным технологиям и автоматизированным системам управления;
  - на рисунке 4.10 – распределение по соответствующим специальностям.
- Общее соотношение мест первой и второй ступеней обучения показано на рисунке 4.11.



Рисунок 4.9 – Распределение количества мест по ВУзам Санкт-Петербурга, попавшим в выборку (Таблица 4.1.)

Из представленных на рисунке 4.9 сводных данных следует:

- только в пяти ВУЗах Санкт-Петербурга (в соответствии с таблицей 4.1: <2>, <3>, <4>, <8> и <12>) студентам предоставлена возможность продолжить обучение на второй ступени;
- в трёх ВУЗах (<16>, <19\*> и <20\*>) производится подготовка только по специальностям магистратуры.



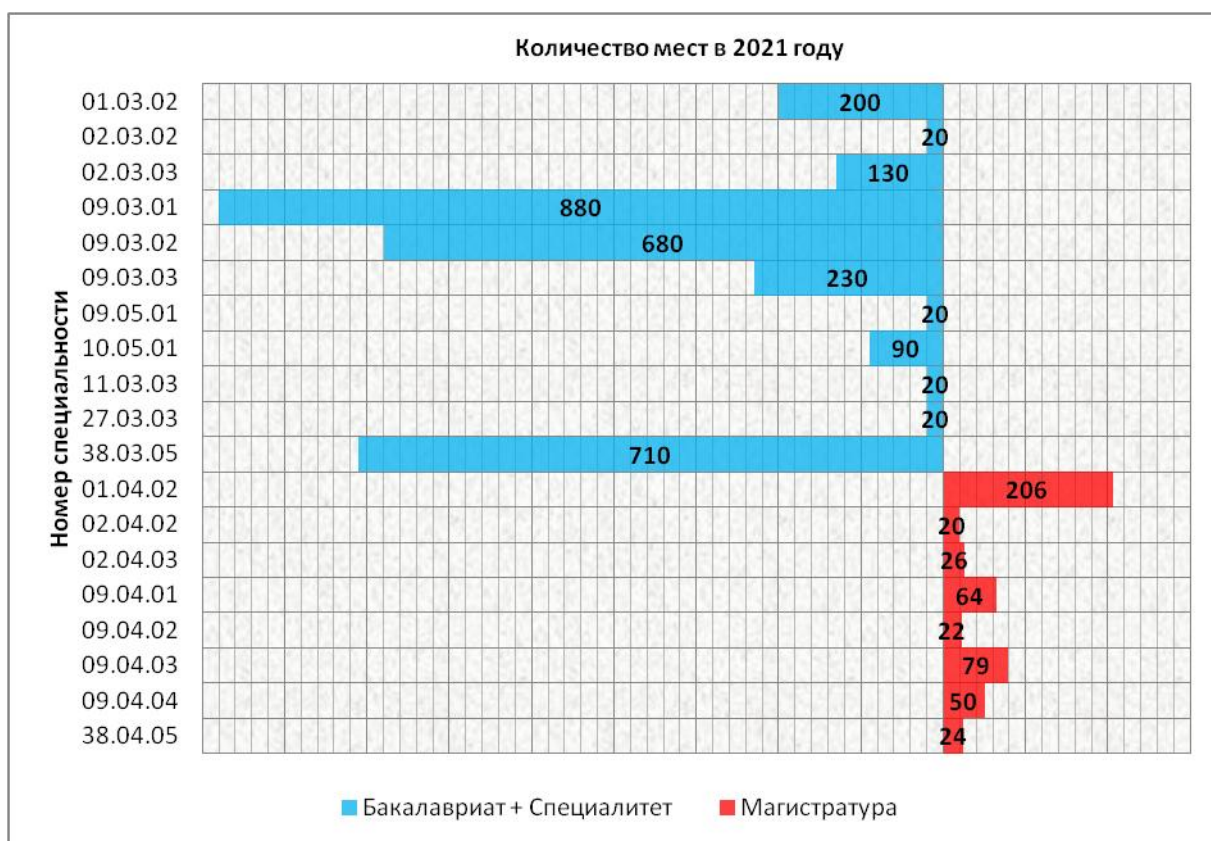


Рисунок 4.10 – Распределение количества мест по специальностям



Рисунок 4.11 – Распределение количества мест по уровням обучения

Наибольшее число бакалавров и специалистов ВУЗы Санкт-Петербург готовят по группам специальностей 09.03.(01-03) и 38.03.05 (59,7% и 23,7% от общего числа студентов, проходящих обучение по IT-специальностям, соответственно). Наименее популярны специальности, имеющие отношение к техническим и аппаратным средствам, автоматизированным системам специального назначения. Недостаточно, на наш взгляд, готовится специалистов по информационной безопасности и системам защиты информации (10.05.01). Подготовку таких специалистов производит только НИУ ИТМО (3,0% от общего числа студентов, проходящих обучение по IT-



специальностям в Санкт-Петербурге).

### 4.3 Анализ публикационной активности российских учёных по защите информационных систем

#### Актуальность защиты информационных систем

Широкое применение информационных технологий в различных сферах деятельности с одной стороны, способствует повышению производительности и эффективности бизнес-процессов предприятий и организаций, с другой, является предпосылкой к появлению уязвимостей информационных систем (ИС).

Число целенаправленных атак на ИС предприятий и организаций неуклонно растёт. Согласно данным исследования сети BDO Cyber Governance Survey, за 2018 год количество атак, использующих программы-вымогатели, увеличилось на 350%, количество атак с использованием маскировки под известные сетевые ресурсы (spoofing-attack<sup>1</sup>) и случаев компрометации корпоративной электронной почты – на 250%, общее число мошенничества с целью получения доступа к конфиденциальным данным организаций, в том числе к логинам и паролям (phishing-attack) – на 70% [9]. Отраслевой обзор компании Radware [10], посвященный роли кибербезопасности в устойчивом развитии бизнеса, показал, что 93% респондентов (в исследовании принимали участие 790 респондентов, представляющих различные организации в различных странах мира) отметили, что их информационные системы подвергались кибератакам в течение 2018-2019 годов (рисунок 4.12).

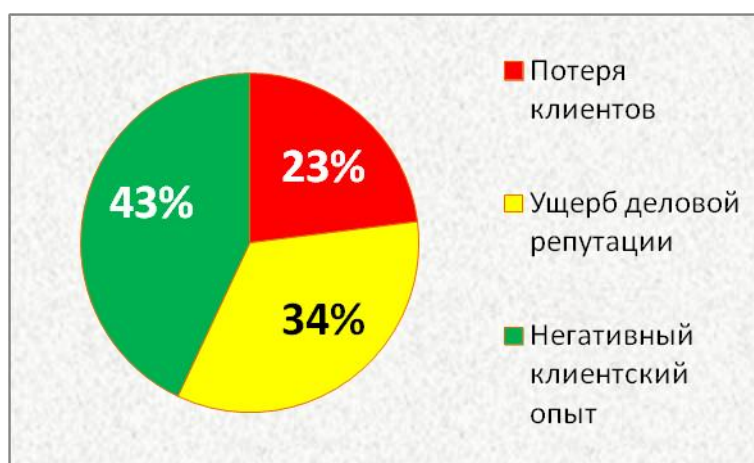


Рисунок 4.12 – Результаты успешных кибератак на ИС компаний (по данным компании Radware [10])

Очевидно, что вопросы защиты информации приобретают все большую актуальность. Для

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем в разделе в необходимых случаях будут использоваться общепринятые международные термины.

обеспечения информационной безопасности на предприятиях и в организациях<sup>2</sup> создаются системы защиты информации.

Понятие системы защиты информации (СЗИ) определено в ГОСТ Р 50922-2006 «Защита информации. Основные термины и определения» [1]. Согласно данному документу, СЗИ представляет собой «совокупность органов и (или) исполнителей, используемой ими техники защиты информации, а также объектов защиты информации, организованная и функционирующая по правилам и нормам, установленным соответствующими документами в области защиты информации». В семействе национальных стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000 «Системы менеджмента информационной безопасности» используется понятие «меры и средства контроля и управления информационной безопасностью» как «средства для осуществления менеджмента риска, включающего политики, процедуры, рекомендации, практические приемы или организационные структуры, которые могут иметь административный, технический, управленческий или правовой характер» [2]. В свою очередь, в стандарте ГОСТ Р 56045-2014 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Рекомендации для аудиторов в отношении мер и средств контроля и управления информационной безопасностью» указывается, что технические меры и средства контроля используются в случае, если «информационные активы включают информационные системы» [3]. В руководящем документе ФСТЭК «Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения» приводится понятие «комплекса средств защиты», обозначающего «совокупность программных и (или) технических средств, создаваемая и поддерживаемая для обеспечения защиты средств вычислительной техники (ВТ) или автоматизированных систем (АС) от НСД к информации» [4]. Очевидно, что приведенные выше понятия схожи между собой и в целом подразумевают совокупность программных, технических и программно-технических средств, предназначенных для обеспечения состояния защищенности информации в автоматизированных и информационных системах (предотвращения ее утечки, несанкционированной модификации, копирования, уничтожения, блокирования доступа к ней).

Основой для формирования структуры СЗИ могут служить требования к определению организационных и технических мер защиты информации для определенных категорий сведений ограниченного доступа, указываемые в нормативных документах федеральных органов исполнительной власти [5, 6, 7].

Как правило, перечень средств СЗИ включает в себя:

1. Средства защиты информации, обеспечивающие сетевую безопасность:
  - 1.1. Межсетевые экраны;

---

<sup>2</sup> В дальнейшем будем использовать один общий термин – *компания*

- 1.2. Средства обнаружения вторжений;
- 1.3. Средства предотвращения вторжений.
2. Средства анализа защищенности (сканеры уязвимостей);
3. Средства защиты информации от несанкционированного доступа;
4. Средства антивирусной защиты;
5. Средства контроля съемных носителей информации;
6. Средства резервного копирования и восстановления;
7. Средства криптографической защиты информации (СКЗИ).

Данный перечень может быть дополнен программными средствами, указанными в «Классификаторе программ для электронных вычислительных машин и баз данных» (утвержденном приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22.09.2020 №486) [8], а именно:

- средствами управления событиями информационной безопасности (ИБ) (Security Information and Event Management – SIEM);
- средствами циклического поиска и устранения угроз (Threat Hunting);
- средствами управления процессами ИБ (Security Governance, Risk, Compliance) и т.д.

В настоящее время в научной литературе представлено большое количество различных подходов к проектированию (построению) СЗИ. Наибольшее распространение получили методы теории игр и методы математического программирования. Среди опубликованных исследований встречаются, также, работы, в которых используются аппарат математической статистики, случайных процессов, теорий клеточных автоматов, нечетких множеств и т.д.

#### **4.3.1 Анализ публикаций по архитектуре систем защиты информации и их эффективности**

Специальность 10.05.01 «Компьютерная безопасность» среди высших учебных заведений Санкт-Петербурга входит в программу обучения только в НИУ ИТМО.

Выпуск специалистов по информационной безопасности составляет всего 3% по отношению к общему количеству специалистов по информационно-коммуникационным технологиям и автоматизированным системам управления. Тем не менее, на протяжении ряда лет в НИУ ИТМО проводятся целенаправленные систематические исследования в области разработки методологии построения СЗИ. Целью этих исследований является разработка и обоснование научно-методического аппарата, обеспечивающего возможность технической и экономической оценки эффективности, а также оптимизации состава СЗИ.

Исходя из того, что СЗИ рассматривается как совокупность программных, технических и программно-технических средств, предназначенных для обеспечения состояния защищенности информации в автоматизированных и информационных системах (предотвращения ее утечки, несанкционированной модификации, копирования, уничтожения, блокирования доступа к ней) [2-4], специалистами НИУ ИТМО проанализирован возможный перечень средств СЗИ. Показано, что

для получения обоснованного решения задач оптимизации состава (выбора сетевых средств защиты и управления, алгоритмов шифрования) и оценки эффективности СЗИ, а также технических и финансовых рисков, целесообразно использовать методы математического программирования.

Остановимся на наиболее оригинальных из них [12-18], выполненных в последние годы и отличающихся новизной подхода к решению задачи обеспечения ИБ.

Решение задачи комплексной защиты информации может быть найдено путём решения следующих частных задач:

1. Разработки методики прогнозирования вероятности реализации атак и графических подходов к моделированию и построению дерева атак на ИС;
2. Разработки методики оценки технической и экономической эффективности с построением и обоснованием интегрального критерия;
3. Разработки математической модели оптимизации состава средств СЗИ;
4. Анализа результатов применения предложенной методики прогнозирования эффективности работы СЗИ.

Рассмотрим особенности предложенного подхода к решению данных задач.

**Методика прогнозирования вероятности реализации атак и разработка графических подходов к моделированию и построению дерева атак на ИС.** Оценку угроз безопасности предложено выполнять на основе данных каталога общих шаблонов атак CAPEC (Common Attack Pattern Enumeration and Classification) компании MITRE Corp. [11], путём построения деревьев атак (рисунок 4.13). В работах [12-16] показано, что при отсутствии полной и достоверной статистической информации об атаках, дерево атак можно трансформировать в дерево событий (ETA – Event Tree Analysis), при этом для анализа событий применяется более эффективный для данного случая *нисходящий подход* (анализ дерева осуществляется с корневого узла, событием считается реализация атаки на информационную систему).

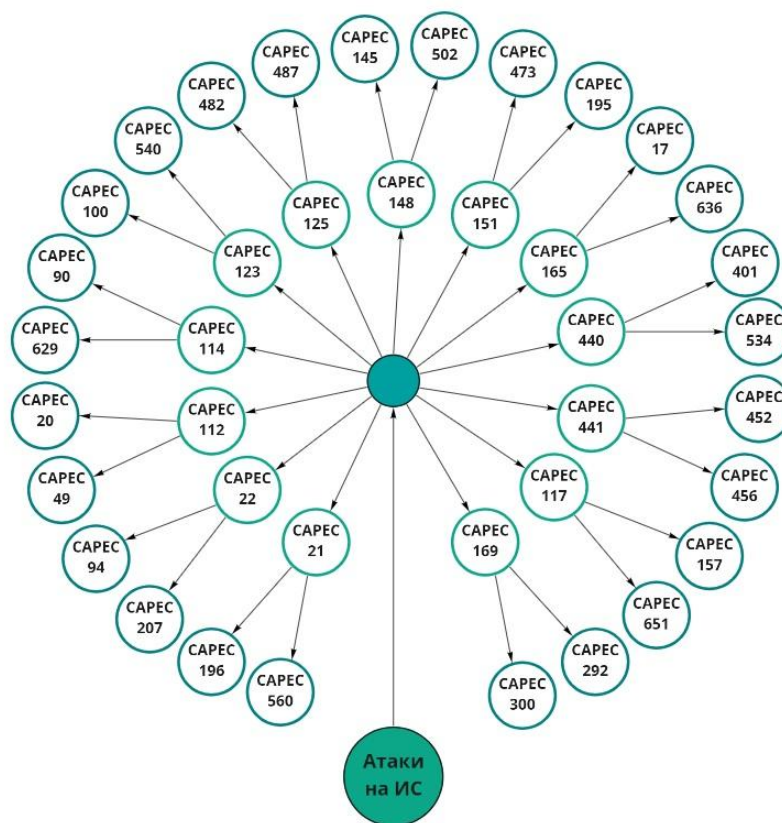


Рисунок 4.13– Пример дерева атак на информационную систему, состоящий из 13 узлов первого уровня и 26 атак второго уровня [12-16]

Расчет прогнозируемых вероятностей реализации атак на ИС осуществляется в три этапа, которые включают в себя: определение относительной значимости атак первого уровня, определение условных вероятностей реализации атак в узлах ветвления (атак второго уровня), расчет условных вероятностей реализации атак в листовых узлах дерева. В работах [12-16] показано, что из-за большого количества шаблонов атак, подлежащих учёту, погрешности экспертной оценки условных вероятностей в листовых узлах практически не сказываются на интегральных результатах реализации методики, тем самым снижая влияние субъективного фактора. Повышение точности расчётного прогноза оптимального состава и эффективности СЗИ в условиях массированных атак выгодно отличает предложенный метод от традиционных методик.

**4.3.2 Методика оценки технической и экономической эффективности с построением и обоснованием интегрального критерия.** Экономическая составляющая оценки эффективности построена на использовании экономических показателей (метрик), применяемых в ряде зарубежных исследований СЗИ, основанных на использовании методов стратегических (позиционных) игр [18].

В разработанной в НИУ ИТМО методике рассматриваются метрики, с помощью которых может быть оценена техническая и экономическая эффективность СЗИ и на их основе

предлагается обобщенный критерий эффективности системы. Основная особенность инвестиций в СЗИ заключается в том, что они не приводят к увеличению прибыли компании, но предотвращают ущерб. Рассмотрим подробнее показатели, имеющие отношение к исследованиям по защите информации.

Показатель годовых ожидаемых потерь  $ALE$  (Annual Loss Exposure), используемый для количественной оценки экономического ущерба, рассчитывается по формуле:

$$ALE = SLE * ARO,$$

где:  $SLE$  (Single Loss Exposure) – потенциальный ущерб от реализации единичного инцидента ИБ,  $ARO$  (Annual Rate of Occurrence) – ежегодное количество атак.

Потенциальный ущерб от реализации единичного инцидента рассчитывается по формуле:

$$SLE = AV * EF,$$

где:  $AV$  – стоимость активов компании, которым может быть нанесен ущерб в случае успешной реализации атаки на ИС;  $EF$  – коэффициент риска потерь от реализации инцидента.

Предлагается два способа оценки стоимости активов  $AV$ . Первый способ – в качестве активов рассматривать только информационные активы и оценивать стоимость производимой и обрабатываемой в компании информации; второй способ – определить, какой процент от стоимости активов компании может быть утрачен из-за успешной реализации атак.

В основе метрик, оценивающих выгоды от внедрения мер защиты информации, лежит показатель  $ALE$ .

Метрика, отражающая ожидаемые выгоды от внедрения мер защиты информации  $EBIS$  (Expected Benefit of Information Security), представляет собой разность между годовыми ожидаемыми потерями при отсутствии мер защиты ( $ALE_0$ ) и годовыми ожидаемыми потерями при их использовании ( $ALE_s$ ):

$$EBIS_s = ALE_0 - ALE_s.$$

Метрика, отражающая ожидаемые чистые выгоды от внедрения мер защиты информации  $ENBIS$  (Expected Net Benefit of Information Security), представляет собой разность между ожидаемой прибылью от инвестиций в обеспечение ИБ и затратами компании на реализацию защитных мер:

$$ENBIS_s = EBIS_s - CSI = ALE_0 - ALE_s - CSI,$$

где:  $CSI$  – затраты компании на реализацию защитных мер.

К инвестиционным метрикам относятся:

Рентабельность инвестиций в ИБ – это концепция, связывающая расходы на меры и средства защиты информации с управлением рисками для демонстрации финансовых выгод

организации. Индекс  $ROI$  рассчитывается по формуле:

$$ROI = \frac{[ALE * RM - CSI]}{CSI},$$

где:  $RM$  – показатель эффективности средства защиты информации.

Превышение доходов атакующей стороны над затратами, которые она несет из-за внедрения компанией СЗИ ( $ROA$ ):

$$ROA = \frac{[GI * (1 - RM) - CA]}{CA},$$

где:  $GI$  – ожидаемая выгода от атаки (принимается равной показателю  $ALE$ );  $CA$  – финансовые затраты атакующей стороны на реализацию атаки.

Финансовые затраты атакующей стороны на реализацию атаки  $CA$  (Cost of Attack) подразделяются на постоянные и дополнительные и рассчитываются по формуле:

$$CA = COST_a + COST_{ac},$$

где:  $COST_a$  – затраты атакующей стороны на программно-аппаратные средства, применяемые для реализации атаки независимо от наличия СЗИ;  $COST_{ac}$  – дополнительные затраты на средства, применяемые для обхода СЗИ.

Следующим шагом является обоснование критерия для оценки эффективности СЗИ. Задача выбора эффективных средств СЗИ сводится к задаче оптимизации критерия общего вида, при котором одновременно выполняется требование максимизации индекса  $ROI$  и минимизации индекса  $ROA$ . Одним из вариантов, удовлетворяющих данному требованию, является критерий:

$$\text{Обобщенный критерий эффективности} = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i \cdot \left(\frac{ROA_i}{ROI_i}\right)^2} \rightarrow \min, \quad (i = 1, \dots, n),$$

при одновременном росте индекса  $ROI_i$  и снижении индекса  $ROA_i$  для каждой  $i$ -ой атаки,

где:  $n$  – число атак второго уровня (для случая дерева атак, приведённого на рисунке 4.3.2.,  $n = 26$ ).

Критерий позволяет учитывать все атаки на ИС с соответствующей вероятностью их реализации, определяемой весовым коэффициентом  $w_i$ .

Определено, что поведение индексов  $ROI_i$  и  $ROA_i$  для  $i$ -ой атаки зависит от показателя эффективности средства защиты информации  $RM_i$  – данный показатель определяется в качестве исходной переменной. Оптимизация критерия даст числовые значения показателям  $RM_i$  для каждой отдельной  $i$ -ой атаки. Количественная оценка параметров  $RM_i$  позволяет принимать решения относительно состава СЗИ.

Параметр  $RM_i$  удовлетворяет следующим линейным ограничениям в виде неравенств:

$$0,0 \leq RM_i \leq 1,0, \quad i = 1, \dots, n.$$

**4.3.3 Математическая модель оптимизации состава средств СЗИ.** Для решения поставленной задачи оценки эффективности использован метод обобщенного приведенного градиента (МОПГ), принадлежащий к группе методов решения задач оптимизации с линейными ограничениями, распространенными на общий (нелинейный) случай [17, 18]. Алгоритм поиска минимума функции цели при наличии системы ограничений в виде неравенств на основе МОПГ показал высокую устойчивость поиска решения. Начальные значения вектора независимых переменных  $RM_i$  по общепринятому правилу выбирались с помощью генератора случайных точек. Для всех выполненных расчетов характерно низкое (практически равное нулю) значение диапазона оптимальности независимых переменных, что свидетельствует о высокой чувствительности функции цели к их изменению.

**4.3.4 Анализ результатов применения предложенной методики прогнозирования эффективности работы СЗИ.** Решения, полученные в результате всесторонних исследований, можно интерпретировать следующим образом:

– найденные оптимальные значения показателя эффективности  $i$ -го средства защиты  $RM_i$  дают оценку эффективности разработанной СЗИ, точнее, вероятности решения задачи противодействия  $i$ -ой атаке из множества атак, принятых к исследованию;

– полученные значения показателя  $RM_i$  представляют собой требования к программно-техническим средствам СЗИ, а именно, обоснованные требования к наименьшей допустимой вероятности решения задач противодействия  $i$ -ой атаке.

К атакам, требующим особого внимания при разработке конфигурации СЗИ и выборе входящих в нее технических и программных средств, относятся (на рисунке 4.14. показана расчётная вероятность их реализации):

САРЕС-49 Подбор пароля методом «грубой силы»;

САРЕС-90 «Атака отражением» в протоколе аутентификации;

САРЕС-94 Атака посредника;

САРЕС-100 Переполнение буфера;

САРЕС-157 Прослушивающие атаки;

САРЕС-195 Подделка субъекта;

САРЕС-452 Заражение оборудования;

САРЕС-456 Заражение памяти;

САРЕС-473 Подделка подписи;

САРЕС-502 Подмена намерений;

САРЕС-540 Перегрузка буфера;

САРЕС-560 Использование известных учетных данных;



## CAPEC-629 Несанкционированное использование ресурсов устройства.

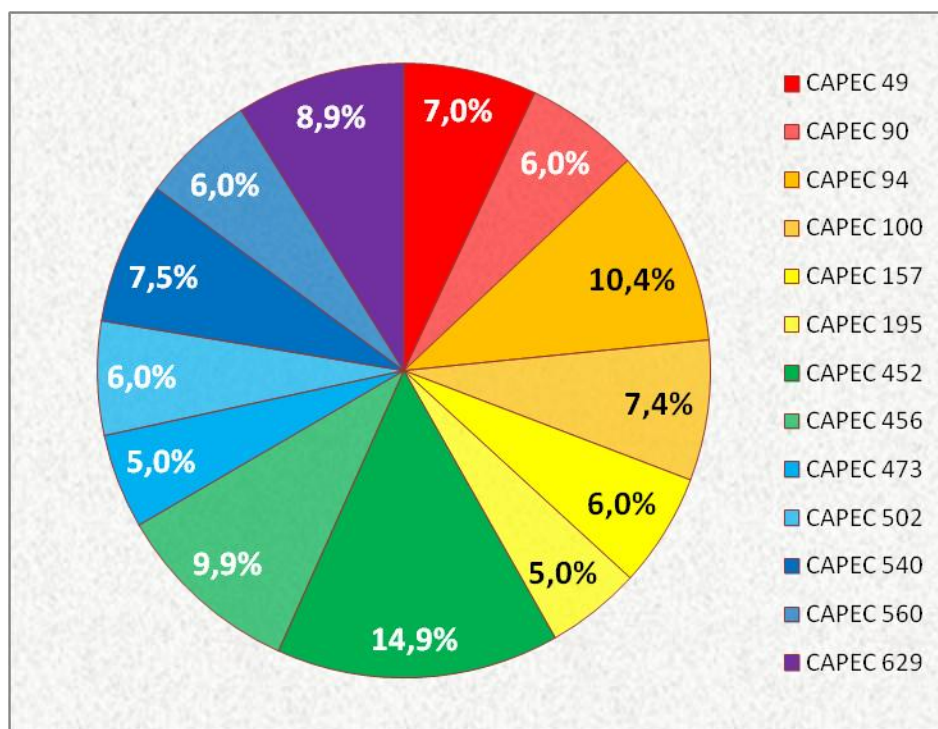


Рисунок 4.14 – Наиболее вероятные виды атак по каталогу шаблонов CAPEC

Полученные результаты свидетельствуют о высокой надежности выбранного алгоритма решения задачи оценки эффективности СЗИ. Необходимо отметить, что предложенный алгоритм может быть использован в других модификациях обобщенного критерия эффективности СЗИ.

Значение выполненных в последние годы в НИУ ИТМО исследований в области защиты информационных систем заключается в следующем:

1. Разработан оригинальный метод прогнозирования вероятностей реализации атак на ИС, отличающийся от известных тем, что основан на использовании метода деревьев событий ЕТА, который базируется на перечне актуальных атак каталога общих шаблонов атак CAPEC.

2. Разработан оригинальный интегральный критерий эффективности СЗИ, отличающийся от известных тем, что предполагает одновременную максимизацию индекса рентабельности инвестиций в ИБ и минимизацию индекса прибыли атакующей стороны от реализации атаки.

3. Разработана оригинальная математическая модель и методика оценки эффективности СЗИ, отличающиеся от известных тем, что искомые значения показателей эффективности средств защиты информации определяются путем оптимизации целевой функции, составленной на основании интегрального критерия эффективности, учитывающего экономические и технические факторы эффективности СЗИ.

4. Полученные в результате выполненных исследований оптимальные значения

показателей эффективности с одной стороны, дают оценку вероятности решения задачи противодействия внешнему воздействию, с другой – представляют собой обоснованные требования к программно-техническим средствам СЗИ, в частности, к наименьшей допустимой вероятности решения задач противодействия. В получении такой количественной оценки и заключается важнейшее преимущество разработанных методик перед традиционными.

#### **4.4 Анализ опыта и определение перспектив применения отечественных космических систем радиолокационного и радиоэлектронного мониторинга морской поверхности для контроля судоходства и других видов морской деятельности по маршруту Северного морского пути и в акватории Балтийского моря**

Информационное обеспечение морской деятельности невозможно без применения космических систем (КС) различного целевого назначения. Среди этих систем особое место занимают КС, решающие задачи радиолокационного (РЛ) и радиоэлектронного (РЭ) мониторинга морской поверхности (ММП). КС РЛ и РЭ ММП применяются для контроля параметров и состояния морских объектов наблюдения независимо от их действий, погоды и времени суток в глобальном масштабе с высокой оперативностью и требуемой периодичностью. За последние полвека в нашей стране на околоземную орбиту было выведено несколько сот космических аппаратов (КА) таких систем, и накоплен большой опыт их эксплуатации.

##### **4.4.1 Космические радиолокационные системы низкого разрешения**

В начале 70-х годов прошлого века была создана система морской космической разведки и целеуказания (МКРЦ), предназначенная для добывания информации о надводной обстановке и выдачи ее потребителям в интересах применения сил и средств флота. В состав системы входили космические аппараты (КА) радиолокационной и радиотехнической разведки. Система МКРЦ эксплуатировалась почти 40 лет, успешно решая задачи ММП и обеспечивая данными об обстановке органы управления различных иерархических уровней. За это время КА системы зафиксировали тысячи объектов надводной обстановки, а общее количество обнаружений морских объектов превышает несколько миллионов.

Особенно наглядно уникальные качества системы МКРЦ проявились в период англо-аргентинского конфликта. Сочетание таких свойств системы, как глобальность, оперативность, периодичность (регулярность), всепогодность, точность и достоверность позволили ей успешно решать задачи периодического наблюдения (слежения) за корабельной группировкой ВМС Великобритании на маршруте ее развертывания в район Фолклендских (Мальвинских) островов. Органы управления флота получили информацию о начале десантной операции на островах, находящихся на удалении свыше 13 000 километров от них, с задержкой менее одного часа. В

период эксплуатации системы МКРЦ ее вклад в общую совокупность данных о надводной обстановке в удаленных от наших берегов районах Мирового океана часто был самым значительным.

На борту КА радиолокационной разведки (РЛР) системы МКРЦ была установлена радиолокационная станция (РЛС) бокового обзора (БО), позволяющая фиксировать объекты на морской поверхности с пространственным разрешением 1-2 км (рисунок 4.15).

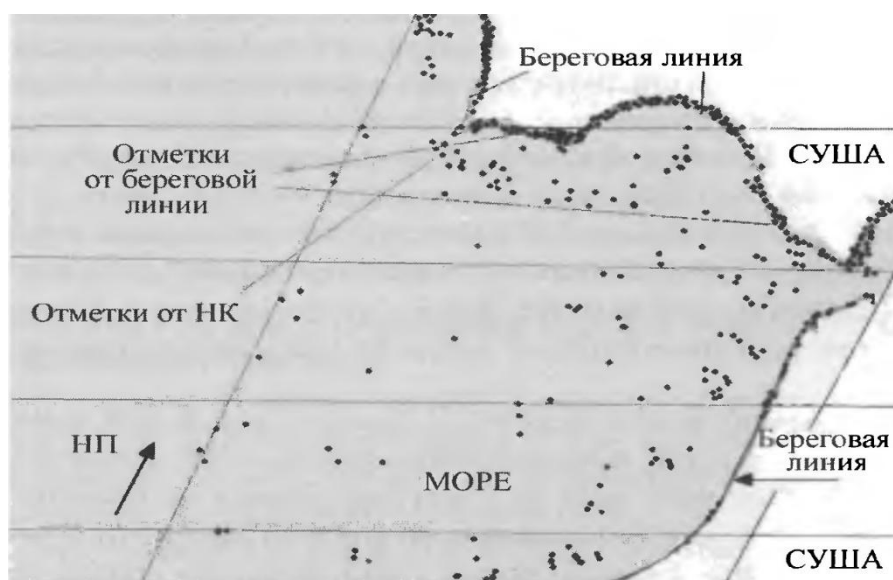


Рисунок 4.15 – Отображение надводной обстановки, зафиксированной РЛС БО космического аппарата РЛР (НП – направление полета)

Источником электропитания для РЛС космического аппарата РЛР являлась бортовая ядерная энергетическая установка (ЯЭУ). Эта уникальная, до сих пор не имеющая аналогов в мире установка работала, в основном, надежно. За почти 20-летний период эксплуатации КА РЛР возникло лишь несколько нештатных ситуаций. Самая известная из них, получившая наибольший резонанс в мире, связана с падением фрагментов КА «Космос-954» на территорию Канады в январе 1978 года. Найденные на месте падения отдельные части конструкции КА не представляли серьезной опасности для населения, но сам факт подобного инцидента был использован правительством Канады для предъявления нашей стране явно завышенных претензий. В результате совместной работы наших и канадских специалистов было принято взаимно согласованное решение о возмещении затрат Канады на ликвидацию последствий аварийной ситуации в размере 3 млн канадских долларов. Из-за этой, а также нескольких других нештатных ситуаций с конца 1980-х годов эксплуатация КА РЛР системы МКРЦ была прекращена.

Задачи мониторинга поверхности Мирового океана (состояния водной поверхности и ледяного покрова) более 20 лет (1983-2007 годы) успешно решались советской (российско-

украинской) космической системой «Океан», которая, по сути дела, являлась первой в мире оперативной радиолокационной океанографической космической системой.

Наиболее ярко возможности КА системы «Океан» проявились при решении задач информационного обеспечения спасательных операций по выводу из ледового плена морских судов в районах Арктики и Антарктики.

В 1983 году в проливе Лонга во льдах был «затерт» караван из 22 судов с грузами, необходимыми для районов Крайнего Севера. Радиолокатор КА «Космос-1500» (первого КА системы «Океан») стал практически единственным средством, позволявшим в условиях полярной ночи регулярно проводить обзор района бедствия. Данные об обнаруженных им в тяжелых льдах этого района трещинах, разводьях и полыньях были использованы для успешного решения задачи по спасению каравана.

В 1985 году КА «Космос-1500» применялся при выводе из ледового плена Антарктиды научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов». Поступающая от КА радиолокационная информация принималась непосредственно на борту ледокола «Владивосток» и использовалась для разработки рационального плана его движения во льдах. На радиолокационных изображениях (РЛИ) была обнаружена широкая трещина в тяжелых льдах, протянувшаяся к дрейфовавшему судну. По ней ледокол дошел до «Михаила Сомова» и вывел его из ледового массива.

В 1991 году «Михаил Сомов» во время очередного антарктического похода вновь попал в ледовый плен. Наблюдение за районом дрейфа судна, проходившего в светлое время, осуществлялось оптическими средствами космических аппаратов «Метеор» и «Ресурс», обзорное радиолокационное – КА системы «Океан», а детальное радиолокационное – КА «Алмаз-1». Благодаря получаемым данным, а также тому, что льды были не столь тяжелыми, как в предыдущей ситуации, судно смогло выйти из ледового плена самостоятельно.

Радиолокационная информация, поступающая от космических аппаратов системы «Океан» в течение всего периода ее эксплуатации успешно использовалась для обеспечения транспортных операций в Арктике и Антарктике. Кроме того, получаемые радиолокационные изображения применялись и для решения задач картографирования. На основе радиолокационных данных, полученных с КА «Космос-1500» с 21 января по 3 марта 1986 г., в НИЦ «Планета» впервые в мире была построена цифровая радиолокационная карта Антарктиды. Карта была составлена из 36 радиолокационных изображений (рисунок 4.16).

Космические аппараты этой системы успешно функционировали до 2007 года. Всего на орбиту было выведено 8 КА системы «Океан».

В 2009 году был осуществлен запуск КА «Метеор-М», положивший начало воссозданию российской метеорологической орбитальной группировки. Гидрометеорологический КА «Метеор-

М» создан на базе космической платформы типа «Ресурс» и в отличие от ранее существовавших метеорологических КА типа «Метеор» дополнительно имеет в составе бортового специального комплекса (БСК) РЛС БО.

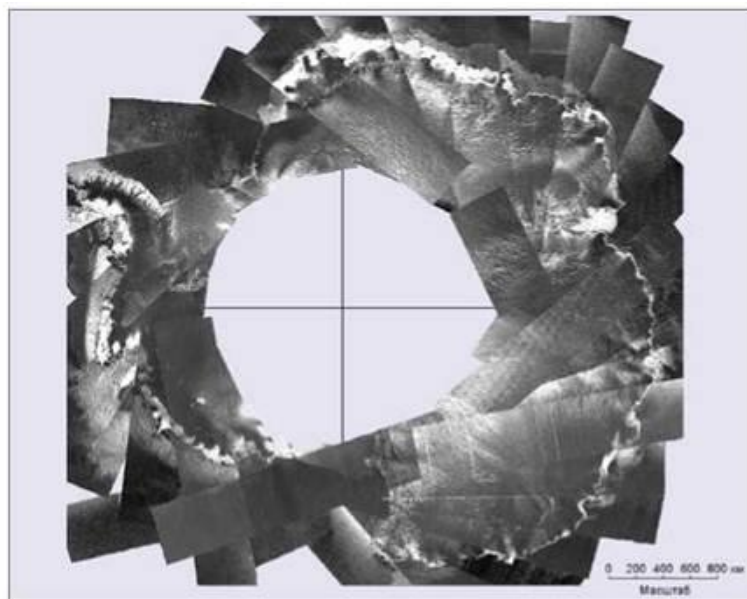


Рисунок 4.16 – Цифровая радиолокационная карта Антарктиды по данным КА «Космос-1500»

Это позволяет ему с разрешением 1-3 км получать радиолокационные изображения морской поверхности, осуществлять мониторинг ледового и снежного покрова, состояния гидрологических объектов, а также суши и растительности. В дальнейшем планируется установить на борту КА этой серии радиолокатор с высоким разрешением (до 1-5 м).

#### **4.4.2 Космические радиоэлектронные системы**

Первые испытания КА системы МКРЦ были проведены в середине 1970-х годов. Их результаты подтвердили ожидаемые характеристики бортовой аппаратуры КА по обнаружению источников радиоизлучения (ИРИ), находящихся на морской поверхности. После чего эти космические аппараты (в различных модификациях) практически непрерывно использовались вплоть до завершения существования системы. В 1990-х годах на околоземной орбите постоянно функционировало до 4-6 КА радиотехнической разведки (РТР) системы МКРЦ. При этом периодичность обнаружения радиоизлучающих объектов мониторинга на морской поверхности составляла несколько часов. На завершающей стадии эксплуатации в составе орбитальной группировки системы было не более 1-2 КА. Всего было запущено свыше 80 КА системы МКРЦ.

Одновременно с системой МКРЦ задачи радиотехнического мониторинга морской поверхности (в ограниченном объеме) решались также и КС радиоэлектронного наблюдения (РЭН). Первоначально (1968-1982 годы) КА этой системы выполняли только обзорные радиотехнические наблюдения. Последующие модификации этих КА предназначались уже для

детальных радиотехнических измерений с приемом, анализом и высокоточной привязкой к местности источников радиотехнических сигналов. В ходе их испытаний было показано, что получаемая информация позволяет не только обнаружить ИРИ и определить их местоположение, но и точно установить их назначение, характеристики и режимы функционирования.

В 1980-х гг. была создана новая модификация КА РЭН, оснащенная аппаратурой для наблюдения не только РЛС, но и других источников радиоизлучений, что позволило обеспечить решение задач РЭН в полном объеме. Всего на околоземную орбиту было выведено более 100 КА космической системы РЭН. С 2009 года задачи радиотехнического мониторинга морской поверхности решаются КА нового поколения.

Специфическим видом КС радиоэлектронного мониторинга морской поверхности является международная космическая система поиска и спасения судов и летательных аппаратов, терпящих бедствие, КОСПАС-САРСАТ. Первый КА этой системы был запущен в нашей стране в 1982 году. Система позволяет обнаруживать терпящие бедствие объекты в любых районах нашей планеты и доставлять информацию об этих объектах силам и средствам спасения. Время устаревания информации при этом не превышает одного часа. Сочетание высокой точности определения координат объекта, терпящего бедствие, и минимально возможного (по сравнению с другими средствами) времени устаревания информации позволяют системе решать поставленные задачи с высокой эффективностью. На счету системы КОСПАС-САРСАТ десятки тысяч спасенных человеческих жизней [7].

#### 4.4.3 Космические радиолокационные системы высокого разрешения

За последние 30 лет в нашей стране накоплен определенный опыт создания и эксплуатации космических систем, позволяющих получать радиолокационные изображения (РЛИ) морских объектов с высоким разрешением (единицы-десятки метров) и, соответственно, более высокой достоверностью их распознавания. На борту космических аппаратов этих систем устанавливались радиолокаторы с синтезированием апертуры (РСА), которое выполнялось оптическими или цифровыми методами (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Основные характеристики отечественных КА с РСА

Наименование	Космический аппарат			
	«Космос-1870»	«Алмаз-1»	«Ресурс-О»/ «Мир»	«Кондор»
Высота орбиты, км	260	275	600/360	500
Наклонение орбиты, град.	72	73	98/51,6	74,6
Длина волны, см	9,6	9,6	8 и 9,6/23	9,6

Диапазон широт, град.	-76...+76	-78...+78	-50...+50	-83...+83
Полоса обзора, км	2×300	2×350	50	±500
Разрешение, м	15-20	10-15	50-150	1-20
Синтез апертуры	Оптический	Цифровой	Цифровой	Цифровой
Реализация, год	1987-1989	1991-1992	1985/1996	2013

Особое место среди космических аппаратов, решавших задачи радиолокационного мониторинга морской поверхности занимает КА «Алмаз-1», созданный в нашей стране и успешно выведенный на околоземную орбиту 31 марта 1991 года. Радиолокатор с синтезированием апертуры «Меч-КУ» (ЭКОР-1А), установленный на борту этого КА, позволял получать высокодетальные радиолокационные снимки различных участков поверхности Земли с пространственным разрешением 10-15 метров и обеспечивать решение широкого класса различных задач, в том числе – наблюдения за морскими объектами и гидрофизическими процессами в океане. Всего за время активного существования КА было получено около полутора тысяч радиолокационных изображений. Примеры некоторых из них представлены на рисунках 4.17 и 4.18.

К основным достоинствам КА «Алмаз-1» можно отнести:

- выбор диапазона частот – S-диапазон минимизировал влияние фазовых нестабильностей атмосферы на синтез апертуры;
- высокое пространственное разрешение (10-15 м, а в отдельных случаях – до 4-7 м) позволяло решать широкий класс задач (вплоть до классификации обнаруженных кораблей и судов);
- оперативное изменение угла падения радиолуча расширяло полосу обзора (фактически – до 400 км) и позволяло обеспечивать лучшую периодичность наблюдения объектов (получения РЛИ);
- передача полученных КА данных через спутник-ретранслятор «Луч» обеспечивала высокую оперативность их последующей обработки и доведения до потребителей информации.

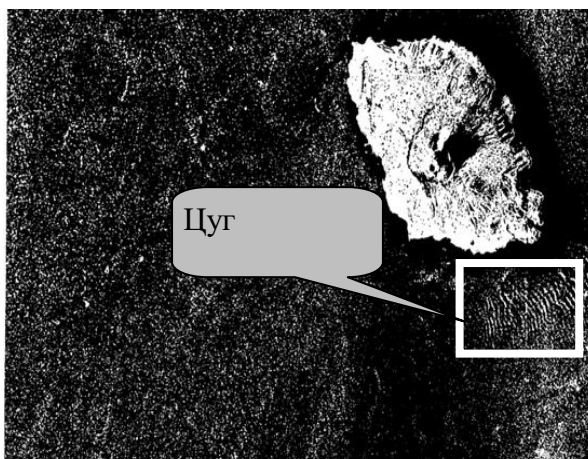
В то же время нельзя не отметить и существенные недостатки этого космического аппарата:

- значительные массо-габаритные характеристики (масса КА – свыше 18 тонн, масса РСА – около 4 тонн) и необходимость вывода на орбиту тяжелыми ракетами-носителями типа «Протон» (аналогичные зарубежные КА имели массу не более 2-3 тонн и массу РСА – несколько сотен кг);
- малое время активного существования на орбите (31.03.91-17.10.92) не позволило получить больший практический эффект от его применения по целевому назначению (зарубежные



КА аналогичного типа функционировали по 5-15 лет) и требовало для поддержания нужного состава орбитальной группировки большого количества запусков КА, что сопряжено со значительными финансовыми затратами;

– один режим обзора не обеспечивал необходимой гибкости при решении различного класса задач и не позволял оптимально сочетать обзорные режимы с худшим разрешением (100-300 м) с детальными режимами (разрешение – единицы-десятки метров).



а)



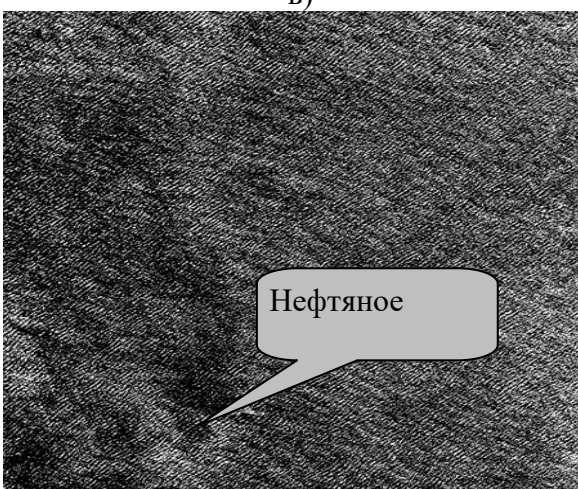
б)



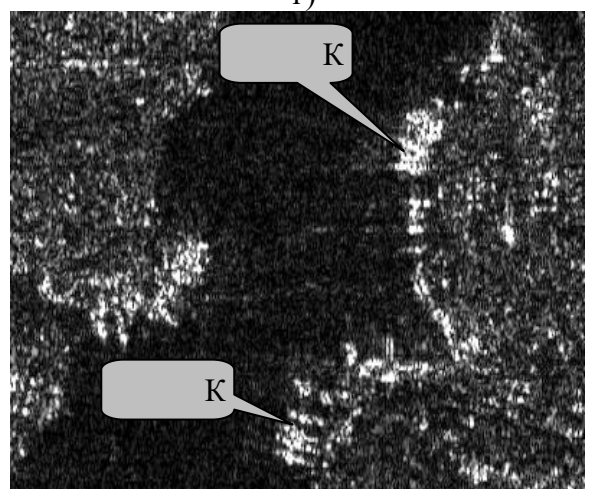
в)



г)



д)



е)



Рисунок 4.17 – Полученные с помощью КА «Алмаз-1» радиолокационные изображения: а) цуга внутренних волн около острова Осима (Япония); б) разрывных течений в Черном море у южного побережья Крыма (район Алушты); в) Гельголандской бухты Северного моря; г) песчаных банок и нефтяных платформ в Северном море; д) волнения и зыби в восточной части Норвежского моря; е) Севастопольской бухты

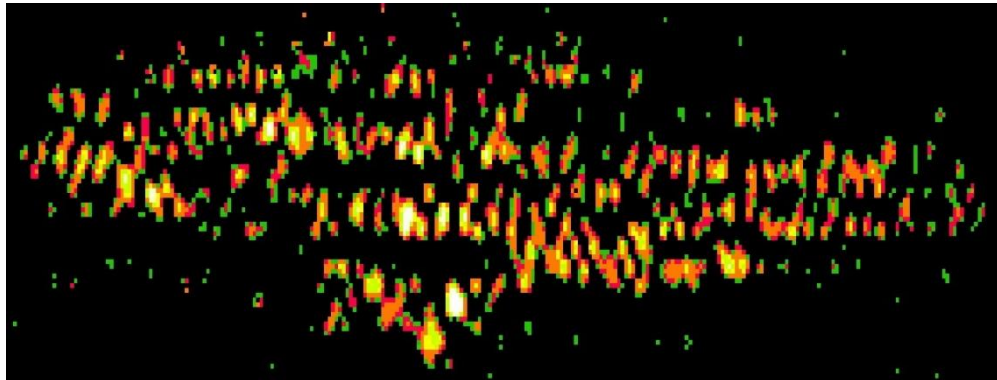


Рисунок 4.18 – Радиолокационное изображение надводного корабля, полученное с помощью РСА ЭКОР-А1 (с разрешением 4×7 м)

Не оправдались расчеты и на получение большой прибыли от коммерческой реализации радиолокационных снимков, полученных КА «Алмаз-1». Вместо запланированных доходов в 2 млн. долларов от продаж снимков только в 1992 году, было получено около 250 тыс. долларов.

Обобщенный результат создания и применения КА «Алмаз-1» с РСА Меч-КУ» (ЭКОР-1А) в нашей стране, несомненно, положительный. Кроме реального практического эффекта и подтверждения основных теоретических положений по высокодетальной космической радиолокации, он позволил сформулировать и направления дальнейшего развития теории и практики создания и применения отечественных космических РСА.

В соответствии с утвержденной в 2006 году Концепцией развития российской КС дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года в нашей стране предусматривается создание космического комплекса (КК) всепогодного радиофизического наблюдения Мирового океана и КК высокодетального радиолокационного наблюдения. Учет опыта практического применения отечественных КА с РСА является, безусловно, полезным и необходимым при реализации основных идей Концепции в процессе создания (разработки и проведения летно-конструкторских испытаний) космических систем «Кондор», «Обзор-Р» и «Арктика-Р». Ожидается, что бортовые локаторы КА этих систем будут производить обзор морской поверхности с пространственным разрешением до 1-2 метров.

В 2013 году на околоземную орбиту был выведен малый космический аппарат «Кондор-Э» с универсальным многорежимным РСА ближнего дециметрового S-диапазона волн для обзора земной поверхности с пространственным разрешением до 1-2 м. Этот КА предназначен для

решения широкого круга задач, в том числе задач мониторинга океана и ледовой разведки, экологического мониторинга моря и суши, мониторинга чрезвычайных ситуаций и контроля судоходства.

В период проведения летно-конструкторских испытаний КА «Кондор-Э» практически подтверждена техническая возможность получения высокодетальных радиолокационных снимков с пространственным разрешением близким к оптическому диапазону (рисунок 4.19). Для сравнения на рисунке 4.19 представлены радиолокационное и оптико-электронное изображения (РЛИ и ОЭИ) надводного корабля, зафиксированного в одном из пунктов базирования. Визуальный анализ позволяет сделать вывод о тождественности изображений.

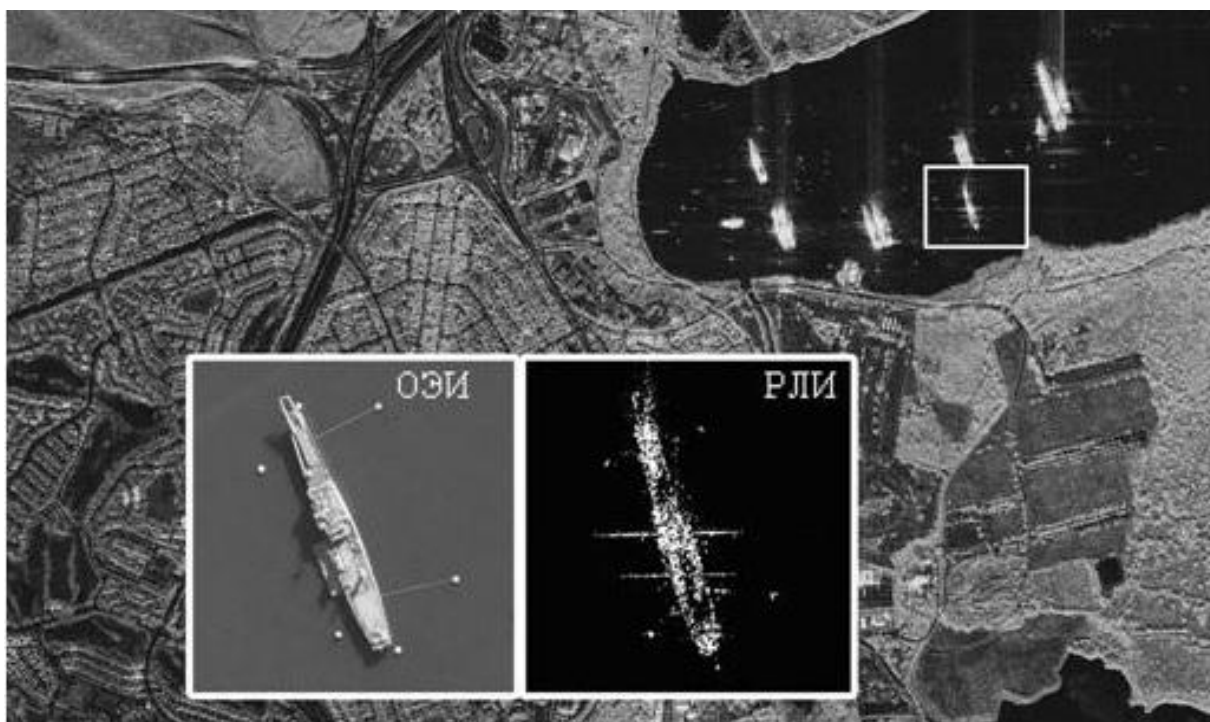


Рисунок 4.19 – Радиолокационное изображение надводного корабля, полученное с помощью РСА КА «Кондор-Э» (с разрешением 1-2 м)

Можно констатировать качественное отличие результатов мониторинга морской поверхности на протяжении полувека развития отечественной космической радиолокации:

- 70-80-е годы прошлого века – радиолокация с низким разрешением (1-2 км), распознавание обнаруженных одиночных объектов практически невозможно без априорной информации, в общем случае – низкая достоверность распознавания;

- на рубеже 80-90-х годов – появление отечественных КА с РСА, достигнутый уровень разрешения (12-15 м, иногда – 4-7 м) позволяет осуществлять распознавание одиночных объектов методом «скелетирования» (по совокупности 5-10 яркостных точек на их изображении), в отдельных случаях возможно распознавание больших кораблей (судов) методом «оконтуривания» (по совокупности 30-50 яркостных точек изображения, соответствующих контуру корабля или судна);

– 2010-е годы – получение РЛИ с разрешением 1-2 м (близких по качеству к оптико-электронным изображениям), переход к радиовидению.

Комплексное решение задач радиолокационного мониторинга в арктических районах планируется проводить в рамках проекта «Арктика-Р». Космическая система «Арктика-Р» в составе двух радиолокационных КА и наземных станций приема-передачи данных предназначена для информационного обеспечения хозяйственной деятельности в Арктическом регионе, включая обеспечение разработки месторождений на шельфе, мониторинг ледовой обстановки и чрезвычайных ситуаций, контроль судоходства и хозяйственной инфраструктуры, обновление и создание топографических и тематических карт и др.

Космический аппарат «Арктика-Р» должен с высокой оперативностью обеспечивать детальную, обзорную и маршрутную съемку с разрешением 1-2 м, 3-5 м и до 150 м соответственно. Периодичность получения результатов радиолокационного наблюдения объектов в арктических районах – 4-6 часов. Запуск космических аппаратов и начало штатной эксплуатации системы «Арктика-Р» планируется осуществить не позднее 2023 г.

В завершающей стадии находится разработка космического аппарата «Обзор-Р» (рисунок 4.20). На его борту установлен высокодетальный радиолокационный комплекс с синтезированной апертурой «Касатка-Р». Комплекс функционирует в нескольких режимах съемки, отличающихся степенью детальности и размерами получаемых радиолокационных изображений. При этом пространственное разрешение составляет 1-500 м, а ширина полосы захвата – 15-750 км. Запуск первого КА «Обзор-Р» планируется осуществить не позднее 2022 года.

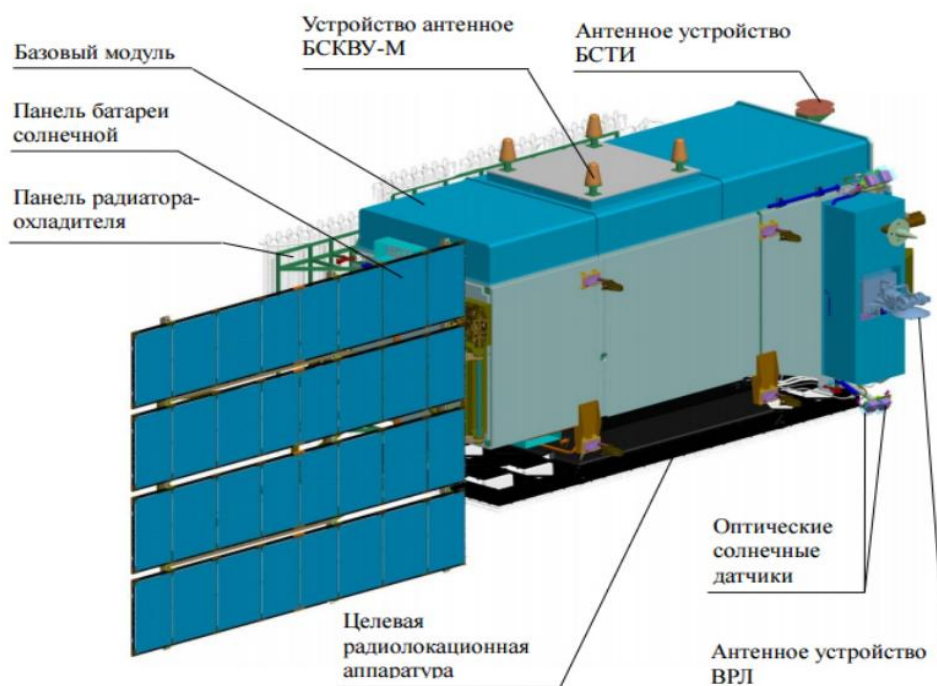


Рисунок 4.20 – Космический аппарат с радиолокатором высокого разрешения «Обзор-Р»

В целом, можно отметить наибольшую активность по запуску отечественных КА, решавших задачи радиолокационного и радиоэлектронного мониторинга земной поверхности, в 70-е – 80-е годы прошлого века (до 12-15% от общего количества запусков КА). В последующие годы количество запусков отечественных КА, решающих задачи РЛ и РЭ ММП резко (на порядок) сократилось.

Был получен большой опыт эксплуатации таких КА. Применение ядерной энергетической установки в качестве источника энергии для КА радиолокационной разведки (РЛР) в системе МКРЦ до сих пор не имеет аналогов в мире. Высокая оперативность доведения информации до потребителей обеспечивалась реализацией на борту КА режима передачи данных об обстановке в реальном масштабе времени. Сочетание разнородных источников данных (активной и пассивной радиолокации) в одной системе (МКРЦ) позволяло существенно повысить достоверность добываемой информации.

Дополнительным фактором, повышающим вероятность правильной классификации обнаруженных объектов, был информационный обмен между различными комическими системами. Большой объем различных народно-хозяйственных задач решался на основе данных, получаемых от КА океанографической космической системы «Океан». При создании и эксплуатации космических систем КОСПАС-САРСАТ и «Океан» накоплен определенный опыт международного сотрудничества.

Вместе с тем опыт эксплуатации отечественных космических систем радиолокационного и радиоэлектронного мониторинга земной поверхности выявил и ряд существенных недостатков:

- зачастую проявлялся «эффект неоднозначности» местоопределения источника радиоизлучения, связанный с особенностями применения фазового метода его пеленгации на земной поверхности;
- кратковременный энергетический контакт низкоорбитных КА РТР с ИРИ (нахождение КА в зоне радиовидимости ИРИ не превышало нескольких минут) не позволял зафиксировать достаточно большую выборку радиотехнических параметров ИРИ, необходимую для его достоверной классификации;
- низкая (единицы км) разрешающая способность РЛС, устанавливаемых на КА, не обеспечивала высокую достоверность распознавания обнаруженных объектов мониторинга при отсутствии или большом времени устаревания априорных данных об этих объектах;
- большое количество «мешающих объектов», фиксируемых БСК КА, (мощные береговые РЛС, малые острова, гидрометеобразования и т.п.) затрудняли процесс обработки полученных данных о морских объектах;
- ограниченное время активного функционирования КА на орбите приводило к необходимости более частого их запуска и, соответственно, было связано с существенными материальными затратами;
- для получения приемлемых (для решения большинства задач) значений периодичности обнаружения объектов наблюдения в низких широтах (десятки минут – единицы часов) требовалось иметь в составе орбитальной группировки не менее 6 низкоорбитных КА;
- ограниченность общего количества отечественных РЛИ с высоким разрешением

вынуждала обращаться к зарубежным данным, что снижало оперативность получения необходимой информации и требовало дополнительных финансовых затрат.

В настоящее время на орбите отсутствуют отечественные КА с РСА.

#### **4.4.4 Прогнозирование результатов применения космических систем**

Прогнозирование результатов применения КС неразрывно связано с процессом их создания, необходимостью обоснования характеристик бортовых специальных комплексов, количественного состава и баллистической структуры орбитальных группировок КА. Для выполнения такого прогноза применяется различные технические и программные средства, в том числе в течение последних двадцати лет – имитационно-моделирующий комплекс (ИМК) информационных космических систем, программное обеспечение которого в настоящее время поддерживается в актуальном состоянии в Санкт-Петербургском научном центре РАН и Санкт-Петербургском отделении Секции прикладных проблем при Президиуме РАН.

Обычно прогнозные задачи связаны с априорной оценкой (расчетом показателей) эффективности применения КС, ее свойств и возможностей. Далее для удобства (в соответствии с сущностью исследуемых процессов) процедура получения этих оценок будет называться прогнозированием результатов применения КС. Его содержанием является трансформация массива исходных данных в оценки искомых показателей с помощью сценарно-временного метода прогнозирования результатов применения космических систем РЛ и РЭ ММП (далее – метода), в котором, с одной стороны, осуществляется моделирование процесса функционирования КС (от орбитального движения КА до распознавания объекта на пункте приема информации (ППИ) в условиях фоно-целевой обстановки различной степени сложности), а с другой – моделирование действий морского объекта (далее – объекта) путем розыгрыша некоторого количества сценариев, имитирующих неопределенность его возможного положения и состояния («обнаружен» или «не обнаружен»).

При каждом пролете КА над неподвижной (динамичной) областью возможного положения объекта (ОВПО) (с учетом принятых ограничений по границам этой области и скорости перемещения объекта) по всем сценариям возможных действий объекта воспроизводятся явления (опыты), благоприятный исход которых (объект попал в полосу обзора КА, зафиксирован его бортовым специальным комплексом, информация об объекте получена на ППИ, объект распознан) означает появление события «обнаружение объекта». В противном случае объект считается не обнаруженным. С целью обеспечения приемлемых для прогнозных расчетов точности и надежности получаемых оценок (доверительного интервала 0,05 и доверительной вероятности 0,7-0,9) выбрано 100 сценариев возможных действий объекта.

Для удобства прогнозирования аналитические зависимости и логические условия

применяемых математических моделей трансформированы в компьютерную модель на языке программирования высокого уровня. Пример получения и отображения результатов одной реализации при моделировании процесса функционирования КС (интервал оценки – 3 суток) и 10 сценариях (m) действий объекта представлен на рисунке 4.21.

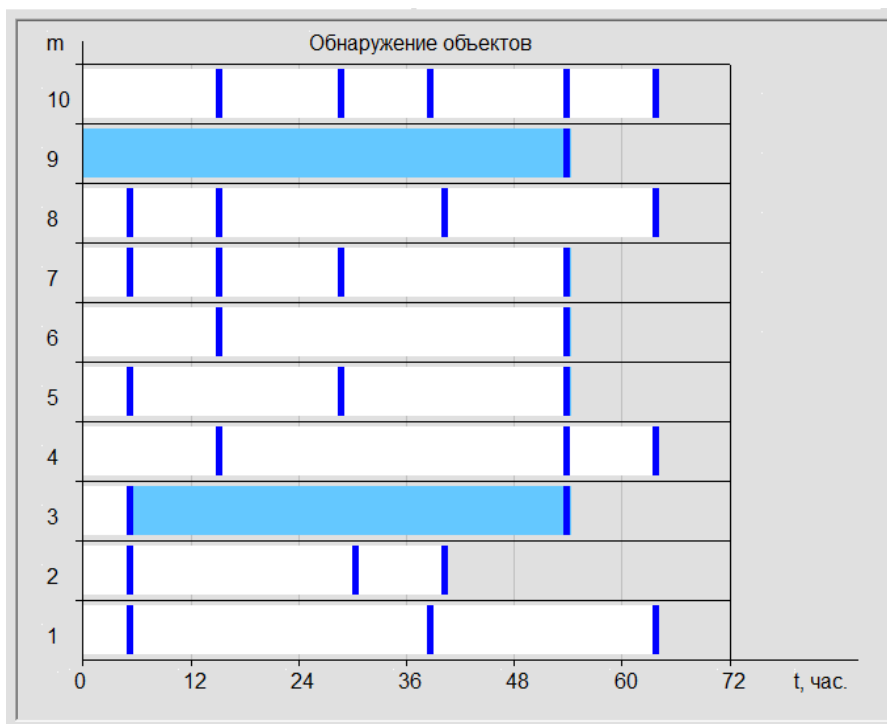


Рисунок 4.21 – Отображение результатов одной реализации при моделировании процесса функционирования КС и 10 сценариях действий объекта

Представленные результаты могут быть интерпретированы следующим образом. Всего на интервале оценки произошло 8 информативных пролетов КА через ОВПО. Количество благоприятных исходов опытов (обозначены на рисунке утолщенными вертикальными отрезками) в каждом пролете различно (в первом пролете – 6, во втором – 5, в третьем – 3 и т.д.). Отношение количества благоприятных исходов опытов к количеству сценариев ( $m = 10$ ) позволяет получить оценку мгновенной вероятности обнаружения объекта в текущем пролете КА (в первом пролете – 0,6, во втором – 0,5, в третьем – 0,3 и т.д.). Пролонгация полученных оценок мгновенной вероятности обнаружения объекта на допустимое время устаревания данных и их нормирование интервалом оценки позволяют, в конечном итоге, получить искомую оценку вероятности слежения  $W_{сл.}$  за ним.

Количество благоприятных исходов опытов по каждому из сценариев на интервале оценки соответствует количеству обнаружений объекта (по первому сценарию – 3, по второму – 3, по третьему – 2 и т.д.), а его последующее нормирование по этому интервалу (в сутках) – количеству

обнаружений в сутки. Для практических целей часто используют усредненное по всем сценариям, а при более детальном исследовании – минимальное и максимальное значения данного показателя ( $k_{\text{ср.}}$ ,  $k_{\text{мин.}}$  и  $k_{\text{макс.}}$  соответственно).

Измерение интервалов времени между обнаружениями объекта (при его действиях по всем сценариям) и их последующая статистическая обработка позволяют построить дифференциальный и интегральный законы распределения вероятностей попадания в такие временные интервалы. Для понимания и удобства восприятия может быть задан определенный уровень вероятности (например, 0,8) попадания в интервалы времени между обнаружениями объекта  $T_{0,8}$  при равновероятном времени начала решения задачи мониторинга. На рисунке такие интервалы показаны белым цветом. На практике это означает, что время ожидания последующего обнаружения объекта (с вероятностью не ниже 0,8) не превысит максимального значения таких интервалов. Интервалы, превышающие это значение, показаны на рисунке более темным цветом (третий и девятый сценарии действий объекта).

Иными словами, результаты моделирования процесса функционирования КС (при различных сценариях действий объекта) позволяют после их статистической обработки получать искомые оценки прогноза результатов применения систем по целевому назначению. Путем добавления блоков ввода исходных данных, накопления результатов моделирования, их статистической обработки и визуализации получаемых оценок показателей в удобном для выполнения исследований виде производится преобразование компьютерных моделей в компьютерную методику в рамках разработанного метода.

Получаемые с помощью разработанного метода, компьютерных моделей и методики зависимости представленных выше показателей  $W_{\text{сл.}}$ ,  $k_{\text{ср.}}$ ,  $T_{0,8}$  от заданных условий (границ ОВПО, маршрутов и скоростей перемещения объекта, допустимого времени устаревания данных, состава и баллистической структуры орбитальной группировки КА, характеристик БСК и т.д.) позволяют на выбранном интервале оценки составить достаточно полный прогноз результатов применения космических систем РЛ и РЭ ММП. Иллюстрацией такого прогноза являются оценки указанных показателей, выполненные для различных сценариев действий объекта в районах Баренцева, Белого, Черного и Японского морей, а также для трансокеанских переходов через Атлантический и Тихий океаны. Оценки выполнялись для КС РЛ ММП с орбитальной группировкой 1-12 КА типа «Кондор».

Установлено, что при высокой вероятности фиксации объекта ( $P_{\text{фикс.}} = 0,9$ ) и большом допустимом времени устаревания данных ( $T_{\text{уст.}} = 1$  сутки и выше) практически достаточно одного-двух КА для решения задачи слежения за объектом в рассматриваемых районах ( $W_{\text{сл.}} = 0,77-1,00$ ), а при малом ( $T_{\text{уст.}} = 1$  час) – даже при шести КА в составе ОГ слежение за объектом будет

проблематичным ( $W_{сл.} = 0,25-0,73$ ). Резкое (до восьмикратного) изменение интервала времени между обнаружениями объекта  $T_{0,8}$  происходит при наращивании ОГ до двух-трех КА, при дальнейшем увеличении состава орбитальной группировки этот параметр изменяется более плавно. Приемлемые для решения большинства практических задач интервалы времени между обнаружениями объекта ( $T_{0,8} = 1,5-6$  часов) могут быть получены при составе ОГ 4-6 КА в высоких широтах; в низких широтах даже при 6 КА этот показатель не лучше 6,5 часа.

В целом, интервал времени между обнаружениями объекта с вероятностью, не ниже заданной, является сильно вариативным показателем. Он изменяется в широких пределах и зависит не только от широты, но и долготы района наблюдения. В настоящее время он изучен недостаточно, и требуются дополнительные исследования для его оценки и интерпретации применительно к характеру решаемых задач, составу орбитальной группировки и характеристикам бортовых спецкомплексов КА. Имея в виду существенную зависимость периодичности не только от широты, но и от долготы района наблюдения (при ограниченных составах орбитальных группировок КА), целесообразно для каждой КС составлять карту периодичности обнаружения морских объектов (рисунок 4.22).

Количество обнаружений объекта в сутки  $k_{ср.}$  (в отличие от других показателей) практически прямо пропорционально количеству КА в орбитальной группировке. В среднем, количество обнаружений в сутки для районов Баренцева и Белого морей при последовательном наращивании ОГ от одного до шести КА составляет 4,4-27,5 и 2,3-15,4 соответственно; для низкоширотных районов этот показатель примерно в два раза хуже, и при орбитальной группировке 6 КА он не превышает 6,8-8,0. Данный показатель, в определенном смысле, можно считать усредняющим и иллюстрирующим потенциальные возможности КС при гипотетически равномерном распределении обнаружений объекта. Однако на практике возможно лишь некоторое приближение к реализации этих возможностей при оптимизации баллистической структуры орбитальной группировки и характеристик КА.



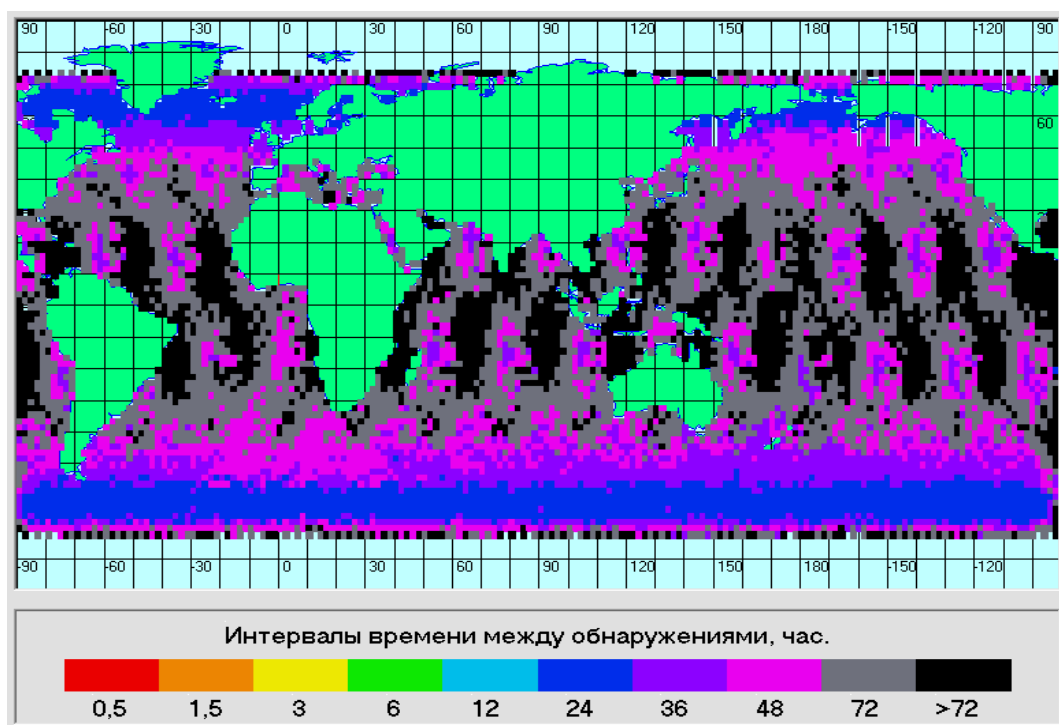


Рисунок 4.22 – Глобальная карта периодичности обнаружения морского объекта при 100 сценариях его возможных действий (состав ОГ – 1 КА, интервал оценки – 6 суток, вариант)

При прогнозировании результатов применения космических радиолокационных систем в интересах информационного обеспечения трансокеанских переходов введен дополнительный показатель – максимальное время, необходимое для обнаружения объекта с момента начала перехода  $T_{обн.}$ . Одновременно исследовалось влияние вероятности фиксации объекта  $P_{фикс.}$  на оцениваемые показатели. Было установлено, что при ограниченных составах орбитальной группировки (1-3 КА) и низкой вероятности фиксации объекта ( $P_{фикс.} = 0,2$ ) объект может быть не обнаружен на этапе перехода (ОГ – 1 КА), или время, необходимое для его обнаружения, составит 5-8 суток (ОГ – 2-3 КА). Максимальный интервал времени между обнаружениями объекта с вероятностью не ниже 0,8 (при  $P_{фикс.} = 0,2$ ) для 3-х КА составляет 3-5 суток (треть или половина маршрута перехода). Количество обнаружений объекта в сутки  $k_{ср.}$  для указанных условий не превышает 0,5-1,3, что связано с различными широтными диапазонами маршрутов переходов.

Результаты исследований показали, что для практических целей (обнаружения объекта в первой трети маршрута перехода и периодического (3-4 раза в сутки) наблюдения за ним)  $P_{фикс.}$  должна быть не менее 0,5, а состав ОГ – не менее 3-6 КА. Кроме того, была выявлена значительная вариативность минимальных и максимальных значений отдельных показателей ( $k_{мин.}$ ,  $k_{макс.}$ ,  $T_{обн.}$ ) при ограниченном составе ОГ (1-3 КА). При этом средние показатели достаточно устойчивы. Для повышения достоверности получаемых результатов необходимо продолжить исследования в направлениях изменения других характеристик БСК КА, поиска рациональных

вариантов построения орбитальной группировки КА, варьирования исходных данных по моменту начала перехода объекта.

Рассмотренная иллюстрация является частным случаем полученного опыта (в смысле «совокупности знаний, навыков, умений, вынесенных кем-либо из практической деятельности») прогнозирования результатов применения космических систем РЛ и РЭ ММП. В целом, совокупность представленных результатов прогноза не противоречит полученным в результате многолетней эксплуатации характеристикам КС, решающих задачи РЛ ММП, но позволяет уточнять их применительно к особенностям функционирования этих систем в различных условиях обстановки, а также для перспективных КС, в том числе использующих другие методы фиксации объектов на морской поверхности.

Совершенно очевидно, что требуется развитие теории оценки эффективности применения космических радиолокационных систем, имеющих в своем составе КА с РСА. Даже оценки, выполненные с помощью приближенных методов, показывают, что, приемлемый (достаточно высокий) уровень информационных возможностей КС может быть получен при орбитальной группировке не менее 3-6 КА.

Большой интерес вызывает и возможность применения КА с РСА с более высоких орбит. Переход с высот орбит 300-600 км на 1000-1500 км связан с применением более мощных источников электропитания на борту КА. Такой опыт в нашей стране уже имеется. Применение ядерных энергоустановок позволит создавать в перспективе значительно более эффективные КА, имеющие полосу обзора не менее  $2 \times 1000$  км и не ограниченное электроэнергией время работы на витке.

Важное значение, особенно применительно к мобильным объектам наблюдения, имеет высокая оперативность доведения информации до потребителей. В современных КС это время уже доводится до 1 часа за счет использования спутников-ретрансляторов и высокоскоростных (лазерных) линий обмена информацией.

По-прежнему перспективно комплексирование разнородной информации об объектах и явлениях на морской поверхности от разнотипных космических источников информации. Подобная задача в настоящее время успешно решается Европейским космическим агентством в рамках программы «Коперник» с разнотипными КА «Сентинел».

Таким образом, опыт разработки и практического применения отечественных космических систем радиолокационного и радиоэлектронного мониторинга морской поверхности свидетельствует о, несомненно, высоком уровне российской науки и больших потенциальных возможностях нашей страны по воссозданию орбитальных группировок космических аппаратов этих систем и их эффективному использованию по целевому назначению.

#### 4.4.5 Прогнозирование результатов применения космических систем по маршруту Северного морского пути

В настоящее время существенно возросла активность действий в Арктической зоне. Важнейшей составляющей этой деятельности является судоходство по Северному морскому пути. Специфика судоходства в Арктической зоне неразрывно связана с необходимостью его всестороннего информационного обеспечения. Среди задач информационного обеспечения особое место занимают позиционирование морских судов на всем протяжении Северного морского пути и контроль ледовой обстановки по маршруту движения. Для позиционирования морских судов могут привлекаться различные технические средства. Теоретические исследования показали, а практический опыт убедительно подтвердил, что одним из наиболее эффективных средств, позволяющих круглосуточно регулярно обновлять информацию о надводной обстановке в любых погодных условиях и своевременно доводить ее до потребителей, являются космические системы (КС) радиолокационного наблюдения (РЛН). Применение отечественных космических аппаратов (КА) РЛН космической системы «Океан», КА «Алмаз-1» и «Кондор-Э» продемонстрировали достигнутые в нашей стране возможности по созданию и успешной эксплуатации подобных систем. При этом непрерывно улучшалось качество получаемых с борта КА космических радиолокационных изображений (РЛИ).

Большой интерес вызывает вопрос о количестве КА РЛН, необходимых для наблюдения за морскими судами по маршруту Северного морского пути. Для получения ответа на этот вопрос удобно использовать имитационно-моделирующий комплекс информационных космических систем.

В качестве показателей, характеризующих процесс прогнозирования результатов применения КС, представляется целесообразным выбрать следующие:

- максимальное время, необходимое для обнаружения ОН;
- среднюю вероятность слежения за ОН;
- максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже заданной;
- максимальное время ожидания обнаружения ОН с вероятностью не ниже заданной;
- количество обнаружений в сутки;
- средний интервал времени между обнаружениями.

Исходные данные для прогноза результатов применения КС:

- состав орбитальной группировки (ОГ) – 1, 3, 6 КА;
- высота орбиты КА – 500 км;
- наклонение орбиты КА – 75°;
- долготы восходящих узлов КА распределены равномерно и составляют:  $\Omega_1 = 0^\circ$ ,  $\Omega_2 = 120^\circ$ ,  $\Omega_3 = -120^\circ$ ,  $\Omega_4 = 60^\circ$ ,  $\Omega_5 = 180^\circ$ ,  $\Omega_6 = -60^\circ$ ;
- интервал времени при прохождении восходящих узлов соседними КА при полной (6 КА) орбитальной группировке – 14 минут;

- отстояние внешней границы полосы обзора КА от подспутниковой точки – 750 км;
- отстояние внутренней границы полосы обзора КА от подспутниковой точки – 250 км;
- вероятность фиксации объекта при попадании его в полосу обзора бортового специального комплекса КА – 0,9;
- вероятность вступления в связь с КА и вероятность функционирования КА в сложных условиях – 1;
- количество разыгрываемых объектов, имитирующих неопределенность положения ОН – 100;
- радиус области возможного положения ОН – 50 миль;
- допустимое время устаревания данных об ОН – 1 час; 6 часов;
- интервал оценки – 12 суток.

Основные исходные данные (координаты маршрутных точек (МТ) и скорости ОН) по маршруту Северного морского пути представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Исходные данные по маршруту перемещения ОН

№ МТ	Координаты МТ		Скорость ОН, узл.
	Широта, град.	Долгота, град.	
1	66	-170	12
2	72	170	12
3	72	120	12
4	78	100	12
5	70	60	12
6	70	30	12

Результаты прогноза применения КС на маршруте перехода объекта наблюдения по Северному морскому пути представлены на рисунках 4.23-25 и в таблице 4.6. Для большей достоверности получаемых оценок моделирование процесса движения ОН по маршруту Северного морского пути осуществлялось как в направлении с востока на запад (вариант 1), так и с запада на восток (вариант 2). В таблице 4.6 в числителе каждой дроби приведены соответствующие оценки при движении ОН по варианту 1, а в знаменателе – по варианту 2. Для удобства обозначения оцениваемых показателей в таблице 4.6 соответствуют их обозначениям на рисунках 4.4.9-4.4.11.

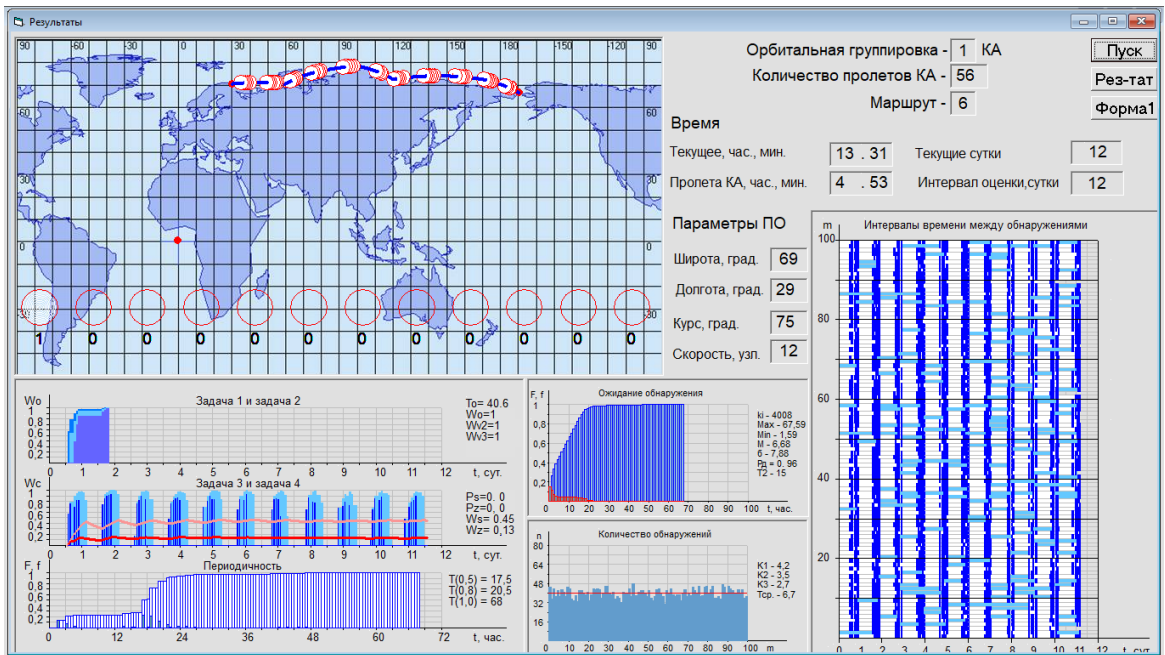


Рисунок 4.23 – Графическое представление результатов прогноза применения КС на маршруте перехода объекта наблюдения по Северному морскому пути (вар. 1, состав ОГ – 1 КА)

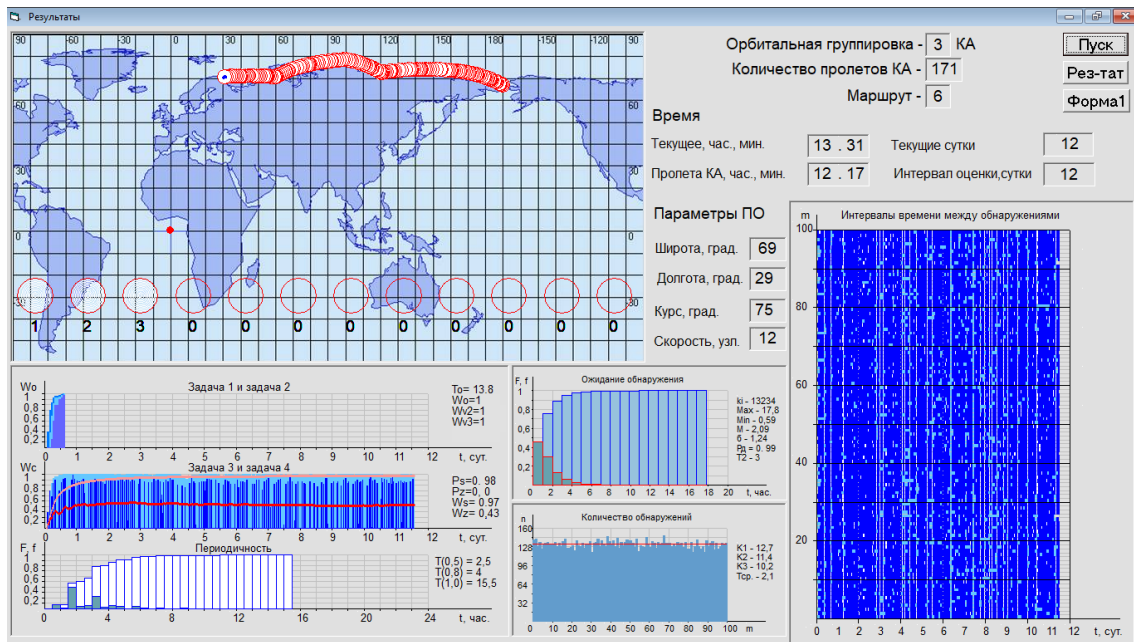


Рисунок 4.24 – Графическое представление результатов прогноза применения КС на маршруте перехода объекта наблюдения по Северному морскому пути (вар. 1, состав ОГ – 3 КА)

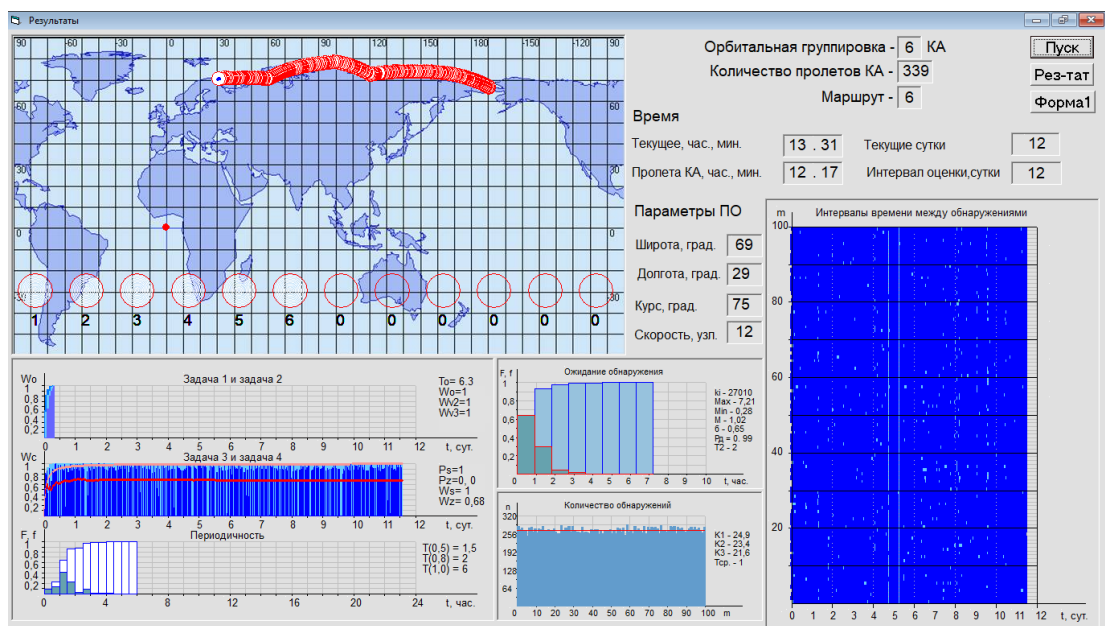


Рисунок 4.25 – Графическое представление результатов прогноза применения КС на маршруте перехода объекта наблюдения по Северному морскому пути (вар. 1, состав ОГ – 6 КА)

Таблица 4.6 – Основные результаты прогноза применения КС на маршруте перехода ОН по Северному морскому пути

№ п/п	Показатель	Количество КА		
		1	3	6
1	Максимальное время, необходимое для обнаружения ОН, час ( $T_0$ )	40,6/23,2	13,8/7,6	6,3/5,7
2	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 1 час) ( $W_z$ )	0,13/0,14	0,43/0,43	0,68/0,67
3	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 6 часов) ( $W_s$ )	0,45/0,46	0,97/0,98	1,0/1,0
4	Максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8 ( $T(0,8)$ )	20,5/19,0	4,0/4,5	2,0/2,0
5	Максимальное время ожидания обнаружения ОН с вероятностью не ниже 0,8 ( $T_2$ )	15,0/14,0	3,0/3,0	2,0/2,0

Продолжение таблицы 4.6

6	Максимальное количество обнаружений ОН в сутки (К1)	4,2/4,2	12,7/12,6	24,9/24,2
7	Среднее количество обнаружений ОН в сутки (К2)	3,5/3,6	11,4/11,6	23,4/22,6
8	Минимальное количество обнаружений ОН в сутки (К3)	2,7/2,9	10,2/10,3	21,6/20,4
9	Среднее время между обнаружениями ОН, час (Тср.)	6,7/6,5	2,1/2,1	1,0/1,1

Анализ полученных оценок прогноза результатов применения КС радиолокационного наблюдения за судоходством по маршруту Северного морского пути показал следующее:

- вероятностные показатели прогноза результатов применения КС практически прямо пропорциональны, а временные – обратно пропорциональны количеству КА в ОГ;
- полученные оценки при расчетах по варианту 1 и варианту 2 отличаются несущественно, за исключением максимального времени, необходимого для обнаружения ОН при составе ОГ 1-3 КА, что связано с особенностями имитации неопределенности для различных сценариев действий объекта наблюдения;
- неопределенность реального нахождения ОН в области его возможного положения приводит к значительному отклонению средних показателей от максимальных (например, при составе ОГ 1 КА среднее время между обнаружениями ОН составляет 6,5-6,7 часа, а максимальное время решения задачи обнаружения, когда каждый объект, имитирующий неопределенность его положения, обнаружен хотя бы 1 раз – 23,2-40,6 часа);
- сравнительно приемлемым для решения задач наблюдения является состав ОГ 3 КА, при этом ОН обнаруживается в среднем 1 раз за 2 часа;
- средняя вероятность слежения за ОН при времени устаревания данных 1 час невысока и не превышает 0,13-0,43 при составе ОГ 1- 3 КА;
- при времени устаревания данных 6 часов средняя вероятность слежения за ОН существенно повышается и составляет 0,45-1,0 при составе ОГ 1- 6 КА;
- максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8 при наращивании ОГ до 3-6 КА сокращается до 2,0-4,5 часа (при нахождении на орбите только одного КА этот показатель составляет 19,0-20,5 часа, т.е., около суток);
- наилучшие значения все показатели имеют при составе ОГ 6 КА, однако создание такой орбитальной группировки в ближайшей перспективе проблематично;

– при составе ОГ 6 КА максимальное время ожидания обнаружения ОН с вероятностью не ниже 0,8 составляет 2 часов, а в среднем ОН обнаруживается практически ежедневно.

Следует учитывать, что интервалы между обнаружениями ОН при ограниченном составе ОГ (1-3 КА) распределены неравномерно, поэтому для практических целей обязателен учет максимальных (наихудших) значений временных показателей. Кроме того, представленные оценки выполнены для двух вариантов начала движения ОН по маршруту перехода, в реальности таких вариантов может быть значительно больше.

Представленные результаты моделирования и приведенные оценки позволяют составить первичное представление о потенциальных возможностях КС при решении задачи наблюдения за ОН, осуществляющем переход по маршруту Северного морского пути. Информация об обстановке, получаемая от КС, при необходимости может использоваться в качестве исходных данных для других средств наблюдения (например, беспилотных летательных аппаратов). Для получения более полного объема знаний о данном процессе необходимо выполнить дополнительные исследования с использованием разработанной методики.

Результаты выполненных исследований, полученные с помощью имитационно-моделирующего комплекса информационных космических систем, могут быть использованы при создании перспективной космической системы наблюдения за морскими объектами в Арктической зоне, предназначенной для добывания информации о надводной обстановке (местоположении морских судов, ледовой обстановке) в заданных районах этой зоны и доведения ее до кораблей и судов, осуществляющих решение транспортных и иных задач по маршруту Северного морского пути.

В состав такой системы могут входить:

- информационно-управляющий центр (г. Мурманск);
- региональные центры приема и обработки информации (3-5 – на берегу по маршруту Северного морского пути);
- судовые (корабельные) комплексы приема и обработки информации (на кораблях и судах Арктической зоны);
- орбитальная группировка из малых космических аппаратов (МКА) дистанционного зондирования Земли;
- система связи и передачи данных.

Для выведения МКА на орбиту могут использоваться штатные средства выведения, доработанные с учетом особенностей МКА. Управление МКА может осуществляться штатными средствами наземного автоматизированного комплекса управления, в перспективе возможно



применение собственных мобильных (стационарных) комплексов управления. Применение МКА организуется по заявочно-беззапросному принципу: потребители информации установленным порядком подают соответствующие заявки на информационное обеспечение данными о надводной обстановке по маршруту Северного морского пути, на основе которых производится распределение ресурса работы бортового специального комплекса МКА с учетом ограничений в его работе. Формы (варианты) представления потребителям информации о надводной обстановке уточняются в ходе дальнейших исследований. Обоснование необходимого состава орбитальной группировки МКА и прогнозирование результатов применения системы может выполняться с помощью представленной выше методики.

Космическая система наблюдения за морскими объектами в Арктической зоне на базе малых космических аппаратов может создаваться как автономная система, так и входить в состав более крупной технической системы, осуществляющей решение задач информационного обеспечения потребителей по маршруту Северного морского пути. При разработке системы целесообразно использовать накопленный отечественный и зарубежный опыт по созданию и применению космических систем наблюдения за морскими объектами.

Таким образом, выполненные исследования по прогнозированию результатов применения космической системы радиолокационного наблюдения за судоходством по Северному морскому пути показали, что сравнительно приемлемым для решения поставленных задач является состав орбитальной группировки 3 КА с рассмотренными параметрами орбиты и характеристиками бортового специального комплекса. При этом объект наблюдения обнаруживается в среднем 1 раз за 2 часа. Информация об обстановке, получаемая от космической системы, при необходимости может использоваться в качестве исходных данных для других средств наблюдения (например, беспилотных летательных аппаратов). В перспективе возможно создание космической системы наблюдения за морскими объектами в Арктической зоне на базе малых космических аппаратов. Обоснование необходимого состава и структуры орбитальной группировки, характеристик бортовых специальных комплексов КА и прогнозирование результатов применения такой системы может выполняться с помощью представленной методики.

#### **4.4.6 Прогнозирование результатов применения космических систем в акватории Балтийского моря**

Для прогнозирования результатов применения космических систем в акватории Балтийского моря использовались исходные данные, указанные в п. 5 с учетом следующих особенностей:

- верхняя граница района наблюдения – 62°;
- нижняя граница района наблюдения – 58°;
- левая граница района наблюдения – 18°;
- правая граница района наблюдения – 22°;
- интервал оценки – 3, 6, 12 суток;
- скорость ОН – 10-20 узлов.

Результаты прогноза применения КС в акватории Балтийского моря представлены на рисунках 4.26-4.34 и в таблицах 4.7-4.9. Для большей достоверности получаемых оценок моделирование исследуемого процесса осуществлялось на различных интервалах времени, поскольку при малых орбитальных группировках КА возможны существенные различия в получаемых результатах. Увеличение интервалов оценки позволяет добиться стабилизации искомых показателей.

Сравнительный анализ проводился по четырем основным показателям прогноза:

- вероятности решения задачи слежения за ОН при допустимом времени устаревания данных 6 часов ( $W_s$ );
- вероятности решения задачи слежения за ОН при допустимом времени устаревания данных 1 час ( $W_z$ );
- максимальному интервалу времени между обнаружениями с вероятностью не ниже 0,8 ( $T(0,8)$ );
- среднему количеству обнаружений ОН в сутки ( $K_2$ ).

Таблица 4.7 – Основные результаты прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 1 КА)

№ п/п	Показатель	Интервал прогноза, сутки		
		3	6	12
1	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 6 часов) ( $W_s$ )	0,50	0,43	0,38
2	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 1 час) ( $W_z$ )	0,11	0,07	0,07
3	Максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8 ( $T(0,8)$ )	16,0	47,5	47,5
4	Среднее количество обнаружений ОН в сутки ( $K_2$ )	2,8	1,8	2,0

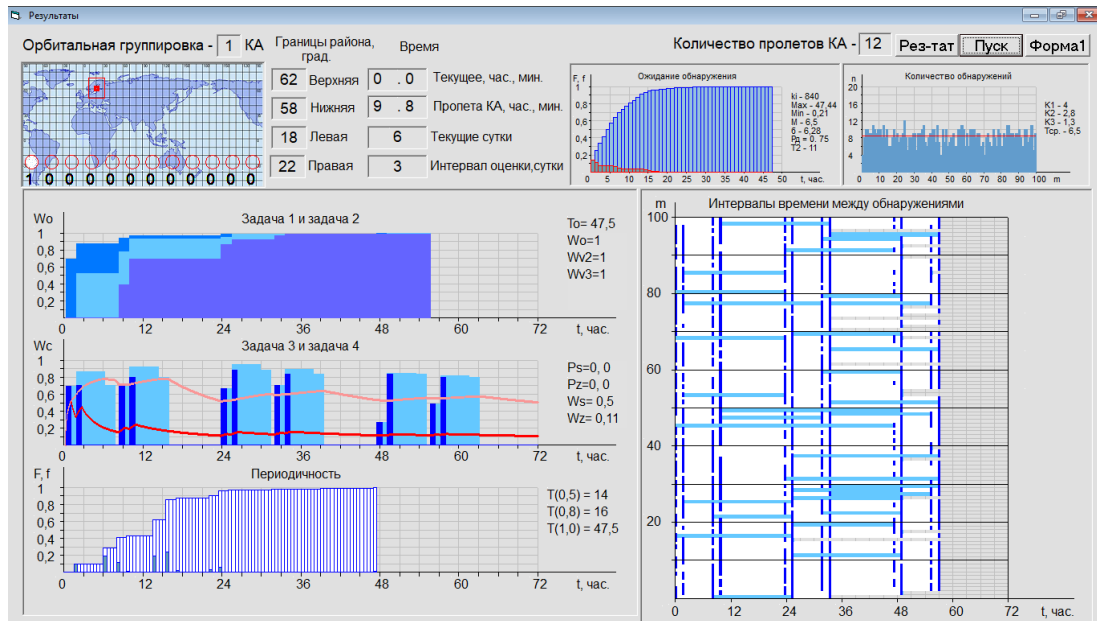


Рисунок 4.26 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 1 КА, интервал между оценки – 3 суток)

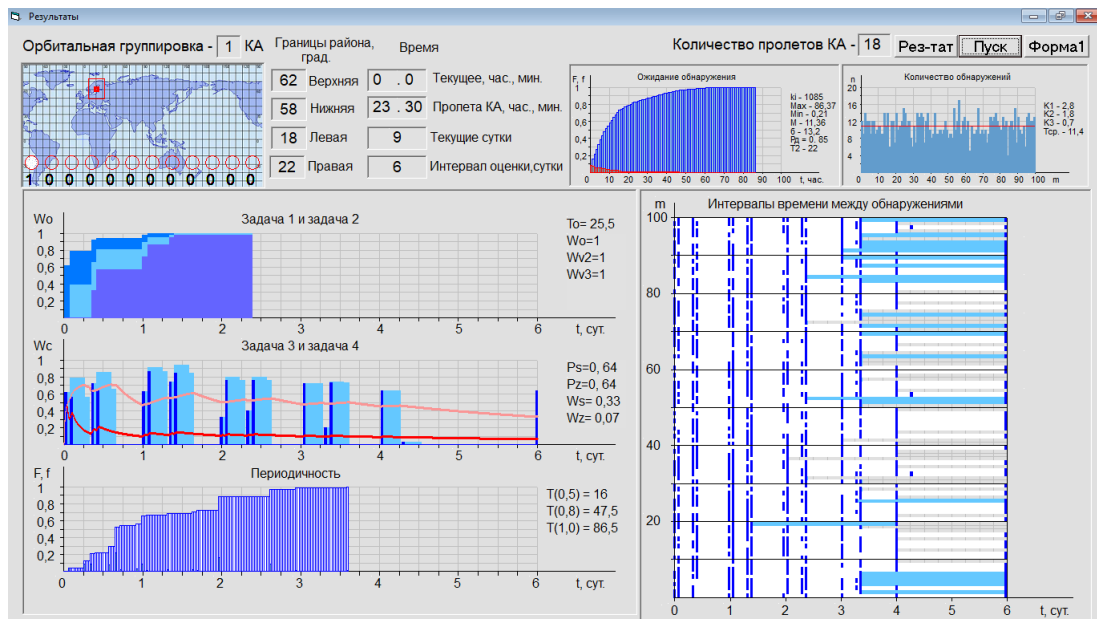


Рисунок 4.27 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 1 КА, интервал оценки – 6 суток)

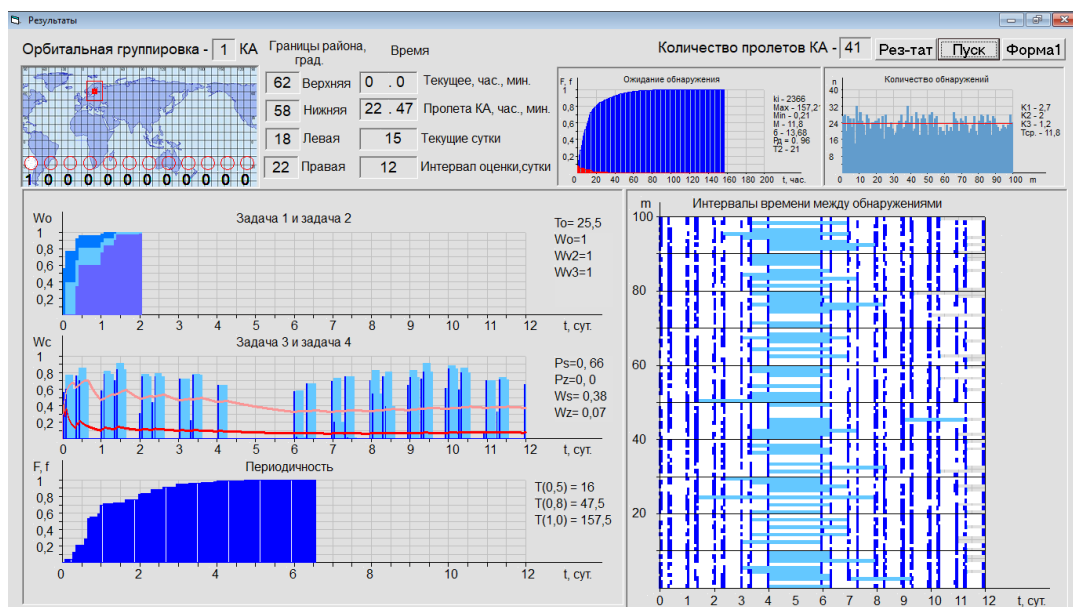


Рисунок 4.28 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 1 КА, интервал оценки – 12 суток)

Сравнение результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 1 КА) и их графическая визуализация показали:

- стабилизация оцениваемых показателей происходит на интервале оценки 12 суток;
- на интервале оценки 6 суток оцениваемые показатели существенно отличаются от результатов прогноза на трехсуточном интервале оценки (средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 6 часов)  $W_s$  уменьшилась с 0,5 до 0,38, максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8  $T(0,8)$  увеличился в 3 раза (с 16 часов до 47,5 часа), среднее количество обнаружений ОН в сутки  $K_2$  сократилось в 1,5 раза (с 2,8 до 1,8);
- основной причиной такого изменения оцениваемых показателей явился двухсуточный перерыв в обнаружениях объекта (между четвертыми и шестыми сутками); фиксация влияния такого перерыва возможна только на большом интервале оценки (6-12 суток);
- оценка результатов прогноза на двенадцатисуточном интервале потребовалась для подтверждения корректности оценок, полученных на шестисуточном интервале.

Таблица 4.8 – Основные результаты прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 3 КА)

п/п	Показатель	Интервал прогноза, сутки		
		3	6	1
	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 6 часов) ( $W_s$ )	0,92	0,72	0,79
	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 1 час) ( $W_z$ )	0,30	0,21	0,23
	Максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8 ( $T(0,8)$ )	7,0	1,6	8,5
	Среднее количество обнаружений ОН в сутки ( $K_2$ )	8,9	6,0	6,8

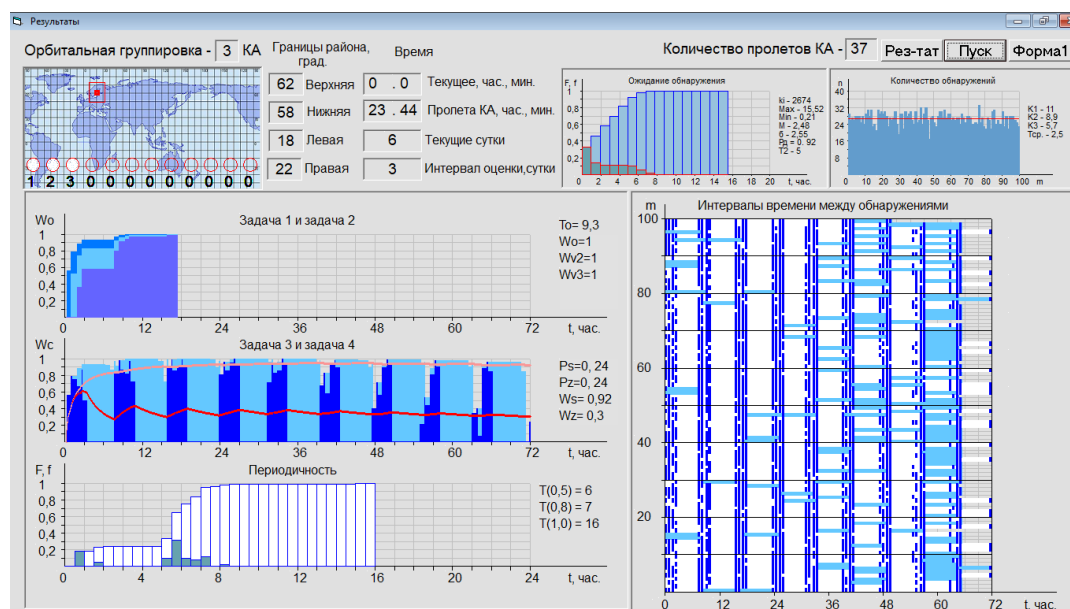


Рисунок 4.29 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 3 КА, интервал оценки – 3 суток)

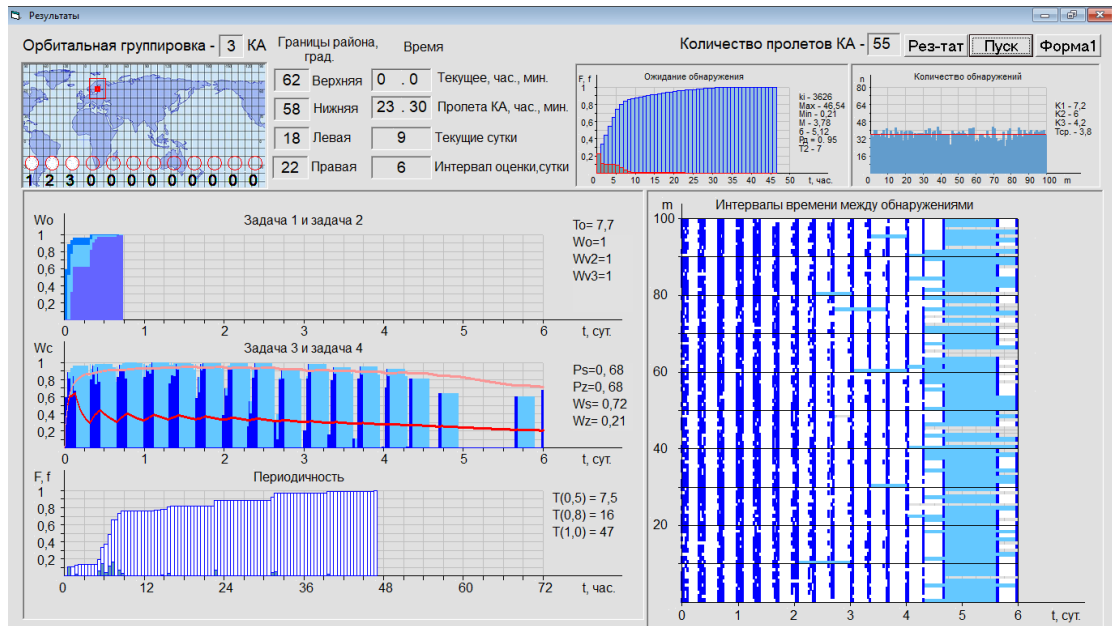


Рисунок 4.30 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 3 КА, интервал оценки – 6 суток)

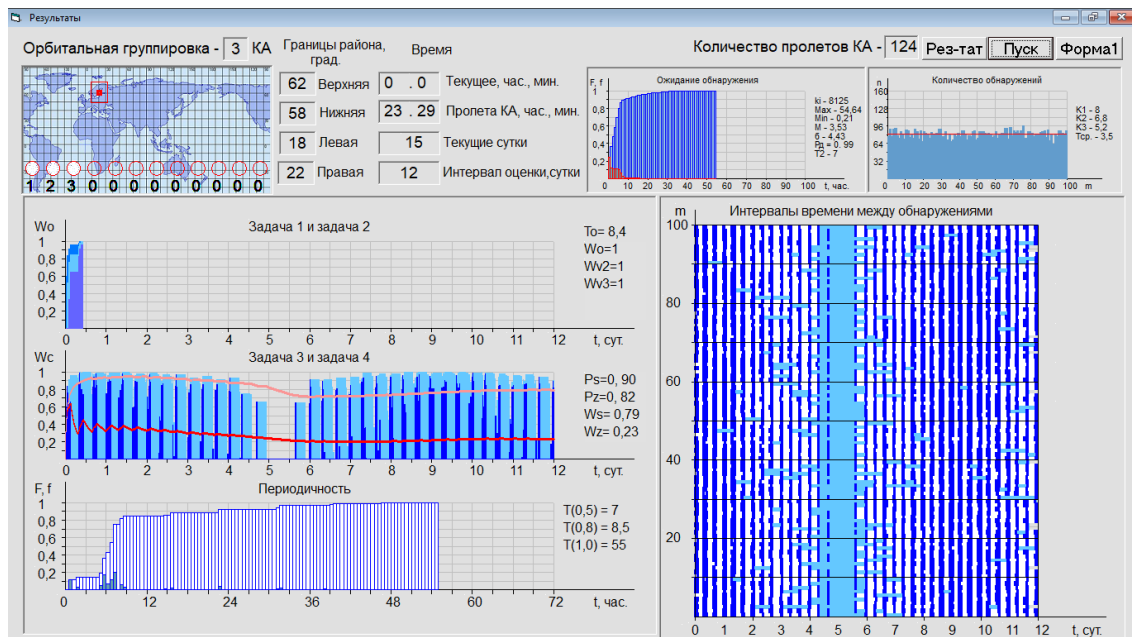


Рисунок 4.31 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 3 КА, интервал оценки – 12 суток)

Анализ результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 3 КА) и их графическая визуализация показали:

- стабилизация оцениваемых показателей происходит на интервале оценки 12 суток (за исключением максимального интервала времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже  $0,8 T(0,8)$ );
- на интервале оценки 6 суток оцениваемые показатели существенно отличаются от

результатов прогноза на трехсуточном интервале оценки (средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 6 часов)  $W_s$  уменьшилась с 0,92 до 0,72, максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8  $T(0,8)$  увеличился в 2,3 раза (с 7 до 16 часов), среднее количество обнаружений ОН в сутки  $K_2$  сократилось в 1,5 раза (с 8,9 до 6,0);

- на интервале оценки 12 суток показатели результатов прогноза применения КС незначительно (приблизительно на 10%) отличаются от результатов, полученных на шестисуточном интервале оценки (за исключением максимального интервала времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8  $T(0,8)$ );

- основной причиной такого колебания значений максимального интервала времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8  $T(0,8)$  явился указанный выше двухсуточный перерыв в обнаружениях объекта (между четвертыми и шестыми сутками);

- в связи с высокой вариативностью показателя  $T(0,8)$  на различных интервалах оценки (3, 6, 12 суток) целесообразно выполнить дополнительные исследования с различными исходными данными по ОГ КА.

Таблица 4.9 – Основные результаты прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 6 КА)

№ п/п	Показатель	Интервал прогноза, сутки		
		3	6	12
1	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 6 часов) ( $W_s$ )	0,98	0,98	0,99
2	Средняя вероятность слежения за ОН (время устаревания данных – 1 час) ( $W_z$ )	0,43	0,43	0,43
3	Максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8 ( $T(0,8)$ )	6,0	5,5	5,0
4	Среднее количество обнаружений ОН в сутки ( $K_2$ )	12,7	12,7	12,6

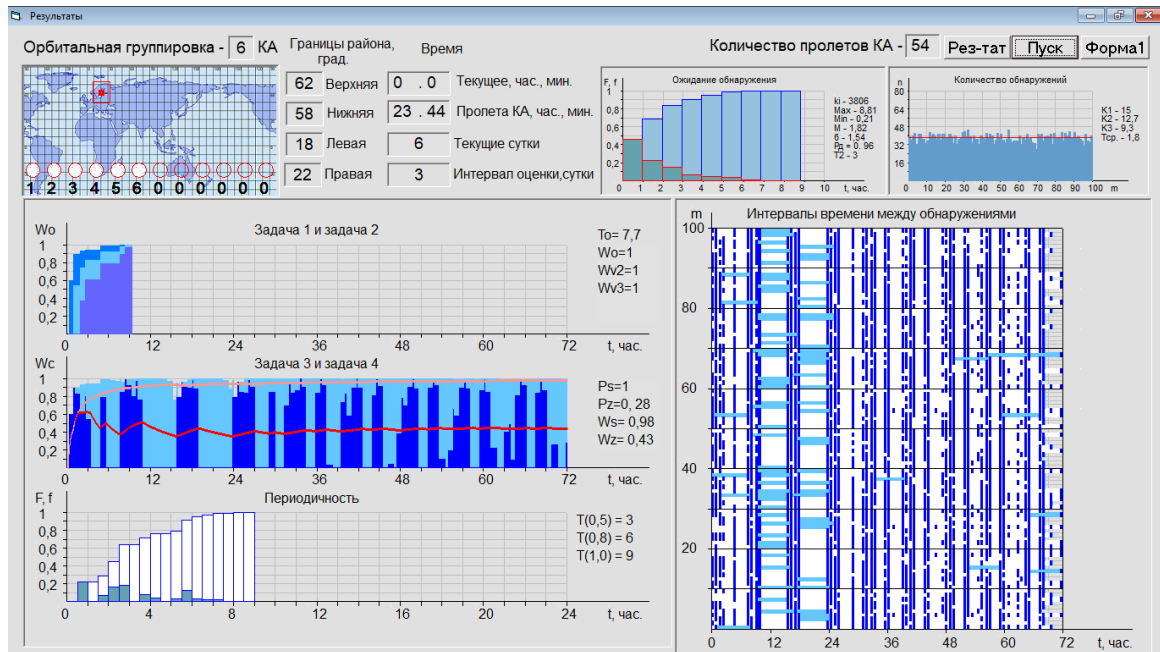


Рисунок 4.4.32 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 6 КА, интервал оценки – 3 суток)

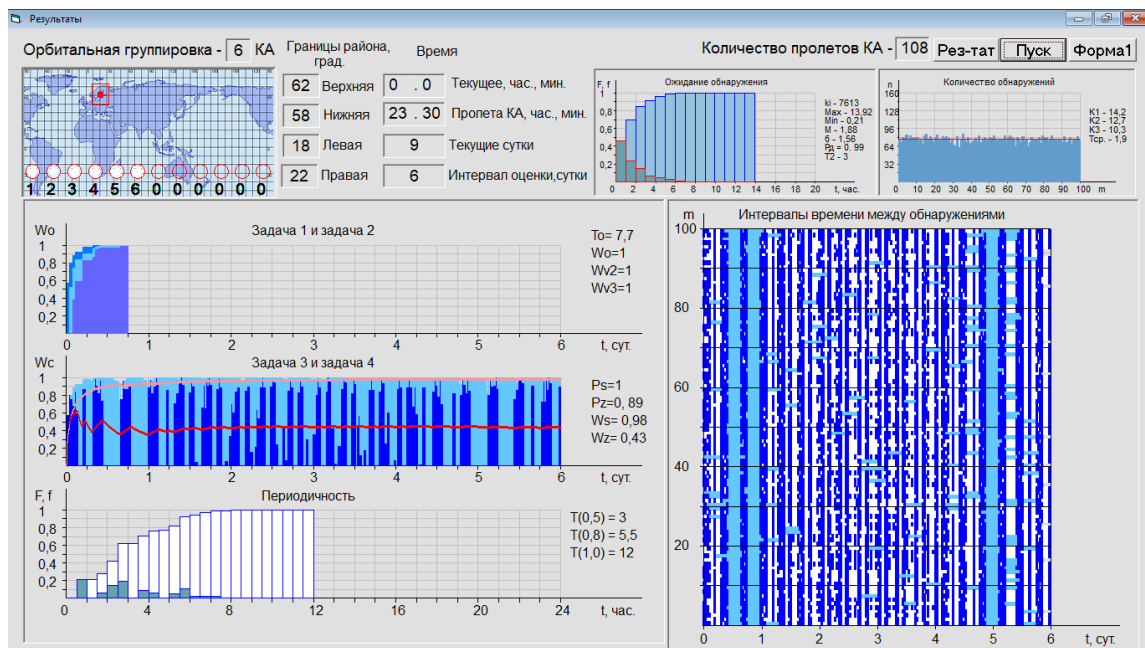


Рисунок 4.3.33 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 6 КА, интервал оценки – 6 суток)



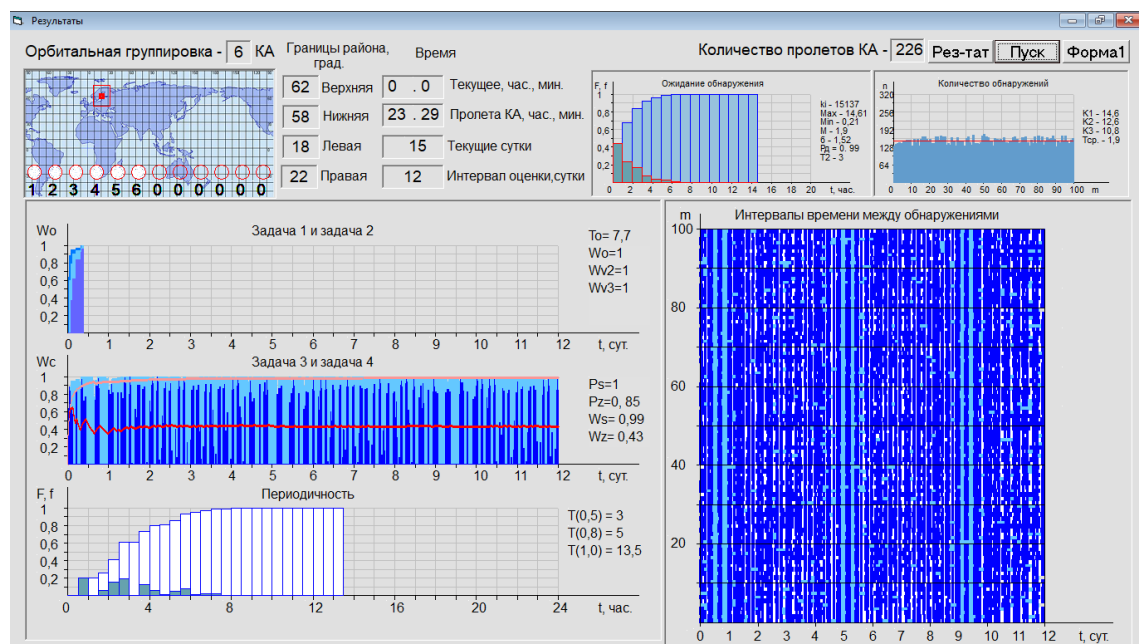


Рисунок 4.34 – Графическое представление результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 6 КА, интервал оценки – 12 суток)

Сравнение результатов прогноза применения КС в Балтийском море (состав ОГ – 6 КА) и их графическая визуализация показали:

- практически все оцениваемые показатели не зависят от интервала оценки (3, 6, 12 суток) (за исключением максимального интервала времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже  $0,8 T(0,8)$ );
- максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже  $0,8 T(0,8)$  незначительно уменьшается в зависимости от выбранного интервала оценки (с 6 часов на трехсуточном интервале до 5 часов – на двенадцатисуточном);
- при увеличении состава ОГ до 6 КА (с рассматриваемыми характеристиками их БСК) можно ограничиться трехсуточным интервалом оценки без существенного ущерба в точности получаемых оценок показателей прогноза результатов применения КСН.

Таким образом, получены результаты прогноза применения КС в акватории Балтийского моря. При наращивании орбитальной группировки от 1 до 6 КА вероятность слежения за объектами наблюдения увеличивается с 0,38 до 0,99 (при допустимом времени устаревания данных 6 часов) и с 0,07 до 0,43 (при допустимом времени устаревания данных 1 час), максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже  $0,8 T(0,8)$  сокращается с 47,5 часа до 5 часов, а среднее количество обнаружений объекта наблюдения возрастает с 2,0 до 12,6 раз в сутки, что свидетельствует о высоких потенциальных возможностях космических систем по решению задачи наблюдения за заданными объектами в акватории Балтийского моря. При малых составах орбитальной группировки (1-3 КА) целесообразно оценки

искомых показателей производить на интервалах 6-12 суток, при орбитальной группировке из 6 КА можно ограничиться трехсуточным интервалом.

## **Выводы**

1. Опыт разработки и практического применения отечественных космических систем радиолокационного и радиоэлектронного мониторинга морской поверхности наглядно подтверждает высокий уровень российской науки и большие потенциальные возможности нашей страны по воссозданию орбитальных группировок космических аппаратов этих систем и их эффективному использованию по целевому назначению.

2. Выполненные исследования по прогнозированию результатов применения космической системы радиолокационного наблюдения за судоходством по Северному морскому пути показали, что сравнительно приемлемым для решения поставленных задач является состав орбитальной группировки 3 КА с рассмотренными параметрами орбиты и характеристиками бортового специального комплекса. При этом объект наблюдения обнаруживается в среднем 1 раз за 2 часа. В перспективе возможно создание космической системы наблюдения за морскими объектами в Арктической зоне на базе малых космических аппаратов. Обоснование необходимого состава и структуры орбитальной группировки, характеристик бортовых специальных комплексов КА и прогнозирование результатов применения такой системы может выполняться с помощью представленной методики.

3. Получены результаты прогноза применения КС в акватории Балтийского моря. При наращивании орбитальной группировки от 1 до 6 КА вероятность слежения за объектами наблюдения увеличивается с 0,38 до 0,99 (при допустимом времени устаревания данных 6 часов) и с 0,07 до 0,43 (при допустимом времени устаревания данных 1 час), максимальный интервал времени между обнаружениями ОН с вероятностью не ниже 0,8 сокращается с 47,5 часа до 5 часов, а среднее количество обнаружений объекта наблюдения возрастает с 2,0 до 12,6 раз в сутки, что свидетельствует о высоких потенциальных возможностях космических систем по решению задачи наблюдения за заданными объектами в акватории Балтийского моря.

**Результаты проведенных исследований апробированы:**

- 9 апреля 2021 г. на открытой лекции на тему «Освоение космоса. История, современность и будущее отечественной и зарубежной космонавтики» (по тематике Года науки и технологий в России) в СПбНЦ РАН (Санкт-Петербурга);

- 2–4 июня 2021 г. на 32-й Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника» в Санкт-Петербурге;

- 14 сентября 2021 г. на VI Феодосийские научные чтения (к 210-летию Феодосийского Музея древностей) (по программе второго этапа VI Всероссийской междисциплинарной научно-

практической конференции «Крым: наука, культура, политика») в Санкт-Петербурге;

- на Региональной молодежной научной конференции «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (в рамках Года науки и технологий в России). Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский научный центр РАН, 22 ноября 2021 г.

Результаты проведенных исследований отражены в публикации:

- Кулешов А.А., Щербаков А.А. Роль академической сети РОКСОН в создании единого научно-образовательного информационного пространства в Санкт-Петербурге. / Сборник трудов Региональной молодежной научной конференции «Будущее науки в Санкт-Петербурге». – СПб.: Изд. СПбГЭУ, 2021. С. 106-113.

- Кляус Т.К. Тенденции реализации целевых атак на информационные системы предприятий машиностроительного комплекса. / Сборник трудов Региональной молодежной научной конференции «Будущее науки в Санкт-Петербурге». – СПб.: Изд. СПбГЭУ, 2021. – С. 114-120.

- Калинов М.И., Родионов В.А. Прогнозирование результатов применения космической системы радиолокационного наблюдения за судоходством по маршруту Северного морского пути. Сборник тезисов 32-й Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника», – СПб.: ООО «РА ФОРТУНА», 2021. – 200 с. С. 29-30.

- Калинов М.И., Родионов В.А., Черкашин В.Г. Методический подход к прогнозированию результатов совместного применения космических аппаратов многоярусной космической системы наблюдения // Журнал «Информатизация и связь».

#### **Список использованных источников**

1. Руководящие и справочные документы

1. ГОСТ Р 50922-2006 Защита информации. Основные термины и определения. ТехЭксперт – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 09.06.2021).

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология. ТехЭксперт – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200102762> (дата обращения: 09.06.2021).

3. ГОСТ Р 56045-2014 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Рекомендации для аудиторов в отношении мер и средств контроля и управления информационной безопасностью. ТехЭксперт – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200112882> (дата обращения: 09.06.2021).

4. Руководящий документ ФСТЭК (Гостехкомиссии России) «Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения», утвержден решением председателя Гостехкомиссии России при Президенте Российской Федерации от 30.03.1992.

Официальный сайт Федеральной службы по техническому и экспертному контролю. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.fstec.ru](http://www.fstec.ru) (дата обращения 09.06.2021).

5. Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных». Официальный сайт Федеральной службы по техническому и экспертному контролю. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.fstec.ru](http://www.fstec.ru) (дата обращения 09.06.2021).

6. Методический документ ФСТЭК России «Меры защиты информации в государственных информационных системах». Официальный сайт Федеральной службы по техническому и экспертному контролю. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.fstec.ru](http://www.fstec.ru) (дата обращения 09.06.2021).

7. Приказ ФСТЭК России от 25.12.2017 № 239 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры». Официальный сайт Федеральной службы по техническому и экспертному контролю. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.fstec.ru](http://www.fstec.ru) (дата обращения 09.06.2021).

8. Классификатор программ для электронных вычислительных машин и баз данных (утвержденный приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ от 22.09.2020 г. № 486. Консорциум Кодекс – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/> (дата обращения: 09.06.2021).

9. BDO Cyber Governance Survey [Электронный ресурс]. URL: <https://bdo.com/insights/assurance/corporate-governance/2018-bdo-cyber-governance-survey-board-perspecti>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 09.06.2021).

10. The Trust Factor. Cybersecurity's Role in Sustaining Business Momentum. 2018–2019 Global Application & Network Security Report. Radware: Cloud Security Products and Solutions [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.radware.com/ert-report-2018/> (дата обращения: 09.06.2021).

11. CAPEC – Common Attack Pattern Enumeration and Classification. A Community Resource for Identifying and Understanding Attacks [Электронный ресурс]. URL: <https://capec.mitre.org/>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 09.06.2021).

## **2. Публикации НИУ ИТМО по защите информационных систем**

12. Кляус Т.К., Гатчин Ю.А. Применение графического представления атак в моделировании угроз безопасности информации // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – № 3. – С. 108-110.

13. Кляус Т.К., Наумов А.Д., Гатчин Ю.А., Бондаренко И.Б. Сравнительное исследование применимости деревьев атак-контрмер и метода куста событий для оценки безопасности информационных систем // Вестник УРФО. Безопасность в информационной сфере. – 2018. – № 2(28). – С. 36-42.

14. Кляус Т.К., Гатчин Ю.А. Определение вероятности реализации атак на информационную систему с помощью деревьев событий // Вестник УРФО. Безопасность в информационной сфере. – 2018. – № 4(30). – С. 31-37.

15. Кляус Т.К., Гатчин Ю.А. Определение вероятностей реализации атак на системы электронного документооборота с помощью деревьев атак // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'18». – 2018. – Т. 2. – С. 394-397.

16. Кляус Т.К. Анализ состояния информационной безопасности систем электронного документооборота с использованием деревьев атак-контрмер // Сборник трудов IX научно-практической конференции молодых ученых «Вычислительные системы и сети (Майоровские чтения)». – 2018. – С. 104-106.

17. Кляус Т.К., Гатчин Ю.А. Подход к оценке эффективности системы защиты

информации с использованием экономических метрик безопасности // Вестник УРФО. Безопасность в информационной сфере. –2019. – № 2(32). – С. 39-44.

18. Klyaus T.K., Gatchin Y.A. Mathematical Model for Information Security System Effectiveness Evaluation Against Advanced Persistent Threat Attacks // 2020 Wave Electronics and Its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF).

## **5 Исследования по направлениям ОНС «Биология и медицина»**

Развитие фундаментальных научных исследований – одна из наиболее актуальных задач, стоящих перед Россией в настоящее время. Анализ тенденций развития науки в области биологии и медицины убедительно свидетельствует о том, что существует множество проблем, что ставит перед научным сообществом множество фундаментальных и практических задач.

Регионы Российской Федерации уделяют должное внимание развитию инновационной среды регионов, для создания регионального конкурентного преимущества активно применяется научный потенциал региона.

В современной научной литературе имеется значительное количество различных формулировок термина «научный потенциал». В данном исследовании под научным потенциалом Санкт-Петербурга по направлениям биологии и медицины понимается система новых знаний, технологий и другие результаты проведения научных исследований и разработок, а также система научно-исследовательских институтов и образовательных учреждений Санкт-Петербурга по направлениям биологии и медицины, подведомственных Минобрнауки России.

Для поддержания наиболее приоритетных фундаментальных научных проектов по направлениям биологии и медицины необходимо создание комплекса программ и мероприятий по их поддержке.

Это возможно в условиях:

- реализации целевых медико-биологических программ, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения Санкт-Петербурга;
- формирования краткосрочных программ по приоритетным направлениям в биологии и медицине;
- создание современной медицинской диагностической аппаратуры, фармакологических препаратов и оснащение ими поликлиник и больниц;
- в рамках целевой программы создать с участием НИИ, ВУЗов и правительства Санкт-Петербурга научно-образовательный центр по молекулярной медицине и новым медицинским технологиям.

Мартин Б.Леон, директор Центра интервенционной ангиологии Колумбийского университета сказал: «...прогресс и новые технологии в меньшей степени зависят от гениев и в большей – от совместных действий социальных, политических и экономических сил, которые все вместе создают экосистему, благоприятствующую развитию инноваций»

Исследования по плану работы ОНС «Биология и медицина» СПбНЦ РАН в 2021 году включают:

- анализ научных учреждений Санкт-Петербурга по направлениям биологии и медицины, подведомственных Минобрнауки России;

- исследования, проводимые учеными Санкт-Петербурга по механизму действия, лечению и профилактике COVID-19.

## **5.1 Анализ научных учреждений Санкт-Петербурга по направлениям биологии и медицины, подведомственных Минобрнауки России**

### **5.1.1 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии Российской академии наук (ИНЦ РАН) (Institute Cytology RAS (INC RAS))**

Инициатива создания в нашей стране крупного научного центра по изучению биологии клетки принадлежала выдающемуся советскому цитофизиологу, члену-корреспонденту Академии наук (АН) СССР, академику Академии медицинских наук (АМН) СССР, доктору биологических наук, профессору, лауреату Государственной премии СССР Насонову Дмитрию Николаевичу. Институт цитологии АН СССР (с 1992 года – РАН) создан 22 февраля 1957 г.

В ИНЦ РАН - 4 отдела, 20 лабораторий, Центр коллективного пользования «Коллекция культур клеток позвоночных»

#### **Основные направления научных исследований:**

- исследование клеточного ядра и хромосом, их трехмерной организации, динамики и эволюции; исследование стволовых клеток, их направленной дифференцировки;

- исследование биологии клетки в культуре, создание новых клеточных линий;

- разработка клеточных технологий для заместительной тканевой и клеточной терапии, включая методы нанобиотехнологии;

- исследование клеток низших эукариот (протистов);

- исследование структурно-функциональной и молекулярной организации цитоплазмы и клеточных органоидов;

- анализ структурно-функциональной организации клеточных мембран и ионных каналов, внутриклеточной сигнализации и транспорта и др.

В 2021 году в ИНЦ РАН работали 180 научных сотрудников, из них:

- 1 член-корреспондент РАН;

- 32 доктора наук;

- 109 кандидатов наук.

Осуществлялась подготовка 30 аспирантов.

ИНЦ РАН занял 5 место в рейтинге SCImago из 146 государственных научных организаций

РФ

Публикации: 2020 г. – 160 публикаций; 2019 г.- 119 публикаций.

Издаваемые журналы: «Цитология», «Клеточные культуры», «Cell and Tissue Biology», «Protistology».

### **5.1.2 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук Зоологический институт РАН (ЗИН РАН) (Zoological Institute of Russian Academy of Sciences).**

Зоологический институт РАН основан в 1832 как Зоологический музей Императорской Академии наук на базе зоологических коллекций Кунсткамеры, возникшей по инициативе Петра I в 1714. Переименован в Зоологический институт в 1931 в ходе реформы АН СССР.

В ЗИН РАН - 13 лабораторий.

Крупнейший в России и один из крупнейших в мире коллекционный фонд Зоологического института - Зоологический Музей, насчитывает более 60 млн единиц хранения, около 260 тыс. видов животных, что составляет приблизительно 1/4 известной мировой фауны. В Зоологическом институте находится крупнейшая зоологическая библиотека России (отдел Библиотеки Академии наук), насчитывающая около 600 тыс. ед. хранения.

#### **Основные направления научных исследований:**

- фундаментальные исследования в области систематики, зоогеографии и экологии животных по следующим основным направлениям: систематика, фаунистика, биогеография, эволюционная морфология и филогения животных;

- биологические основы паразитизма; закономерности биологического круговорота веществ в водоемах;

- структура, функционирование и продуктивность водных экосистем.

#### **Основные образовательные программы аспирантуры:**

- физиология и биохимия растений,

- ботаника, экология, микология.

В 2021 году в ЗИН РАН работали 374 человека, из них научных сотрудников – 202:

- 1 академик РАН;

- 2 член-корреспондента РАН;

- 55 докторов наук;

- 105 кандидатов наук.

Осуществлялась подготовка 12 аспирантов.

Издаваемые журналы: «Труды Зоологического института», «Zoosystematica Rossica», «Современная герпетология», «Морской биологический журнал».



При активном участии сотрудников института в работе редколлегий и при технической поддержке института издаются еще пять журналов: «Паразитология», «Protistology», «Энтомологическое обозрение», «Comparative Cytogenetics», «Russian Journal of Herpetology».

### **5.1.3 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН) (Botanic Institute of Russian Academy of Sciences (BIN RAS)).**

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН— одно из старейших научных учреждений России. Он был основан в 1714 г. (по другим данным — в конце 1713 г.) Императором Петром I как Аптекарский огород. Первоначально его целью было выращивание лекарственных растений для нужд армии, но уже в первые десятилетия его деятельности были заложены научные коллекции и положено начало научной работе.

В XVIII веке Аптекарский огород именовался также Медицинским садом. В конце XVIII века он был передан в ведение Медико-хирургической академии (ныне — Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова) и стал ее Ботаническим садом. В 1823 г. по предложению князя В. П. Кочубея был реорганизован в Императорский ботанический сад, который стал бурно развиваться и вскоре стал одним из ведущих ботанических учреждений Европы и мира. В 1913 г. в ознаменование 200-летия со дня основания Императорскому ботаническому саду было присвоено имя Петра Великого. После Октябрьской революции, в 1918 г. он стал именоваться Главным ботаническим садом РСФСР, с 1925 г. — Главным ботаническим садом СССР, а в 1930 г. был передан в ведение Академии наук СССР.

Другим предшественником института являются ботанические коллекции Кунсткамеры, созданной в 1714 г. В течение XVIII века в Кунсткамеру, а затем в — Академию наук поступали многочисленные ботанические образцы, в том числе — материалы многочисленных «академических экспедиций», исследовавших тогда почти не тронутую человеком природу Азиатской России. В 1823 г. эти коллекции были выделены в отдельное хранение, чем было положено начало Ботаническому музею Императорской академии наук.

В XIX — первой трети XX века в Петербурге — Ленинграде существовали 2 ботанических учреждения:

- Ботанический сад (на Аптекарском острове);
- Ботанический музей (на Васильевском острове).

Эти учреждения были в 1931 г. объединены в Ботанический институт Академии наук СССР, который стал ведущим ботаническим учреждением страны. В 1940 г. ему было присвоено имя выдающегося отечественного ботаника Владимира Леонтьевича Комарова.

Основными направлениями деятельности Института являются:

- систематика, филогения, эволюция и экология растений и грибов;
- современная и ископаемая флора и микобиота России и зарубежных стран;
- структура, динамика и экология растительных сообществ, их классификация и картографирование;
- сравнительная анатомия, морфология, физиология и биохимия растений и грибов;
- молекулярные и клеточные основы жизнедеятельности растений и грибов;
- биология развития и репродукция растений и грибов;
- интродукция растений, ботаническое ресурсосведение;
- охрана и рациональное использование растительного мира;
- сохранение, пополнение, техническая и научная обработка научных коллекций.

В настоящее время институт включает 20 научных подразделений, коллективы сотрудников которых ведут исследования практически во всех основных областях современной ботаники и микологии.

В 2021 году в БИН РАН работал 41 научный сотрудник, в том числе:

- 12 докторов наук;
- 26 кандидатов наук.

В аспирантуре обучалось 25 человек.

**5.1.4 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова Российской академии наук (ФГБУН ИЭФБ РАН) (M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry (IERNB)).**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова основан 6 января 1956 года Постановлением Президиума АН СССР № 2, п.3 от 06.01.1956 г.

Учредителем ИЭФБ РАН является Российская Федерация. Функции и полномочия учредителя осуществляет Министерство науки и высшего образования РФ.

В 2018 году по результатам оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных ФАНО, ИЭФБ РАН отнесен к научным организациям первой категории.

Основные направления научных исследований:

1. Механизмы формирования физиологических функций в фило- и онтогенезе и влияние на них эндогенных и экзогенных факторов
2. Физиологические и биохимические механизмы гомеостаза и их эволюция

3. Сравнительное изучение механизмов функционирования сенсорных систем у человека и животных

4. Механизмы возникновения нервно-психических, метаболических и гормональных дисфункций при нервных и эндокринных заболеваниях и пути их коррекции

5. Нейрофизиологические механизмы регуляции функций и их эволюция

6. Физиологические механизмы адаптации человека и животных к экстремальным и периодически меняющимся геогелиофизическим и метеорологическим факторам.

7. Разработка междисциплинарных подходов и их применение для регуляции и модуляции функций нервной системы в норме и патологии.

ИЭФБ РАН в соответствии с лицензией на осуществление образовательной деятельности проводит обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлениям:

- 06.06.01 — Биологические науки;

- 30.06.01 – Фундаментальная медицина.

На базе Института студенты ведущих профильных ВУЗов Санкт-Петербурга выполняют бакалаврские и магистерские диссертации. Ежегодно проводится конкурс студенческих проектов имени Л.А. Орбели, победителям которого присуждается стипендия.

В Институте работает Диссертационный совет Д 002.127.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата или доктора наук по трем специальностям: «Физиология, биологические науки», «Физиология, медицинские науки» и «Биохимия».

В ИЭФБ РАН им. И.М. Сеченова: 18 лабораторий, 2 отдела, 6 групп

В 2021 году работали 349 научных сотрудников, в т.ч. 152 – с ученой степенью:

– 3 академика РАН;

- 2 член-корреспондента РАН;

- 41 докторов наук;

- 106 кандидатов наук.

Издаваемые научные журналы: «Журнал эволюционной биохимии и физиологии», «Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова», «Сенсорные системы».

**5.1.5 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П.Павлова Российской академии наук (ИФ РАН) (Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences (IPh RAS))**

Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, организованный в 1925 г., ведет свое начало от Физиологической лаборатории, созданной в конце XIX века. Возглавил Институт первый отечественный лауреат Нобелевской премии академик Иван Петрович Павлов.

Учредителем ИФ РАН является Российская Федерация. Функции и полномочия Учредителя от имени Российской Федерации осуществляет Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 мая 2018 г. № 1055).

Главной целью Института является проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области физиологии, фундаментальных проблем медицины и прикладных разработок на базе результатов фундаментальных исследований.

#### Основные направления научных исследований:

- интегративные, молекулярно-клеточные и генетические основы адаптивного поведения;
- физиологические, онтогенетические и генетические механизмы повышения устойчивости мозга к неблагоприятным воздействиям;
- механизмы распознавания сенсорных образов, преобразования сенсорной информации на уровне органов чувств и сенсомоторного контроля двигательной активности;
- нервные, нейроиммунные и гормональные механизмы деятельности внутренних органов в норме и при экстремальных условиях;
- информационные технологии для исследования, моделирования и реабилитации физиологических функций.

Институт осуществляет научно-техническую деятельность по следующим основным разделам (наименование и индекс по рубриктору ГАСНТИ):

- 31.27. – Биологическая химия;
- 34.17. – Биофизика;
- 34.23. – Генетика;
- 34.15. – Молекулярная биология;
- 34.39. – Физиология человека и животных.

В 2021 году в структуре Института 32 научных подразделения: 24 лаборатории и 8 групп.

В 2021 году в ИФ РАН работали 454 человека, из них 200 – научных сотрудников, в том числе: академиков РАН — 2, членов-корреспондентов РАН — 5, докторов наук — 49, кандидатов наук — 87, без ученой степени – 64человека.

Молодых исследователей в возрасте до 39 лет – 58 человек, из них: 16 – кандидаты наук, 42 – без ученой степени.

С 2020 года издается журнал: «Интегративная физиология».

### **5.1.6 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека имени Н.П. Бехтеревой Российской академии наук (ИМЧ РАН)**

ИМЧ РАН создан постановлением Совета Министров СССР от 12 марта 1990 года.

Цель создания Института – развитие всемирно известных работ Натальи Петровны Бехтеревой. Институт создан как учреждение, ориентированное на исследование мозга человека, механизмов, обеспечивающих выполнение высших психических функций, их «поломок», приводящих к развитию патологий, и создание на этой основе высокотехнологичных диагностических и лечебных методов.

Институт, носящий ныне имя академика Н.П. Бехтеревой, создан постановлением Совета Министров СССР от 12 марта 1990 года N 259 и Постановлением-приказом Президиума Академии наук СССР и Минздрава СССР от 20 апреля 1990 г. N38/161 как Институт мозга человека Академии наук СССР.

Уникальность работы ИМЧ РАН заключается в проведении комплексных фундаментальных исследований организации мозга человека и его высших психических функций: мышления, речи, эмоций, внимания, памяти, творчества, лжи у здоровых испытуемых и у больных, осуществляемых с учетом последних достижений в области обработки количественной электроэнцефалографии (кЭЭГ), вызванных потенциалов (ВП), функциональной магнито-резонансной томографии (фМРТ) и позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Накопленный опыт сочетанного использования этих методов позволяет эффективно проводить картирование функций мозга, выявлять тонкие изменения энергетического и белкового метаболизма, мозгового кровотока в различных функциональных состояниях.

Структура Института определена приказом ИМЧ РАН от 05 июня 2020 года №155:

1. Аппарат управления
2. Отдел учебно-методической работы
3. Научные подразделения:
  - лаборатория Нейровизуализации;
  - лаборатория Радиохимии;
  - лаборатория Нейрореабилитации;
  - лаборатория Стереотаксических методов;
  - лаборатория Нейробиологии программирования действий;
  - лаборатория Нейроиммунологии;
  - лаборатория Коррекции психического развития;
  - лаборатория Направленной внутримозговой доставки препаратов.

Всего научных сотрудников – 57 человек, из них: 1 академик РАН, 20 докторов наук, 45 кандидатов наук. Ведется подготовка 5 аспирантов

Ежеквартальный научно-практический журнал: «Нейроиммунология».

### **5.1.7 Санкт-Петербургский филиал Института общей генетики имени Н.И. Вавилова Российской академии наук (СПбФ ИОГен РАН)**

Основные направления научных исследований:

- генетические и эпигенетические механизмы наследственности и изменчивости;
- исследование наследственных заболеваний человека и разработка подходов в их терапии на модельных объектах;
- разработка системы для скрининга белков, блокирующих болезнетворную агрегацию PrP (прионные заболевания) и пептида A $\beta$  (болезнь Альцгеймера);
- исследование межбелковых и межмолекулярных взаимодействий, контролирующих процесс прионизации;
- изучение функций эволюционно консервативного гена *sbr Drosophila melanogaster*, мутации в котором вызывают нарушения расхождения хромосом и нарушение долговременной памяти.

В СПбФ ИОГен РАН – 3 лаборатории:

- лаборатория генетики и биотехнологии растений;
- лаборатория генетического моделирования болезней человека;
- лаборатория мутагенеза и генетической токсикологии.

В 2021 году СПбФ ИОГен РАН 17 работников, из них научных сотрудников – 13 человек: 1 академик, 4 доктора наук, 8 кандидатов наук.

Проводится подготовка 1 аспиранта.

### **5.1.8 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН) (Institute for Analytical Instrumentation of the Russian Academy of Sciences. (IAI RAS))**

ИАП РАН создан в 1977 г. как головная организация Научно-технического объединения Академии наук СССР. ИАП РАН входит в состав Отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук (ОНИТ РАН).

Основная деятельность - разработка методов, приборов и технологий по следующим направлениям:

- методы и приборы диагностики поверхности, элементного и структурного анализа веществ и соединений;
- наноструктуры, методы и приборы нанотехнологии и нанодиагностики;
- микро- и наносистемная техника, нанобиотехнология, методы и приборы для исследований в биологии и медицине;
- информационные технологии, системы автоматизации, математическое моделирование в научном приборостроении.

Структура: в ИАП РАН 4 отдела, 12 лабораторий.

В ИАП РАН в 2021 году 175 сотрудников, из них: 22 доктора наук, 38 кандидатов наук. Проводится подготовка 7 аспирантов.

Журнал «Научное приборостроение». Издание включено в базу РИНЦ, входит в перечень журналов ВАК.

## **5.2 Исследования, проводимые учеными Санкт-Петербурга по механизму действия, лечению и профилактике COVID-19**

В конце 2019 г. в Китайской Народной Республике (КНР) произошла вспышка новой коронавирусной инфекции с эпицентром в городе Ухань (провинция Хубэй).

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) 11 февраля 2020 г. определила официальное название инфекции, вызванной новым коронавирусом, – Coronavirus disease 2019 (COVID-19).

Международный комитет по таксономии вирусов 11 февраля 2020 г. присвоил официальное название возбудителю инфекции – SARS-CoV-2.

Почти все страны мира серьезно пострадали от пандемии COVID-19, однако эпидемическая ситуация в разных странах крайне неоднородная:

- высокий уровень заболеваемости и летальности отмечается в тех странах, где изоляционно-ограничительные мероприятия были введены с запозданием или в неполном объеме (Италия, Испания, США, Великобритания);

- низкий уровень заболеваемости и летальности от COVID-19 наблюдается в странах, в которых противоэпидемические мероприятия были введены своевременно и в полном объеме (КНР, Вьетнам, Сингапур, Южная Корея, Тайвань, Япония).

Наибольшую опасность для окружающих представляет больной человек в последние два дня инкубационного периода и первые дни болезни. Передача инфекции осуществляется воздушно-капельным, воздушно-пылевым и контактным путями:

- ведущим путем передачи SARS-CoV-2 является воздушно-капельный, который реализуется при кашле, чихании и разговоре на близком (менее 2 метров) расстоянии;

- контактный путь передачи реализуется во время рукопожатий и других видах непосредственного контакта с инфицированным человеком, а также через поверхности и предметы.

По имеющимся научным данным возможен и фекально-оральный механизм передачи вируса. РНК SARS-CoV-2 обнаруживалась в образцах фекалий больных, как и при других инфекциях, вызванных высокопатогенными коронавирусами.

Усилия многих учреждений по всей стране, в том числе в Санкт-Петербурге, консолидированы на одной общей проблематике – диагностике, механизму действия, лечению, влиянию на иммунную систему и профилактике COVID-19.

### **5.2.1 Профилактика COVID-19. Российские вакцины от коронавируса**

По данным ВОЗ, к августу 2021 г. пандемия COVID-19 унесла более 4,4 млн. жизней. На сегодня считается, что основной способ остановить пандемию (или, по крайней мере, уменьшить число тяжелых случаев болезни и смертей) – это массовая вакцинация.

С самого начала эпидемии разработка вакцины стала приоритетной задачей большинства развитых стран. По данным ВОЗ от 26 января 2021 года во всем мире более 60 вакцин проходят клинические испытания. Еще более 170 вакцин исследуются на животных. Главную – финальную – фазу испытаний уже прошли 22 препарата.

В России зарегистрировано четыре вакцины от коронавируса:

- «Спутник V» от Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии имени Н. Ф. Гамалеи;

- «ЭпиВакКорона» от Новосибирского государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор»;

- «КовиВак», разработанная Научным центром исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М. П. Чумакова Российской академии наук;

- «Спутник Лайт» - однокомпонентная вакцина, основанная на успешном и уже применяемом препарате Центра имени Гамалеи.

Первую в России и в мире вакцину от этого вируса зарегистрировали 11 августа 2020 года. Препарат под названием «Спутник V» разработали в Национальном исследовательском центре эпидемиологии и микробиологии имени Н. Ф. Гамалеи. Ее эффективность составляет 91,4 %, предупреждает развитие тяжелой формы заболевания в 100 % случаев. «Спутник V»



зарегистрирована уже в 30 странах, и число государств, одоббивших российскую вакцину для использования, растет каждый день.

Комбинированная вакцина «Гам-КОВИД-Вак» под названием «Спутник V» является векторной вакциной на основе аденовируса человека с добавлением генетической информации коронавируса, получена биотехнологическим путем, при котором вирус SARS-CoV-2 не используется.

Препарат состоит из двух компонентов:

- рекомбинантный аденовирусный вектор на основе аденовируса человека 26 серотипа, несущий ген S-белка SARS-CoV-2 (компонент I);

- рекомбинантный аденовирусный вектор на основе аденовируса человека 5 серотипа, несущий ген S-белка SARS-CoV-2 (компонент II).

«Спутник V» рекомендован взрослым людям с 18 до 60 лет, а также пожилым.

Как показали исследования, вероятность осложнений в группе пожилых людей не выше, чем в других группах. Среди побочных действий болевые ощущения в месте инъекции, в более редких случаях – повышение температуры до 39 градусов, слабость, мышечная боль. Однако негативные реакции – исключение, и встречаются они нечасто.

Второй российской вакциной стал препарат «ЭпиВакКорона» Новосибирского государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор». Его зарегистрировали 13 октября 2020 года.

Вакцина «ЭпивакКорона» создана на основе искусственно синтезированных элементов структуры нового вируса. Это тоже неживая вакцина. В основе данного препарата лежат небольшие порции белков SARS-CoV-2. Вакцина на основе пептидных антигенов («ЭпиВакКорона») представляет собой химически синтезированные пептидные антигены белка S вируса SARS-CoV-2, конъюгированные с белком-носителем и адсорбированные на алюминий-содержащем адъюванте (алюминия гидроксиде).

Рекомендована для лиц в возрасте 18-60 лет, испытания на группе пожилых людей еще не завершены. Побочные эффекты: повышенная температура, боль в месте укола. Серьезных побочных действий нет.

20 февраля 2021 г в России зарегистрировали вакцину от коронавируса «КовиВак», созданную Научным центром исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М. П. Чумакова Российской академии наук. Она стала третьим отечественным препаратом, получившим разрешение на применение против COVID-19.

У нее есть принципиальное преимущество: эта вакцина цельновирионная инактивированная, то есть в ее основе – «убитый» коронавирус SARS-CoV-2. По этому принципу работает большинство давно существующих и хорошо изученных прививок.

Потенциально «КовиВак» должна обеспечить наибольшую защиту и полноценный иммунный ответ, потому что организм познакомится с цельным вирусом, а не только его фрагментом. «КовиВак» дает иммунной системе человека полный набор антигенов коронавируса, что, в свою очередь, произведет полный набор антител.

Предварительно иммунологическая активность вакцины оценивается в 85% (то есть у 15% испытуемых не выработались необходимые антитела к 28-му дню после введения препарата, однако иммунный ответ может произойти позднее).

Инъекция «КовиВак» рекомендована лицам от 18 до 60 лет. Пока нет информации о том, как реагирует иммунная система пожилых людей на данную вакцину.

На сегодняшний день удалось совершенствовать диагностику, имеется огромное количество разных тестов. В течение всего 2021 г. во многих регионах нашей страны, в том числе в Санкт-Петербурге, велись исследования по оценке популяционного иммунитета к SARS-CoV-2. Установлено, что коллективный иммунитет сам по себе не будет выработан, если не произвести вакцинацию 80% жителей.

### **5.2.2 Исследования в направлении изучения влияния SARS-CoV-2 на иммунную систему человека**

Раньше считалось, что инфекции надо преодолеть некие барьеры – кожные или слизистые, но теперь доказано: первое, с чем сталкивается любой патоген, попадающий в наш организм, – это иммунная система. Дело в том, что клетки «барьеров» сразу же начинают активно синтезировать интерфероны – белки, уничтожающие патоген. Это реакция нашего врожденного иммунитета, наиболее быстрый и универсальный механизм защиты от большинства вирусов. Интерфероны «альфа», например, призваны уничтожать вирусы еще «на входе». Но особенность SARS-CoV-2 в том, что он может блокировать систему их выработки и таким образом проскальзывать в организм. SARS-CoV-2 можно с полным основанием отнести к числу патогенов с выраженным компонентом поражения иммунной системы.

До 2003 г. у людей инфекция наблюдалась в основном в осенне-зимний период и протекала легко, зачастую бессимптомно. Ситуация резко изменилась в 2003 году, когда в Китае была зарегистрирована вспышка атипичной пневмонии, вызванная патогенным SARS-CoV. Спустя десять лет возникла новая вспышка в виде ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV). А в декабре 2019-го были зафиксированы первые случаи SARS-CoV-2. Во всех случаях

заболевание приводило к тяжелым бронхолегочным поражениям, и одновременно отмечались множественные изменения в системе врожденного иммунитета.

При заражении SARS-CoV-2 воспалительные процессы в легких приводят к миграции в очаг воспаления специальных клеток иммунной системы - моноцитов/макрофагов и нейтрофильных гранулоцитов. Кроме того, клетки эпителия в наших органах, начинают активно синтезировать цитокины, специальные белки, и интенсивность процесса может нарастать до цитокинового шторма.

Вирус SARS-CoV-2 представляет собой шарообразную частицу диаметром от 80 до 200 нанометров, РНК которой окружена липидной оболочкой, и в нее как раз встроены белки. С внешней стороны этой липидной мембраны расположены шипы, основное предназначение которых – связывание с поверхностными структурами клетки «хозяина». Шипы содержат S-белок, который способен быстро меняться, что позволяет вирусной частице прятаться от врожденного иммунитета человека.

Вирус проникает в эпителиальную клетку несколькими путями, но основной – и наиболее изученный – через рецепторы ACE-2. Они присутствуют в разных клетках и в разных органах и тканях. Больше всего этого рецептора в тканях желудочно-кишечного тракта, почках и тестикулах у мужчин, на втором месте – легкие, печень и сердце. Затем – слизистые носа и зева (это основные ворота инфекции). Уровень рецептора разный – у детей минимальный, а у пожилых – максимальный.

Вирус, присоединившись к рецептору, через некоторое время проникает внутрь клетки и его РНК удваивается. Новая вирусная частица выходит из клетки и либо проникает в новую клетку, либо опять в ту же самую через другой рецептор. Иммунная система при этом активно сопротивляется и начинается выработка в организме антител.

Главное при заболевании SARS-CoV-2 - состояние нашей иммунной системы.

В группе риска наиболее уязвимые – так называемые иммунокомпрометированные пациенты с проблемой первичных иммунодефицитов, онкологические больные, ВИЧ-инфицированные и пожилые. У последних иммунная система уже не так активна – тимус, ее основной орган, с возрастом теряет свою силу и плюс имеются всевозможные хронические заболевания. Учитывая, что вирус проникает прежде всего в эпителиальные клетки и, если они здоровы, то неплохо могут справиться с инфекцией, а если клетки сосудов поражены атеросклерозом или гепатоциты печени разрушены вирусами или чрезмерным употреблением алкоголя, то внедриться в такие клетки коронавирусу гораздо проще.

Исследования НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера  
Роспотребнадзора

По заключению директора Санкт-Петербургского НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера академика РАН Тотоляна А.А., в первые месяц-два после перенесенного заболевания COVID-19 у пациентов наблюдается снижение иммунитета. К такому заключению ученые пришли после проведения ряда наблюдений за больными, находящимися в процессе выздоровления, и у которых уже нет явных признаков заболевания. Он также подчеркнул, что подобная иммунная депрессия носит обратимый характер. Исследования в этом направлении продолжаются и более подробный анализ биомаркеров иммуногенетической недостаточности у перенесших COVID-19 можно ждать из будущих научных исследований ученых этого НИИ.

Вопросов много: какова роль цитокинов в защите организма от инфекции, насколько долго сохраняется сформированный после инфицирования вирусом иммунитет?

Результаты первого этапа исследования популяционного иммунитета, который провели ученые из НИИ им. Пастера, летом 2020 г., показали, что самый высокий уровень иммунной прослойки у дошкольников и младших школьников.

Эта тенденция сохранилась на втором (в сентябре-октябре 2020 г.) и на третьем этапе исследования (в декабре 2020 г.): дети переносят заболевание или в бессимптомной форме, или в легкой, или под масками иных ОРВИ.

Основной путь заражения эпителиальной клетки – через рецептор ACE-2, а именно у детей таких рецепторов мало.

Общее число обследованных волонтеров (подростков, детей школьного возраста – сто шестьдесят четыре тысячи человек. Ученые стремились, чтобы количество обследованных было представлено равномерно во всех регионах. Но на первом этапе ситуация в разных областях была разной – где-то шел уже разгар эпидемии, а кто-то в нее лишь входил и заболеваемость была на минимальном уровне.

В итоге был получен большой диапазон данных:

- в одних регионах уровень серопозитивных ответов (когда в крови волонтеров обнаруживались антитела) был всего лишь 4%;
- в других этот показатель поднимался до 50%.

Такая же картина сохранилась и на втором этапе, стартовавшем в сентябре 2020 года: видимо, это было связано с тем, что летом заболеваемость заметно снизилась, а на формирование антител уходит полтора-два месяца. Но постепенно происходило выравнивание показателей – и не только по регионам, но и по разным возрастным категориям.

Третий этап исследования, проведенный в декабре 2020 г. показал с каким уровнем популяционного иммунитета вошли в новый год. Этот уровень оказался недостаточным, поэтому заявлять, что инфекция наверняка отступила было преждевременно. Лишь в шести регионах был

зафиксирован показатель серопозитивных ответов более 60%, а общий разброс по регионам – от 21 до 74%.

В том, что рано или поздно коллективный иммунитет сформируется, сомнений нет. В противном случае человечество вымирало бы от каждой новой инфекции. Но приобретение коллективного иммунитета необходимо активными способами, а именно вакцинацией, учитывая, что только в нашей стране уже имеются четыре вакцины, допущенные к применению. Причем вакцинация должна быть массовой, а не только групп риска: если вакцинировать лишь отдельные категории населения, то ждать быстрого результата в формировании коллективного иммунитета не стоит. В идеале те самые антитела к SARS-CoV-2 – либо после перенесенного заболевания, либо после прививки – должны иметь 90% россиян. И 60% из них может дать вакцинирование.

### Исследования ученых из ФГБНУ Институт экспериментальной медицины Российской академии наук (ИЭМ РАН)

Микробиота человека, которая состоит не только из бактерий, но и из вирусов, грибов, археев и простейших, составляет его жизненно необходимый орган, поставляющий нашему организму огромное количество различных веществ, влияющих на работу печени, головного мозга, легких, почек и кишечника. Соответственно, насильственное изменение состава микробиоты стало причиной множества болезней, о которых наши предки знали, но считали довольно редкими. Сейчас же мы наблюдаем стремительный всплеск заболеваний сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, онкологических патологий и обмена веществ, даже не задумываясь о том, что это расплата за удобство лечения антибиотиками или другими агентами, убивающими микробиоту.

Таким образом, без учета микробиологических нарушений, требующих понимания индивидуальных особенностей организации того или иного участка колонизации нашего организма (это могут быть кишечник, кожа, легкие, ротовая полость и т. д.), невозможно помочь заболевшему человеку. К сожалению, новых проблем современного мира не видит и существующая система вакцинной профилактики.

В каждой развитой стране мира существует так называемый календарь вакцинации, которого придерживается в той или иной степени региональная система здравоохранения. Но эта достаточно стройная система вакцинной профилактики при всей своей логичности и консервативности крайне неповоротлива.

Требуется не только много лет, чтобы вывести новый вакцинный препарат на рынок, но и произвести вакцину может только организация (фармкомпания или государственная структура) с миллиардным оборотом. Соответственно, инвестируя годы и несколько миллиардов долларов в

разработку и внедрение вакцины, вполне логично ожидать получение финансовой компенсации за сделанные инвестиции. На рынке мировых вакцин крайне мало фармацевтических компаний и они совсем не заинтересованы, чтобы кто-то новый предлагал свою продукцию.

Любая вакцинация — это своего рода обман иммунной системы организма, когда вместо настоящего бактериального или вирусного патогенна, вакцинируемому предлагается антиген или комплекс антигенов без истинного виновника заболевания. До сих пор большинство современных вакцин представлены либо ослабленными, либо убитыми возбудителями, лишь в некоторых случаях, таких как дифтерия и столбняк, вакцины основаны на использовании модифицированных токсинов с уменьшенными токсическими свойствами.

Сказать, что современные вакцины не обеспечивают защиты от возбудителя, было бы в корне неправильно

Вакцинация позволяет избежать опасного для человека и часто смертельного первичного контакта посредством представления иммунной системе антигенов, либо сильно ослабленного или убитого возбудителя инфекции, либо его антигенно сходного сородича.

Вакцины, так же быстро устаревают как антибиотики. В сложившейся ситуации единственным возможным решением для совершенствования системы вакцинной профилактики является создание новых вакцин, адресующих иммунный ответ к отдельным иммуногенным эпитопам возбудителя, находящимся на белках патогенности. В современных условиях, когда технологии высокопроизводительного секвенирования ДНК позволяют анализировать весь геном любого микроорганизма, появилась техническая возможность создавать вакцины на основе коротких аминокислотных фрагментов белков возбудителя. Это могут быть антигены вируса или бактерии.

Используя данный подход, в отделе молекулярной микробиологии ФГБНУ Институт экспериментальной медицины были созданы вакцинные кандидаты на основе нескольких белков факторов патогенности стрептококков группы В (возбудителей смертельных заболеваний новорожденных) и пневмококков (возбудителей воспаления легких). Оба вакцинных кандидата оказались способными вызывать протективный иммунитет против возбудителей и могут быть использованы для элиминации наиболее вирулентных штаммов данных видов бактерий без заметных побочных реакций.

Данные инновационные вакцины характеризуются образованием специфических антител класса G в крови и относительно слабой выработкой антител класса A, преимущественно образующихся на слизистой. И памятуя о том, что наша слизистая (полость рта, глаза, носа, кишечный эпителий) в большинстве случаев как раз является основными воротами инфекции, мы

задумались о создании вакцин, которые могли бы защищать нас от возбудителя, оказавшегося в нашем организме в самом начале инфекции, то есть на слизистой оболочке.

Для решения этой задачи ученые ИЭМ РАН обратились к пробиотикам — полезным бактериям, которые достаточно давно (начиная с заквасок на основе болгарской палочки нашего соотечественника И. И. Мечникова) применяются для восстановления микробиоценоза человека. Если генетически немного изменить бактерию, используемую как пробиотик, и научить ее производить на своей поверхности антигенные эпитопы возбудителя (бактериального или вирусного), то можно достичь одновременно два полезных результата: стимуляцию специфического иммунного ответа против возбудителя инфекции и восстановление микроэкологии за счет воздействия пробиотика.

Созданные в ИЭМ РАН прототипы таких вакцин против стрептококков группы В, пневмококков и вируса гриппа показали, что пробиотические бактерии с молекулярной добавкой от патогена могут успешно колонизировать эпителий и формировать специфический иммунный ответ против возбудителя. Благодаря формированию специфических антител (как группы G, так и группы А) вакцинированные лабораторные животные оказались вполне защищенными от инфекции.

Последней разработкой на основе данной стратегии стала вакцина против вируса SARS-CoV-2 — возбудителя инфекции COVID-19. Образовавшиеся антитела против данного вируса обнаруживались не только в крови лабораторных животных, но и в слюне, причем уровень образования специфических иммуноглобулинов класса А существенно возрастал именно в случае перорального приема вакцины. Иными словами, специфический иммунный ответ против инфекции возникает после нескольких глотков молочнокислой закваски, содержащей молочнокислые бактерии, несущие антиген конкретного возбудителя заболевания. Главное — выявить наиболее актуальные антигены и «заставить» полезную бактерию их производить. При этом вакцина, сделанная по такому принципу, безопасна, так как самой патогенной бактерии или вируса там просто нет.

Глобальная цель специалистов ИЭМ РАН – найти средства диагностики и лечения, которые подошли бы каждому человеку.

В ИЭМ РАН проводятся предварительные испытания вакцины от коронавируса в виде йогурта, который позволяет организму выработать антитела к COVID-19. Разработчик вакцины – руководитель отдела молекулярной микробиологии ИЭМ РАН член-корреспондент РАН Суворов Александр Николаевич.

Прототип вакцины против COVID-19 на основе пробиотиков уже несколько месяцев испытывают в ИЭМ. Антигены в вакцине заключены в микрокапсулы, это защищает действующее

вещество от пищеварительных ферментов. Использование вакцины на слизистых лабораторных животных, дал очень хороший иммунный ответ, специфические антитела были на слизистых и в крови. Разработанная учеными технология, позволяет встраивать фрагменты генов вирусов или бактерий, кодирующих их иммуногенные в геном полезных для человека молочнокислых бактерий *Enterococcus faecium* L-3. Используя эту технологию, был заказан искусственно синтезированный кусочек генома коронавируса и создан прототип вакцины от COVID-19. По словам микробиолога, создание препарата велось исключительно на энтузиазме сотрудников ИЭМ РАН. Сейчас созданные штаммы молочнокислых заквасок ученые испытывают на мышах.

### **5.3 Публикационная результативность, научные мероприятия, экспертная деятельность и результаты интеллектуальной деятельности СПбНЦ РАН по направлениям биологии и медицины**

Публикации, рецензии, экспертиза:

1. Джапаридзе Л.А. Микробиом - потенциальный прогностический биомаркер в диагностике рака // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2021, № 1-2. - С. 79-80.

2. Джапаридзе Л.А., Солдатова О.А. «Факторы, влияющие на формирование микробиома у младенцев» // «Журнал инфектологии», 2022, № 1 (сдана в печать).

3. Джапаридзе Л.А. «Микробиом, рак, коронавирусные инфекции» (монография). – СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2022. – 130 с. (сдана в печать)

4. Рецензия на научную статью в журнал «Успехи геронтологии»: «Микробные эндотоксин и плазмалоген у лиц старшего возраста с патологией сахарного диабета 2 типа», 2021 г. Москва, Швейцария, Обервилл.

5. Рецензия на монографию «Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов». – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 132 с.

6. Экспертиза материалов на соискание именных премий, учрежденных Правительством СПб : Премии им. Н.И. Вавилова и им. И.П. Павлова -15 экспертиз. 2021 г

*Научно-организационная работа* - участие в конференциях, вебинарах, семинарах:

- 18 февраля 2021 г. вебинар «Опухолевые признаки жировых тканей человека», (онлайн);

- 19 февраля 2021 г. Всероссийский симпозиум «Биомеханика-2021», ИФ им. И.П. Павлова РАН (онлайн);

- 12-13 марта 2021 г. научно-практическая конференция «Рак легкого и опухоли средостения» НИИ онкологии им. Петрова (очно);



- 31 марта 2021 г. организация и проведение в СПбНЦ РАН семинара по молекулярной и эволюционной биологии «Таксономические базы данных как средство изучения биологического разнообразия».- Докладчик: профессор Медведев С.Г. (ЗИН РАН).

- 15 апреля 2021 г. организация и проведение в СПбНЦ РАН семинара «Инновационные технологии в профилактике, лечении реабилитации после коронавирусной инфекции». – Докладчик: д.м.н. Оникиенко С.Б.;

- 6-8 октября 2021 г организация и проведение в СПбНЦ РАН V Всероссийской школы-конференции с международным участием для молодых ученых «Молекулярно-генетические и клеточные аспекты растительно-микробных взаимодействий» (член оргкомитета);

- 7- 8 октября 2021 г. III международная научная конференция «Микробиота человека» (ИЭМ РАН);

- 22 ноября 2021 г. Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (СПбНЦ РАН, руководитель секции «Биология и медицина»).



Санкт-Петербургский  
научный центр РАН



#### Семинар по эволюционной и молекулярной биологии

Санкт-Петербургского Союза ученых совместно с  
ОНС «Биология и медицина»,  
Санкт-Петербургским научным центром РАН и  
Биомедицинским центром

#### «Таксономические базы данных как средство изучения биологического разнообразия»

д.б.н., профессор Медведев Сергей Глебович  
(Заведующий лабораторией паразитических  
членистоногих Зоологического института РАН)

#### Участники семинара:

СПбНЦ РАН, ЗИН РАН, Гос НИИ ОЧБ (особо чистых  
биопрепаратов), СПбГУ, СПбГПУ им. Герцена,  
Биомедицинского центра, Союз ученых,  
Политехнического университета им. Петра Великого.

Представлен многолетний опыт накопления и обобщения разнотипных данных по мировой фауне переносчиков возбудителей чумы – отряда блох, средствами информационно-аналитической системы (ИАС). Продемонстрированы аналитические возможности применения баз данных, построенных на основе классификаторов (многоуровневых тезаурусов), для изучения географического распространения и адаптивной эволюции отряда насекомых в объеме мировой фауны. Рассмотрены особенности развития и применения информационных технологий в Зоологическом институте РАН, начиная с 90-х годов прошлого века. На примере представителей 19 различных групп сухопутных и водных животных отработана процедура цифровизации обширных коллекционных фондов насчитывающих около 30 миллионов единиц хранения. Многопользовательская информационная система портала Зоологического института РАН по биологическому разнообразию позволяет хранить информацию в аутентичной форме и осуществлять ее поэтапную трансформацию, т. е. унификацию и структурирование. Для обеспечения непрерывности пополнения БД предусмотрена возможность работы операторов разного уровня компетентности.

# 31.03

# 16:00 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Университетская наб., д.5, Малый конференц-зал

## **6 Исследования по направлениям деятельности ОНС «Экология и природные ресурсы» СПбНЦ РАН**

В результате возрастающей хозяйственной деятельности людей усиливается воздействие на природные экосистемы, что приводит к их деградации. Воздействие на окружающую среду становится настолько интенсивным, что происходят изменения в биосфере. Антропогенное воздействие на окружающую среду становится одной из главных проблем в Санкт-Петербурге и в Ленинградской области. В ближайшем будущем созидательная деятельность человечества не сократится. Возникает необходимость поиска способов сохранения природных экологических систем.

Решение проблем взаимоотношений людей с окружающей их средой возможно только с использованием знаний, полученных при освоении направлений подготовки и специальностей высшего образования по направлению исследований.

### **6.1 Анализ научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга**

13 апреля 1995 года Госкомвуз утвердил и ввел в действие Примерную программу дисциплины «Экология» для профессиональных направлений 550000 «Технические науки» (кроме 553500 «Защита окружающей среды»). За прошедшие годы изменились многие концепции и подходы в экологии, расширилась база экономики природопользования и создана новая правовая и нормативная документация.

Приказом Минобрнауки России от 12 сентября 2013 года № 1061 «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования (с изменениями на 15 апреля 2021 года) утверждены:

- перечень направлений подготовки высшего образования - бакалавриата;
- перечень направлений подготовки высшего образования - магистратуры;
- перечень специальностей высшего образования - специалитета;
- перечень направлений подготовки высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

#### **6.1.1 ВУЗы Санкт-Петербурга, осуществляющие подготовку специалистов с высшим образованием по направлениям экологии, и их образовательные программы**

В Санкт-Петербурге подготовку специалистов по направлениям экологии осуществляют 16 гражданских вузов, основные сведения приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные сведения о подготовке специалистов по направлениям Экологии в очной форме обучения в Санкт-Петербурге

№	Наименование высшего учебного заведения	Уровни обучения
1	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
2	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский горный университет	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
3	Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
4	Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
5	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I	Аспирантура
6	Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет	Бакалавриат Магистратура
7	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова	Бакалавриат Магистратура
8	Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)	Бакалавриат Магистратура
9	Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)	Бакалавриат; Магистратура; Аспирантура
10	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	Магистратура; Аспирантура
11	Национальный исследовательский университет ИТМО	Магистратура Аспирантура
12	Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
13	Российский государственный гидрометеорологический университет	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
14	Санкт-Петербургский государственный морской технический университет	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
15	Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича	Бакалавриат Магистратура
16	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения	Бакалавриат Магистратура

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- основная образовательная программа бакалавриата «Экология и природопользование» направлена на получение знаний о принципах рационального использования природных ресурсов, методах рекультивации нарушенных компонентов природной среды, а также основ анализа и прогнозирования риска, связанного с природными и техногенными катастрофами;

- в магистратуре подготовка осуществляется по четырем программам:

- образовательная программа «Геоэкология: мониторинг, природопользование и экологическая безопасность» направлена на получение знаний и умений по использованию методов наземного и дистанционного геоэкологического мониторинга природной среды, применению геоэкологического и геоинформационного моделирования, основам экологических принципов проектирования, определению экологических рисков реализации проектов, обращению с отходами, внедрению системы экологического менеджмента в соответствии со стандартами ИСО;

- образовательная программа «Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и развития» нацелена на подготовку специалистов, способных осуществлять комплексный анализ событий и явлений, происходящих в области окружающей среды и развития, с целью разработки и внедрения научно обоснованных решений, направленных на международное социально-экологическое сотрудничество;

- образовательная программа «Экология. Биоразнообразие и охрана природы». На данном направлении проблемы сохранения биоразнообразия исследуются в комплексе с оценкой экосистемных услуг – пользы, получаемой человечеством от функционирования природных экосистем. Такая оценка крайне необходима для решения многих вопросов в разных областях хозяйственной деятельности, в том числе, вопросов выделения особо охраняемых природных территорий;

- образовательная программа «Эколого-юридическое сопровождение хозяйственной деятельности» готовит специалистов по организации управления и правовому сопровождению деятельности бизнеса и органов государственной власти в сфере экологической безопасности и природопользования.

- в аспирантуре подготовка осуществляется по двум направлениям:

- основная образовательная программа «География»;

- основная образовательная программа «Экология. Биоразнообразие и охрана природы».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский горный университет осуществляет подготовку по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и аспирантуры:

- образовательная программа бакалавриата – «Природопользование»: студенты осваивают методы биологического, химического и геофизического мониторинга компонентов окружающей среды, овладевают навыками работы на современной приборной базе аналитического контроля состояния атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, учатся самостоятельно разрабатывать природоохранные мероприятия для обеспечения экологической безопасности народного хозяйства и других сфер человеческой деятельности;

- образовательная программа специалитета – «Инженерная экология»: студенты знакомятся с основами рационального использования природных ресурсов, природоохранным законодательством, программным обеспечением в области охраны окружающей среды, работой и устройством очистного оборудования, организацией проведения инженерно-экологических изысканий. Также студенты изучают современные методы экологического мониторинга, порядок проведения экологических экспертиз проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также создания новых;

- образовательная программа магистратуры осуществляется по направлению «Экологический мониторинг и охрана окружающей среды»;

- образование в аспирантуре осуществляется по направлению «Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности)».

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- образовательная программа бакалавриата «Экология и природопользование» - профиль «Геоэкология», профиль «Экология».

- три образовательные программы магистратуры: образовательная программа «Экологические основы охраны природы», образовательная программа «Геоэкология природной, антропогенной и социокультурной среды», педагогическое образование по образовательной программе «Эколого-геологическая программа»;

- в аспирантуре обучение проходит по образовательной программе «Геоэкология».

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- в бакалавриате по образовательной программе «Экология и природопользование», профиль «Природопользование»;

- в магистратуре по образовательной программе «Техносферная безопасность» профиль «Управление техносферной безопасностью» - осуществляется обучение по обеспечению экологической и пожарной безопасности производственных и технологических объектов различных отраслей промышленности: изучаются организация и осуществление экспертизы и надзора в сфере безопасности, проектирование систем обеспечения техносферной безопасности, внедрение и обеспечение функционирования системы управления охраной труда на предприятиях;

- в аспирантуре обучение проходит по образовательной программе «Экология».

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I осуществляет подготовку специалистов только в аспирантуре по образовательной программе «Геоэкология».

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет осуществляет подготовку по программам бакалавриата и магистратуры:

- в бакалавриате по образовательной программе «Техносферная безопасность» студенты получают знания в области обеспечения безопасности человека в современном мире, формирования комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизации техногенного воздействия на окружающую среду, сохранения жизни и здоровья человека за счёт использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования;

- в магистратуре обучение проводится также по образовательной программе «Техносферная безопасность» - студенты изучают методы и способы проведения анализа негативных факторов и техногенного риска современного производства и технических систем обеспечения нормальной жизнедеятельности населения в чрезвычайных ситуациях.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова осуществляет подготовку по программам бакалавриата и магистратуры:

- в бакалавриате обучение проводится по образовательной программе «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств»;

- в магистратуре также обучение проводится по образовательной программе «Техносферная безопасность», профиль «Инженерная защита окружающей среды».

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина) осуществляет подготовку по программам бакалавриата и магистратуры:

- в бакалавриате по образовательной программе «Техносферная безопасность» студентов обучают практической природоохранной деятельности, связанной с надзором и инспекторской

работой, с информационно-измерительным и технологическим обеспечением природоохранных мероприятий на базе электроники и информатики;

- в магистратуре по образовательной программе «Инженерная защита окружающей среды» обучение направлено на формирование компетенций, позволяющих осуществлять качественную и профессиональную оценку безопасности производственных процессов для человека и окружающей среды.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры по направлению «Техносферная безопасность». Изучаются основные требования экологической, производственной и пожарной безопасности на опасных производственных объектах, также инженерно-физические, медико-биологические, медикотехнические и социально-экономические основы спасения населения от действия поражающих факторов на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельность предприятия в режиме чрезвычайной ситуации (ЧС).

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого осуществляет подготовку по программам магистратуры и аспирантуры:

- в магистратуре обучение проходит по двум образовательным программам:

- «Цифровизация процессов управления водными и земельными ресурсами» направление «Природообустройство и водопользование». Обучение ориентировано на подготовку высококлассных специалистов в области цифровизации процессов жизненного цикла объектов капитального строительства, в первую очередь связанных с взаимным влиянием сооружаемых объектов и окружающей среды. Особое внимание уделяется развитию компетенций по проектированию, строительству и эксплуатации объектов в сложных природно-климатических условиях, например находящиеся на слабых и намывных грунтах, вблизи водных объектов и подвергающиеся затоплению и подтоплению;

- «Экологическая безопасность в промышленности», направление «Техносферная безопасность» - обучение направлено решение задач по ведению природоохранной деятельности в организациях различных отраслей промышленности путем создания комплекса организационных и технических мер, направленных на обеспечение экологической безопасности, минимизацию негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

- в аспирантуре обучение проводится по образовательной программе «Геоэкология». Методологические основы геоэкологии составляют знания и исследования, определяющие элементы геосферы, на которые оказывает воздействие техногенная деятельность и их взаимосвязь; качественные и количественные параметры, описывающие эти воздействия; методы,



с помощью которых эти параметры могут быть установлены, измерены, рассчитаны, подвержены контролю и наблюдению; технические, технологические средства, которые могут реализовать данные методы с целью минимизации или ликвидации воздействий на геосферные оболочки.

Национальный исследовательский университет ИТМО осуществляет подготовку по программам магистратуры и аспирантуры:

- в магистратуре обучение проходит по двум образовательным программам:

1) «Индустриальная экология» по двум направлениям:

- «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 3 специализации: специализация «Экологический инжиниринг» комплексно и системно рассматриваются вопросы промышленной экологии с учетом последних разработок в области повышения энергетической и ресурсной эффективности производств, развития экологической ответственности компаний, внедрения принципов устойчивого производства и потребления; специализация «Чистое производство и интегрированный менеджмент» студенты получают профессиональные знания и навыки, позволяющие внедрять принципы промышленного симбиоза и методологию чистого производства, разрабатывать системы экологического менеджмента для предотвращения загрязнения окружающей среды и устойчивого потребления энергетических и других видов ресурсов, развитию экологической ответственности компаний, устойчивому производству и потреблению; специализация «Экологический дизайн» особое внимание уделяется изучению процессов разработки, производства и сертификации экологически безопасной продукции.

- «Техносферная безопасность», специализация «Урбанэкология» направлена на решение практических задач в области устойчивого развития городов. Студенты получают знания и навыки, необходимые для научно-исследовательской и проектной деятельности в области управления муниципальными и строительными отходами, зеленого строительства, ландшафтного проектирования, применения фитотехнологий и экологического мониторинга для защиты окружающей среды в городах;

2) «Техногенная безопасность и метрология» по направлению «Техносферная безопасность».

- в аспирантуре обучение проводится по образовательной программе «Геоэкология» по различным отраслям: нефтегазовая, горно-перерабатывающая, металлургия, строительство и ЖКХ. Изучается динамика, механизм, факторы и закономерности развития опасных природных и техноприродных процессов, прогноз их развития, оценка опасности и риска, управление риском, превентивные мероприятия по снижению последствий катастрофических процессов, инженерная защита территорий, зданий и сооружений.



Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- в бакалавриате и магистратуре обучение проходит по направлению «Техносферная безопасность» по профилю «Инженерная защита окружающей среды»;

- в аспирантуре два направления подготовки:

  - «Техносферная безопасность»;

  - «Промышленная экология и биотехнологии».

Российский государственный гидрометеорологический университет осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- в бакалавриате обучение проходит по образовательной программе «Экология и природопользование» профиль «Экологические проблемы больших городов, промышленных зон и полярных областей»;

- в магистратуре обучение проходит по образовательной программе «Экология и природопользование» по трем направлениям: «Экологические проблемы больших городов и промышленных зон», «Управление экосистемами», «Экологическая безопасность»;

- в аспирантуре обучение проходит по направлению «Науки о земле» профиль «Геоэкология».

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет осуществляет подготовку по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- в бакалавриате обучение проходит по направлению «Техносферная безопасность» по профилю «Инженерная защита окружающей среды»;

- в магистратуре обучение проходит по направлению «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» по профилю «Обеспечение экологической безопасности энергетического оборудования морской техники».

- в аспирантуре обучение проходит по направлению «Науки о земле» по профилю «Геоэкология».

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича осуществляет подготовку по программам бакалавриата и магистратуры:

- в бакалавриате обучение проходит по направлению «Экология и природопользование» профиль «Экологическая безопасность окружающей среды»;

- в магистратуре обучение проходит по направлению «Экология и природопользование» по профилю «Экологическая безопасность промышленных и телекоммуникационных систем».

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения осуществляет подготовку по программам бакалавриата и магистратуры:

- основная образовательная программа бакалавриата по образовательной программе «Техносферная безопасность» направление «Инженерная защита окружающей среды».
- основная образовательная программа магистратуры по образовательной программе «Техносферная безопасность» направление (профиль) «Инновационные технологии и эколого-экономическая оценка безопасности в природотехнических системах».

### 6.1.2 Подготовка по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры по направлениям экологии и природных ресурсов в ВУЗах Санкт-Петербурга

Высшее образование с присвоенной квалификацией «Бакалавр» получают выпускники большинства перечисленных ВУЗов (см. таблицу 1.1), за исключением ВУЗов под номерами 5, 10 и 11.

Доля количества мест по специализации в области экологии и природных ресурсов всех перечисленных учебных заведений при приеме студентов на 1 курс составляет около 2% по отношению к общему количеству студентов, принятых в 2021 году (рисунок 6.1).

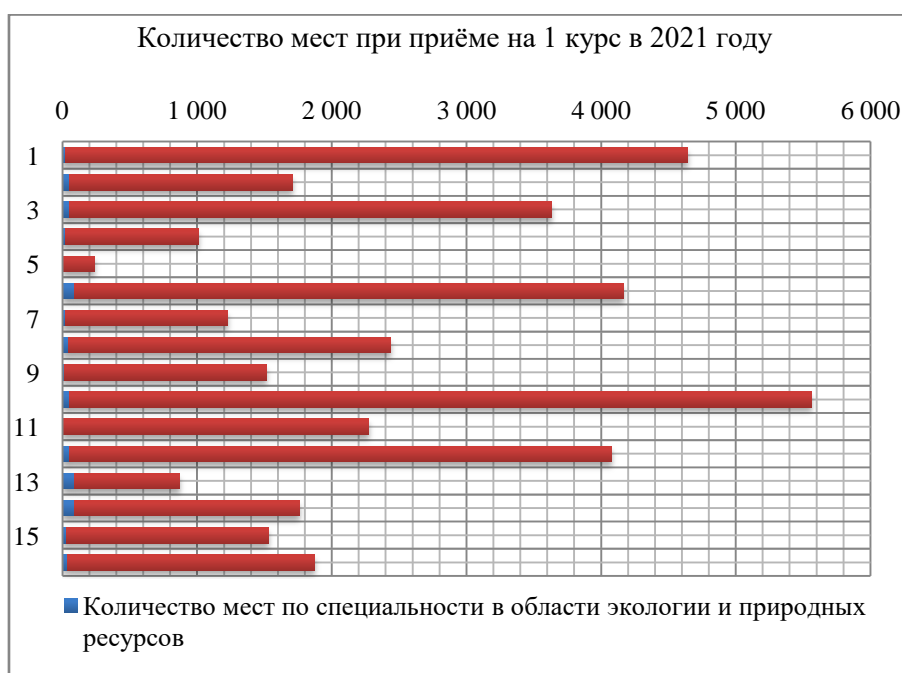


Рисунок 6.1 – Количество мест при приёме на 1 курс в 2021 году по программе бакалавриата

Распределение мест по бюджетным и коммерческим отделениям образования представлено на рисунке 6.3. Общее количество бюджетных мест составляет 53,1%, на коммерческой основе – 46,9%.

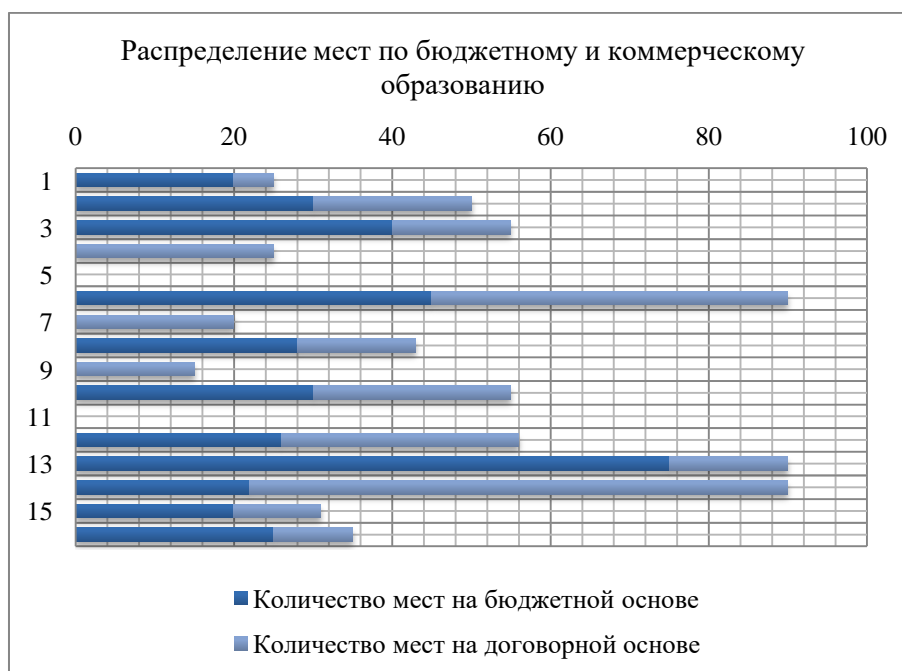


Рисунок 6.2 – Распределение мест по бюджетному и коммерческому образованию по программе бакалавриата

Подготовку специалистов в области экологии и природных ресурсов с присвоением квалификации «Магистр» осуществляют практически все перечисленные ВУЗы, за исключением ВУЗа под номером 5 (см. таблицу 6.1).

Доля количества мест по специализации в области экологии и природных ресурсов всех перечисленных учебных заведений при приеме студентов на 1 курс составляет около 3% по отношению к общему количеству студентов, принятых в 2021 году (рисунок 6.3). Распределение мест по бюджетным и коммерческим отделениям образования представлено на рисунке 6.4. Общее количество бюджетных мест составляет 61,6%, на коммерческой основе – 38,4%.

Подготовку специалистов в области экологии и природных ресурсов с присвоением квалификации «Преподаватель, преподаватель-исследователь» осуществляют практически все перечисленные ВУЗы, за исключением ВУЗов под номерами 6, 7, 15, 16.



Рисунок 6.3 – Количество мест при приёме на 1 курс в 2021 году с присвоением квалификации «Магистр»



Рисунок 6.4 – Распределение мест по бюджетному и коммерческому образованию с присвоением квалификации «Магистр»

Доля количества мест по специализации в области экологии и природных ресурсов всех перечисленных учебных заведений при приеме студентов на 1 курс составляет около 2% по отношению к общему количеству студентов, принимаемых в 2021 году (рисунок 6.5). Распределение мест по бюджетным и коммерческим отделениям образования представлено на

рисунке 6.6. Общее количество бюджетных мест составляет 52,6%, на коммерческой основе – 47,4%.



Рисунок 6.5 – Количество мест при приёме на 1 курс в 2021 году с присвоением квалификации «Преподаватель, преподаватель-исследователь»



Рисунок 6.6 – Распределение мест по бюджетному и коммерческому образованию с присвоением квалификации «Преподаватель, преподаватель-исследователь»

Всего в Санкт-Петербурге по специализации в области экологии и природных ресурсов, 1300 мест для приема студентов на 1 курс очной формы обучения (рисунок 6.7):

- разница между бакалавриатом и магистратурой небольшая (бакалавриат – 52%, магистратура – 42 %);
- аспирантура занимает значительно меньшую долю – 6% количества мест.

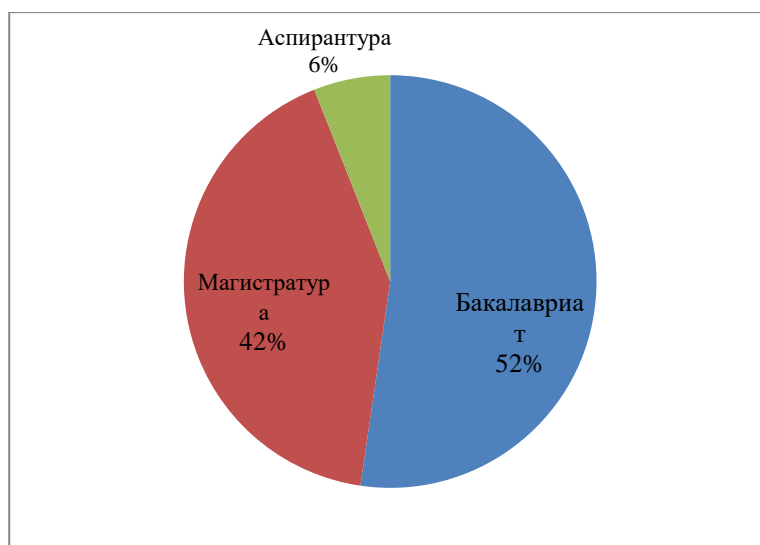


Рисунок 6.7 – Диаграмма распределения мест по уровням образования

### **6.1.3 НИИ Санкт-Петербурга, подведомственные Минобрнауки России, осуществляющие деятельность по направлениям экологии и защиты окружающей среды от антропогенного воздействия, и направления их научных исследований**

В 2021 году проблемами экологии и защиты окружающей среды от антропогенного воздействия занимаются следующие институты РАН в Санкт-Петербурге:

Институт проблем транспорта РАН имени Н.П. Соломенко (ИПТ РАН)

В структуру института входит лаборатория проблем экологии транспортных систем. Направлениями научных исследований лаборатории являются:

- комплексные подходы по минимизации техногенной нагрузки на окружающую среду при функционировании транспорта;
- методология оценки техногенной нагрузки от функционирования различных транспортно-технологических комплексов;
- методы минимизации негативных воздействий на окружающую среду и человека от функционирования городской транспортной системы;
- экологическая экспертиза транспортных объектов.

Институт озераведения РАН (ИНОЗ РАН) (в настоящее время подразделение ФБГУН Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН (СПб ФИЦ РАН).

В структуру института входит лаборатория географии и гидрологии, которая проводит оценку озёрного фонда Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ), включающего 2/3 водоёмов страны с суммарным запасом вод 760 км<sup>3</sup>. Выполняет анализ современного состояния и региональных изменений экологического состояния озёрных экосистем; обосновывает возможность существенного ухудшения экологического состояния озёр северных территорий в связи с формированием новых и развитием действующих минерально-сырьевых центров в соответствии со Стратегией развития АЗРФ до 2035 г.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский Центр экологической безопасности РАН (НИЦЭБ РАН) (в настоящее время подразделение ФБГУН Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН (СПб ФИЦ РАН)

В структуру института входят:

Отдел натуральных эколого-химических исследований, включающий три лаборатории:

- лаборатория скрининга и идентификации экотоксикантов в природных объектах;
- лаборатория изучения процессов миграции стойких органических загрязнителей;
- лаборатория изучения миграционных форм экотоксикантов в окружающей среде.

**Обсерватория экологической безопасности (на правах отдела):**

- лаборатория дистанционных методов геоэкологического мониторинга и геоинформатики;
- лаборатория биоэлектронных методов геоэкологического мониторинга.
- лаборатория биологических методов экологической безопасности;
- лаборатория экономических проблем экологической безопасности;
- лаборатория геоэкологических проблем природно-хозяйственных систем и урбанизированных территорий;

Лаборатория методов реабилитации техногенных ландшафтов;

Лаборатория систем обращения с отходами;

Испытательно-аналитическая лаборатория.

Основные направления научных исследований:

- эколого-экономические и правовые проблемы обеспечения экологической безопасности Российской Федерации;
- геоэкологические основы обеспечения экологической безопасности природно-хозяйственных систем и урбанизированных территорий;
- научные основы создания специальных систем геоэкологического мониторинга и обсерваторий экологической безопасности; разработка методов интегральной оценки экологической безопасности регионов и городов Российской Федерации;

- исследование процессов-предвестников возникновения угроз экологической безопасности; эколого-химические исследования процессов миграции экотоксикантов в окружающей среде; поиск и изучение зон экологического риска;
- методы ранней диагностики и оперативного предупреждения о возникновении угроз экологической безопасности;
- методы оценки экологического риска и экологического ущерба в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности;
- методы и процессы реабилитации загрязненных почв и техногенных ландшафтов.

Санкт-Петербургское отделение Института геоэкологии (СПБО ИГЭ.) Отделение имеет двойное подчинение - Российской Академии наук и Министерству общего и профессионального образования РФ.

Работы института геоэкологической направленности:

- площадные геоэкологические изыскания, идентификация и оценка масштабов загрязнения природных вод и горных пород;
- прогноз миграции загрязняющих веществ (в том числе, радионуклидов) в водоносных горизонтах на участках подземных и поверхностных хранилищ соответствующих отходов;
- прогноз гидрогеологических последствий тяжелых запроектных (гипотетических) аварий на действующих и проектируемых атомных электростанциях;
- разработка методов предотвращения (минимизации) утечек промышленных отходов из поверхностных и подземных хранилищ;
- разработка систем реабилитационных мероприятий на участках загрязнения подземных вод нефтепродуктами;
- прогноз загрязнения подземных вод тяжелыми хлорорганическими отходами;
- разработка систем реабилитационных мероприятий для районов комплексного загрязнения подземных вод (горнодобывающие районы, промышленные районы, городские агломерации).
- гидробиологические и экологические исследования поверхностных вод;
- оценка антропогенного и техногенного влияния на экосистемы поверхностных водоемов и водотоков;
- оценка качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям сточки зрения использования их для питьевого водоснабжения в рыбохозяйственных и культурно-бытовых целях;



- прогноз изменения качества воды при проведении горных, гидромеханизированных и хозяйственных работ;
- расчет ПДС и прогноз количественных характеристик показателей химического состава воды проточных и замкнутых водоемов, а также прибрежных зон морей относительно мест проектируемых или действующих выпусков сточных вод;
- разработка рекомендаций для организации компенсационных мероприятий, обеспечивающих охрану поверхностных вод для соблюдения норм природоохранного законодательства.

Экологические подразделения имеются также в Зоологическом институте РАН (лаборатория пресноводной и экспериментальной гидробиологии), в институте физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (отдел агроэкологической оценки почв), в Ботаническом институте имени В. Л. Комарова РАН (лаборатория экологии растительных сообществ).

Исследования проводятся в рамках направления «Экология и природные ресурсы» (см. разделы 6.2. и 6.3.). Проводимые работы направлены на:

- разработку рекомендаций по ведению экологического мониторинга сообществ живых организмов и подводных биотопов на водных объектах Санкт-Петербурга и Ленинградской области для целей контроля биологических инвазий, сохранения биологического разнообразия, охраны природы;
- разработку инструментов информационной поддержки морского пространственного планирования;
- разработку подходов к решению проблемы обращения с отходами;
- разработку подходов к решению проблем биопомех и биоповреждений;
- экспертные оценки по запросам профильных комитетов, бюджетных и коммерческих организаций Санкт-Петербурга и Ленинградской области, а также Госкорпорации;
- разработку программ, методик и проведение тестирования средств и методов защиты объектов и конструкционных материалов от биопомех и биоповреждения.

## **6.2 Комплексное решение проблем обращения с отходами в 2021 году**

В 2021 году продолжались фундаментальные и поисковые исследования по комплексному решению проблем обращения с отходами:

- фундаментальные исследования были направлены на создание методологических основ и критериев оценки экологической безопасности при поступлении, использовании и размещении отходов. С целью получения удельных показателей по загрязнению воздуха, воды и почвы,

проводились экспериментальные исследования совместно с сотрудниками НИЦЭБ РАН и СПбГПУ Петра Великого. Это позволило выполнить фундаментальную научную работу «Исследования угроз экологической безопасности при размещении ТКО на территории трансграничных субрегионов водосборного бассейна Финского залива», которая имела целью выявить основные положительные стороны системы обращения с отходами в регионе Финского залива, оценить их эффективность и предложить субъектам РФ реализовать на практике положительные элементы систем. В ходе выполнения работы был проведен всесторонний анализ существующих систем обращения с ТКО в Санкт-Петербурге, Финляндии, Эстонии, Дании, произведена оценка экономической эффективности по критерию экологических ущербов для рассматриваемых регионов, показано значительное преимущество систем обращения с ТКО в Финляндии и Эстонии по сравнению с российскими регионами. На основе проведённых расчетов предложен план мероприятий по оптимальному развитию системы обращения с ТКО в Санкт-Петербурге;

- поисковые исследования были нацелены на решение конкретных задач по созданию концепций, программ и планов обращения с отходами для Санкт-Петербурга и Ленинградской области (защита окружающей среды от загрязнения твёрдыми коммунальными отходами (ТКО), отдельный сбор, утилизация с отбором вторичного сырья, размещение на полигонах или сжигание на мусоросжигательных заводах (МСЗ), состояние этой отрасли в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в настоящее время, основные проблемы и пути их решения. Также проведен сравнительный анализ решения проблем обращения с ТКО в странах региона Балтийского моря и ЕС).

Одновременно с ростом численности населения Земли высокими темпами возрастают технологическая оснащённость человечества и производительность его труда. Рост производства означает рост потребления. Наряду с ростом численности человеческого населения происходит постоянный рост уровня жизни населения Земли, т.е. возрастает подушное потребление материальных благ.

Чем больше материальных благ люди потребляют, тем больше образуется различных отходов. В наше время природа не в состоянии сама обезвредить те отходы, которые образует человечество, т.к. их слишком много, они сложны по составу и различны по свойствам, к тому же многие из них трудно поддаются разрушению в природных условиях. Поэтому вопрос о том, что нам делать с отходами, является сегодня одним из самых острых и сложных из числа вопросов, стоящих перед человечеством.

Первоочередной задачей является попытка избежать образования отходов. Если сделать этого невозможно, следует минимизировать их количество. Образовавшиеся отходы следует

использовать (рециклизация, или утилизация). Отходы, которые не удаётся утилизировать, необходимо перевести в малоопасное состояние и лишь после этого захоронить на полигоне.

Существует два альтернативных взгляда на отходы с учетом их санитарно-гигиенического и ресурсного аспектов:

- санитарно-гигиенический аспект – отходы представляют собой явление, опасное для объектов живой природы, т.к. в них содержится много токсичных веществ и патогенных микроорганизмов, для их захоронения приходится выделять всё новые земельные угодья, пригодные для иного применения;

- ресурсный аспект – отходы являются мощным и практически неиссякаемым источником сырьевых ресурсов, которых всё более не хватает человечеству. Чем больше отходов люди будут использовать, тем меньше их будет направлено на свалки, и в то же время – тем меньше сырья людям будет необходимо извлекать из природных источников.

В Санкт-Петербурге вопросам обращения с промышленными и с коммунальными отходами уделяется большое внимание. В настоящее время Санкт-Петербург ежегодно производит 2 миллиона тонн коммунальных отходов. По прогнозам, к 2040 году эта цифра увеличится до 2,5 млн. тонн.

Строительные отходы также создают много проблем.

Две трети от общего объема ТКО Санкт-Петербурга вывозится на полигоны в Ленинградскую область. В ближайшие два года запас резервов полигонов Ленинградской области будет исчерпан.

Лучшим вариантом для Санкт-Петербурга, в результате которого может быть разрешена проблема утилизации ТКО – создание системы предприятий, способных обрабатывать 100% ТКО Санкт-Петербурга.

Пути решения проблемы:

- отдельный сбор отходов в контейнеры нескольких видов;
- модернизация промышленных предприятий и очистных сооружений;
- рекультивация полигонов, строительство мусороперерабатывающих заводов;
- экологическое просвещение населения.

Многие виды отходов представляют собой ценный сырьевой ресурс. При изготовлении полезной продукции используется только небольшая доля извлеченной массы, остальное становится отходом. Но и сама произведенная продукция достаточно быстро изнашивается и превращается в отходы. Таким образом, люди заняты производством отходов, истощая при этом природные ресурсы и загрязняя отходами окружающую среду.

В составе отходов, как промышленных, так и бытовых, содержится много составных частей, которые могут служить сырьем для промышленного производства.

При повторном использовании сырья достигается две важных для общества цели:

- уменьшается извлечение сырья из недр Земли;
- снижается количество отходов, требующих захоронения.

Многие государства поддерживают программы, направленные на рост использования сырья, выделяемого из отходов. Повторному использованию материалов (рециклингу) и некоторых видов изделий отводится важное место в общеевропейской природоохранной политике. Во многих странах мира рециклингу подвергают до 25% всей массы ТБО, а повторное использование бумаги, стекла, алюминиевых банок превышает 50%. Специалисты полагают, что при отработанной технологии сбора и переработки ТБО можно возвращать в промышленный цикл до 50% массы твёрдых бытовых отходов.

В странах ЕЭС восстанавливается без ухудшения эксплуатационных характеристик:

- более 50% автомобильных покрышек для грузовых автомобилей;
- около 15% автомобильных покрышек для легковых автомобилей.

В настоящее время Правительство Санкт-Петербурга активно занимается решением проблемы с отходами в регионе: планируется строительство пять мусороперерабатывающих заводов в Петербурге и Ленинградской области, каждый из которых рассчитан на 600 тысяч тонн в год и на 25 лет работы. Предполагается, что три из них будут находиться в Ленинградской области и два — в Санкт-Петербурга.

Предполагается, что не менее половины отходов, поступающих на объект, будут упакованы в пластиковые пакеты, вместе с твердыми коммунальными отходами будут привозить и крупногабаритные (сломанная мебель и отработавшие ресурс бытовые приборы). Технологический процесс предусматривает предварительную сортировку, вскрытие пакетов, механическую и воздушную сепарацию, магнитную - отделиваются черные и цветные металлы и оптическую. На новые заводы планируется принимать только обезвреженные и спрессованные инертные массы, не содержащие пищевых отходов, что предотвратит появление неприятного запаха.

Результаты исследований представлены в публикациях и апробированы на научных мероприятиях.

### **6.3 Исследования источников биопомех и разработка биологически обоснованного подхода к комплексной защите систем охлаждения и технического водоснабжения от обрастания на примере объекта традиционной энергетики**

Наличие биопомех<sup>3</sup> на стационарных береговых гидротехнических сооружениях различной конструктивной сложности, равно как и на мобильных искусственных объектах, погруженных в водную среду, например, корпуса судов, в значительной мере обусловлено присутствием в водной среде микроорганизмов – биодеструкторов, которые заслуживают отдельного обзора и расселительных стадий водных беспозвоночных из числа обрастателей. При расположении объекта в фотической зоне основные обрастатели – фотосинтетические организмы, чаще всего – макроводоросли. Внутри систем водоснабжения и циркуляции (охлаждения) (далее системы технического водоснабжения, также СТВ) береговых объектов, а также ниже фотической зоны на объектах, погруженных в воду, основные обрастатели – водные беспозвоночные.

Исследования посвящены оценке состава, пространственного распределения, причин «успеха» обрастателей из числа беспозвоночных животных, как источников биопомех в СТВ и мишеней программ защиты, и, в связи с этим, перспективам решения проблемы биообрастания на таких сложных гидротехнических сооружениях, как объект традиционной энергетики, расположенный на техногенно-трансформированном или искусственном континентальном водоеме, основываясь на биологических особенностях двух основных групп обрастателей, освоивших такие водоемы и системы.

### **6.3.1 Распространенность обрастания как экологической группировки живых организмов**

Основные источники биопомех объектов энергетики, расположенных на континентальных водоемах. Общая характеристика распространенности обрастания, определяющаяся биологическими особенностями обрастателей

Обрастание (перифитон) – одна из наиболее древних экологических группировок живых организмов, освоившая в жидких природных средах пространство раздела фаз – жидкой и твердой – как в гидросфере, так и в самих живых организмах. Часто обрастанию сопутствует (предшествует) такое явление, как биоотложение, которое усугубляет технические и технологические проблемы, а когда речь идет о живом организме – снижает его функциональный потенциал. В человеческом организме обрастанию подвержены практически все естественные и искусственные поверхности, находящиеся в нем постоянно или временно, омываемые различными

---

<sup>3</sup> Биопомехи - нарушения в работе технических объектов, прямо или косвенно связанные с развитием внутри или вблизи технических объектов поселений живых организмов. К числу организмов-источников биопомех относятся, например, обрастатели и биодеструкторы. Биоповреждение, биодеструкция, биокоррозия - разрушение материалов и объектов вследствие жизнедеятельности организмов и их групп. К числу организмов-биодеструкторов относятся как микробы, так и многоклеточные организмы. Биоповреждение – частный случай биопомех. Источник биопомех: скопление (в том числе поселение, колония) нежелательного биологического вида или результаты его жизнедеятельности на участке СТВ.

биологическими жидкостями, содержащими исходные компоненты для формирования обрастания (в форме биопленок):

- микробиальная биопленка в полости рта – при неконтролируемом развитии может приводить к стоматологическим заболеваниям;
- биопленки и на эндопротезах и имплантах, катетерах, контактных линзах и др.
- отложения на стенках сосудов различных участков кровеносной системы, способствующие кардиологическим и неврологическим заболеваниям.

В открытой водной среде, в гидросфере, обрастание, в основном, сформировано седентарными беспозвоночными и низшими хордовыми животными с фильтрационным типом питания и хищниками (зоопланктотрофными), а также представлено подвижными формами беспозвоночных – консортами обрастателей. Наиболее распространено обрастание в продуктивных прибрежных зонах морей, где сконцентрировано основное количество доступных для заселения естественных твердых субстратов, имеются условия для формирования достаточных пищевых ресурсов обрастателей-фильтраторов.

В генеральном аспекте обрастатели распространены в бентали и пелагиали водоемов, поскольку существенной их особенностью при сидячем образе жизни, является наличие подвижных расселительных личиночных и покоящихся стадий, пребывающих не только на поверхностях (при пробуждении или на поздних сроках развития), но и непосредственно в водной толще во взвешенном состоянии. Будучи на стадии взрослого организма по сути донными беспозвоночными, в отличие от организмов макрозообентоса, селящихся непосредственно на поверхности или в толще грунта, в ее довольно ограниченном верхнем слое, обрастатели, живя на субстратах, возвышающихся над дном или расположенных непосредственно в водной толще, и питаясь взвешенным в ней сестоном, способны формировать многоярусные поселения, характеризующиеся биомассой, на порядки превосходящей биомассу макрозообентоса. Такое количественное развитие лишь в силу самого своего присутствия этих организмов на поверхности техногенных объектов, располагающихся в воде, приводит к изменениям ожидаемых эксплуатационных свойств таких объектов за счет увеличения массы, изменения конфигурации их оборудования и отдельных конструкций, разрушения самих конструктивных материалов. Это наблюдается, например, на объектах энергетики, при добыче полезных ископаемых с морских платформ, в судоходстве и т.д.

### **6.3.2 Особенности распространенности обрастателей в техногенно-трансформированных континентальных водоемах и береговых гидротехнических объектах**

Большинство обрастателей сравнительно теплолюбивы, имеют твердый скелет, играющий, в том числе и защитную роль, в связи с чем нуждаются в достаточной минерализации воды для его формирования. Это ограничивает распространение многих из них в пресноводных условиях, которые характерны для большинства континентальных водоемов. В техногенно-трансформированных континентальных водоемах, с относительно высокой минерализацией воды (исходной или нарастающей по мере эксплуатации), то есть пригодных по гидрохимическим условиям для жизни обрастателей, и испытывающих дополнительную термическую нагрузку, для таких организмов складывается вполне благоприятная биотопическая обстановка. Ложе небольшого континентального водоема, где целесообразно размещение таких объектов, как правило, покрыто мягкими осадками или сложено осадочными породами, непригодными для заселения прикрепленными организмами (исключение составляют плотные глины, рисунок 6.8), водная толща существенную часть года стратифицирована.



Рисунок 6.8 – Разнотипные плотные глины, доступные для заселения обрастателями (восточная часть Финского залива), фото М.Орловой

Строительство и последующая эксплуатация объекта энергетики кардинально меняют ситуацию. За счет термофикации водоемов и техногенной циркуляции водные массы прогреваются и обогащаются биогенными веществами. Продуктивность водной толщи возрастает, становясь достаточной для поддержания популяции обрастателей за счет регулярного и в достаточном количестве развития их расселительных стадий. В таких условиях техногенные объекты, использующие в СТВ воду, поступающую из водоема и содержащую расселительные стадии обрастателей, становятся одним из важных топических ресурсов, восполняющих естественное отсутствие субстратов для заселения личинками или покоящимися стадиями, которые и отрождаются, возможно, не столько на акватории водоема, сколько (вторично) в самой системе, особенно на ее напорном фронте. СТВ электростанции в целом представляет собой протяженный континуум разнотипных субстратов для заселения и разнообразных условий для выживания осевшей молодежи или колоний, формирующихся при пробуждении покоящихся стадий таких

организмов, включая в себя также и сам водоем – источник водоснабжения. Водоем является еще и первичным участком инвазии обрастателей.

Обрастатели, селящиеся на поверхностях СТВ, пригодных по температурным условиям, помимо формирования живых поселений, становятся причиной появления в системах эндогенного мобильного (раковинного и иного) органогенного материала (отложений). Его накопление внутри СТВ идет как по мере естественного отмирания вовремя не уничтоженных поселений, так и в качестве побочного эффекта при несвоевременном (позднем) применении мер реагирования. Живой органогенный материал при недостаточной механической защите напорного фронта (водозаборных сооружений), вследствие результата заноса вместе с подпиточной или охлаждающей водой, также может вносить свой вклад в развитие биопомех.

### *6.3.3. Основные источники биопомех для объекта энергетики, использующего континентальный водоем в качестве источника водоснабжения и резервуара для сброса циркуляционных вод*

Источники биопомех могут быть классифицированы по двум параметрам:

- по происхождению (эндогенного характера, то есть сформировались непосредственно в системе и экзогенного – привнесенные извне);
- по жизнеспособности.

Живые объекты и органогенный материал различного происхождения, в некоторых случаях при мобилизации и транзите с потоками воды, играет более существенную роль в качестве источника биопомех, чем немобильные живые поселения. Исходным источником биопомех, независимо от классификации, являются сами живые организмы, среди которых в континентальных водоемах и на опресненных участках внутренних морей России наиболее важны три группы обрастателей из числа водных беспозвоночных (рисунок 6.9): двустворчатые моллюски; гидроидные полипы (планктотрофные организмы, в незначительной степени контролируют оседание двустворчатых моллюсков); пресноводные мшанки рода *Plumatella*. На опресненных участках внутренних морей к ним присоединяются усонogie рачки рода *Amphibalanus*. Все группы, за исключением *Plumatella* – чужеродные организмы, обладающие морским жизненным циклом, то есть со свободноживущей расселительной планктонной личинкой.





Рисунок 6.9 – Типичное обрастание и отложения органогенного материала – продукта жизнедеятельности обрастателей в водоемах-охладителях и на технических объектах – оборудовании электростанции. Верхний ряд – представители Щупальцевых (Tentaculata), слева-направо – мшанки рода Плюмателла (*Plumatella emarginata*, *P. fungosa*) и внутрипорошицевые (*Urnatella gracilis*), нижний ряд представители еще трех типов – Губок (Porifera), Кишечнополостных (Cnidaria) и Моллюсков (Mollusca), слева-направо – колония губки (*Ephydatia fluviatilis*), счищенная с оборудования, колониальный гидроидный полип (*Cordylophora caspia*), представитель двустворчатых моллюсков семейства дрейссенид (*Mytilopsis leucophaeata*).

Механизмы расселения мшанок множественны, интенсивность заселения технических объектов во многом определяется условиями, при которых происходит выход из диапаузы (пробуждение) покоящихся стадий. Примеры двух базовых жизненных циклов обрастателей - двустворчатого моллюска дрейссены полиморфной (*Dreissena polymorpha*) и пресноводной мшанки *Plumatella emarginata* приведены на рисунках 6.10 и 6.11. Колониальный гидроидный полип *Cordylophora caspia* занимает промежуточное положение (рисунок 6.12).

Среди двустворчатых моллюсков в разнотипных континентальных водоемах Голарктики (средних и крупных озерах, средних и нижних течениях крупных и средних рек, водохранилищах) наиболее распространены представители семейства дрейссенид, два вида пресноводных дрейссен – *D. polymorpha* и *D. bugensis*. На пресноводно-олигогалинных участках внутренних морей *D. polymorpha* сосуществует, а в условиях потепления частично замещается еще одним представителем семейства – центральноамериканским *Mytilopsis leucophaeata*.

Имеются многочисленные упоминания и о чужеродных двустворчатых моллюсках–источниках биопомех, не являющихся обрастателями, но имеющих сходный с ними жизненный цикл с личиночным развитием (рисунок 6.10) – *Rangia cuneata* (сем. Mactridae), *Corbicula fluminea* (сем. Corbiculidae), *Monodacna colorata* (сем. Cardiidae).

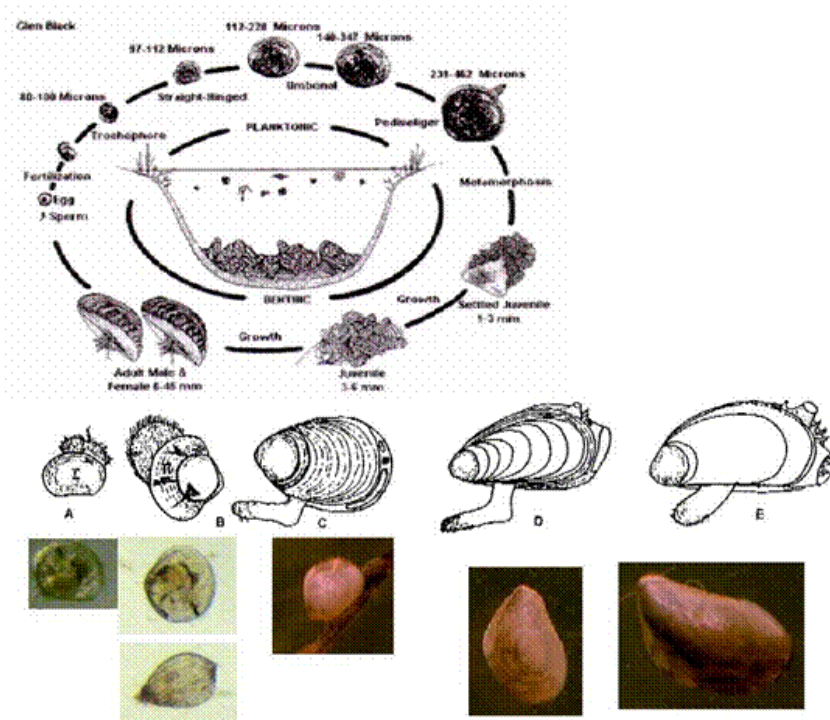


Рисунок 6.10 – Жизненный цикл морского типа у беспозвоночных-обрастателей – источников биопомех в континентальных водоемах на примере *D. polymorpha*. Верхний рисунок – общая схема из Zebra mussel Information System 2000; в середине – схематические рисунки каждой стадии, внизу – фотографии, сделанные по материалам проб, собранных в ходе выполнения работ по наст. договору. **A** – парящий велигер (или **D**-стадия, средний размер 70-90 мкм), **B**-поздний велигер (великонха, средний размер 100-150 мкм), **C** – педивелигер (личинка со сформировавшейся ногой, переходящая к ползанию по субстрату, способная к продуцированию биссусных нитей и временному прикреплению, средний размер 200-350 мкм) **D, E** – поствелигер и брахисифональная стадия (метаморфоз завершен), (фото Е.В. Строговой и М.И. Орловой)

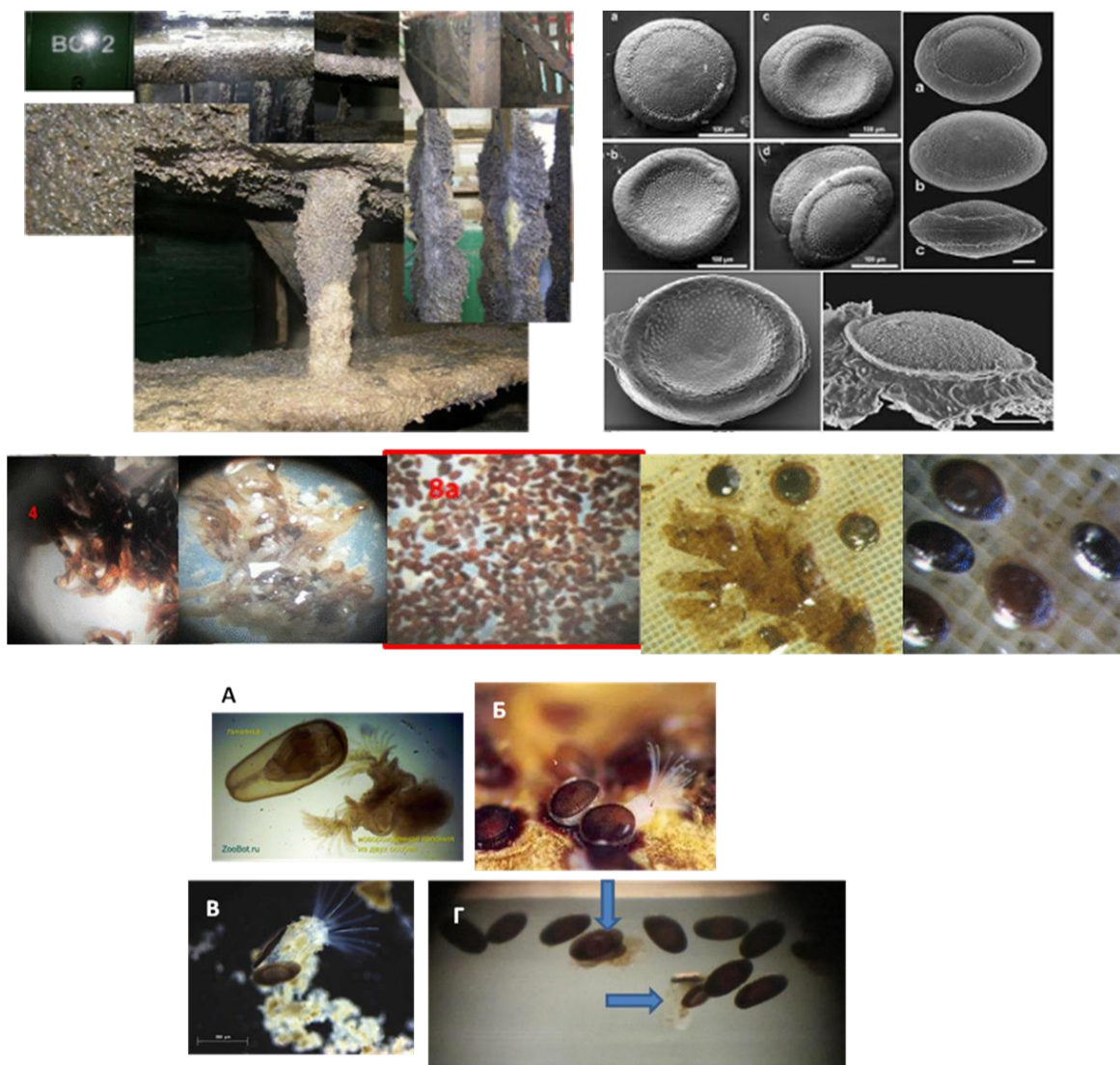


Рисунок 6.11 – Пример жизненного цикла колониального обрастателя, расселяющегося с помощью вегетативных (фрагментов колоний и покоящихся стадий) образований - *Plumatella spp.* Верхние блоки фотографий: левый – колонии мшанки *Plumatella spp.* на оборудовании – общий вид, фрагмент колонии, флотобласты; правый – фотографии под электронным микроскопом статобластов (флотобластов и сессобласта внизу справа) нового вида мшанки, обитающего на акватории, прилежащей к Ленинградской атомной станции - *Plumatella geimermassardi* (фото В.И. Гонтарь). Средний ряд слева направо - фрагменты колоний, статобласты – флотобласты и сессобласты *Plumatella emarginata* (фото М.И. Орловой и Е.В. Строговой); Нижний блок фотографий – наиболее важные (уязвимые) мишени программы защиты оборудования СТВ от развития мшанкового обрастания – активные расселительные стадии и основатели колоний. **А** – результаты полового размножения мшанки – расселительная личинка и готовая к прикреплению еще не осевшая и не прикрепившаяся двухлопастная первичная колония мшанки грибовидной (*Plumatella fungosa*); **Б** и **В** выход зоидов-основателей, формирующих впоследствии колонии, из состояния покоя в форме статобластов: **Б** – прорастающие сессобласты - из [https://sfedu.ru/www/umr\\_main.umr\\_download?p\\_umr\\_id=110583](https://sfedu.ru/www/umr_main.umr_download?p_umr_id=110583), также готовые к прикреплению; **В** – прорастающий флотобласт *Plumatella emarginata*, **Г** – начальная фаза формирования колонии – прорастание статобласта и выход двух зоидов (синие стрелки) – основателей колонии (нефиксированный образец технического обрастания с ВЗС БНС, 29.07.2016, увеличение X40) (фото М. Орловой).



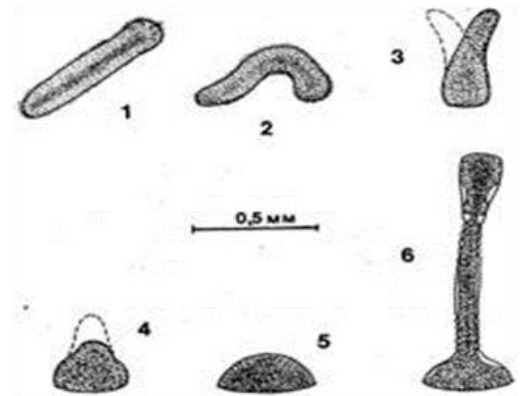
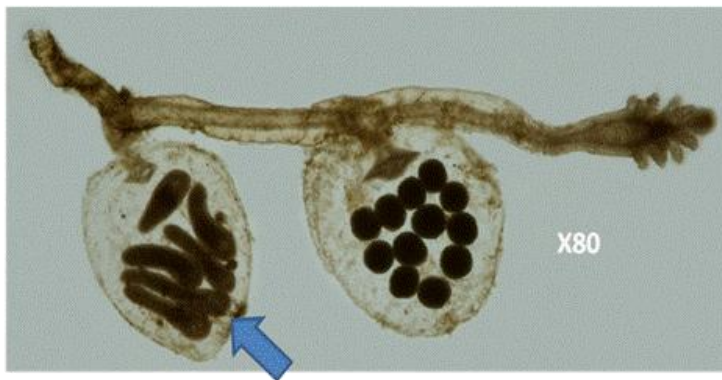


Рисунок 6.12 – Жизненный цикл колониального гидроидного полипа (слева фрагмент колонии с гонофорами, в одном из которых содержатся зрелые планулы (личинки гидроида), справа процесс оседания и метаморфоз планулы: 1– плавающая планула, 2– планула ощупывает субстрат головным концом, 3– планула прикрепляется к субстрату, вращая задним концом, 4– планула, пульсируя, оседает, увеличивая площадь прикрепления, 5– полностью прикрепившись, превращается в “лепешку”, 6– формирование первого междуузлия побега междуузлий с гидрантами. Так из планулы образуется полноценная молодая колония.

#### **6.3.4 Происхождение источников биопомех: последовательность и успех протекания процесса биологической инвазии обрастателей в континентальные техногенно-трансформированные водоемы и колонизации ими СТВ**

Большинство обрастателей отнесены к категории чужеродных видов, чье присутствие в водоемах и на расположенных на их берегах объектах, является результатом завершения процесса биологической инвазии<sup>4</sup>. Накопленные знания свидетельствуют о том, что инвазии — это не случайный, но вполне поддающийся изучению и прогнозированию, объективный комплекс

<sup>4</sup> биологическая инвазия - к биологическим инвазиям в *широком смысле* относят расселения видов, приводящие к расширению исходного ареала в результате: (1) естественного расширения ареала по типу диффузии и скачкообразно; (2) перемещений, связанных с флуктуациями численности и климатическими изменениями, в том числе перемещений в результате экстраординарных климатических или геологических явлений (к таким перемещениям близок скачкообразный тип естественного расселения некоторых организмов, сюда же отношу палеоинвазии); (3) антропогенных изменений абиотических факторов окружающей среды, морфометрии водоемов, повлекших за собой соответствующие изменения границы ареала (включая таковое в связи с гидростроительством, в том числе каналов и водоводов); (4) преднамеренной интродукции и реинтродукции важных с утилитарной точки зрения (“полезных”) организмов; (5) случайных заносов (с балластными водами, с импортной сельскохозяйственной продукцией, вместе с “полезными” интродуцентами, багажом, упаковкой и т.п.). Инвазия это процесс, содержанием которого является преодоление различных барьеров, а после преодоления – успешное прохождение разных стадий внутри региона-реципиента: *интродукции, натурализации, экспансии, интеграции*

явлений и событий, способствующих расселению специфической категории эврибионтных видов, обладающих различными преадаптациями, например, наличием личинок (рисунки 6.10-6.12), способностью к клонированию (рисунок 6.11) и колониальным образом жизни (рисунки 6.9, 6.11, 6.12), сравнительно высокой с аборигенными видами теплоустойчивостью. Эти свойства особенно успешно реализуются такими организмами в техногенно-трансформированных и искусственных местообитаниях, недоступных аборигенным видам.

Соответственно сами трансформации экосистем под влиянием техногенного фактора формируют в них:

- новые местообитания, пригодные для натурализации и последующей интеграции вышеописанных вселенцев даже не столько в локальные естественные сообщества, сколько с формированием целых фрагментов сообществ, состоящих из чужеродных элементов, как это имеет место и в обрастании гидротехнических сооружений;

- за счет снятия географических и экологических барьеров устойчивые инвазионные коридоры (пространство, где реализуется группа предпосылок, связанных с многократным, направленным заносом инокуляционных популяций вселенцев в водоем-реципиент, что, в случае эффективных мер борьбы с нежелательными видами будет гарантировать постоянное пополнение материалом для последующей реколонизации).

Основным критерием успешной инвазии считают «натурализацию» вида. Применительно к растениям это понятие определено как высший этап акклиматизации, на котором растение приспособливается к новым условиям, размножается, дичает и не уступает местным формам в борьбе за существование. А.Ф. Карпевич, также применительно к практике акклиматизации, но водных животных, трактует натурализацию как конечную фазу акклиматизации, когда вселенец приспособился к новым условиям, «определились его ниша и взаимоотношения с аборигенами в экосистеме заселяемого водоема, установилось подвижное равновесие численности новой популяции и выявилась возможность ее использования в кормовых или промысловых целях».

Видимым итогом интеграции является постоянство (долговременность) присутствия нового вида в биотопе, а в ряде случаев – его высокие количественные показатели, регистрируемые постоянно или флуктуирующие во времени. Будучи постоянным компонентом биоценоза, новый вид включается (интегрируется) в трофические сети сообществ(а) и, соответственно, во все связанные с ними потоки вещества, и энергии. Причиной успеха интеграции вида в систему (биоценоз) считают наличие в ней свободных ниш.

Наличие «свободных» ниш (незаполненных лакун) в системе экологических лицензий, как правило, связывают с обедненным в видовом отношении сообществом. Например, успешно завершались акклиматизации (по типу внедрения) донных беспозвоночных – обитателей мягких

грунтов в Каспий, где инфауна в видовом и функциональном отношении обеднена, в восточную часть Финского залива на участках дна, нарушенных гипоксией. В этом смысле, как сами водоемы-охладители и источники водоснабжения, так и искусственные биотопы на протяжении СТВ отличаются выраженным обеднением видового состава (или полным отсутствием поселений аборигенных видов), что делает их особенно восприимчивыми к заселению вселенцами-обрастателями, большинство из которых может быть отнесено к группе пионерных видов. Немаловажно и то обстоятельство, что большинство вселенцев, становящихся источником биопомех, имеет существенные отличия жизненного цикла в сравнении с аборигенными видами, способными занимать те же экологические ниши, а именно морской жизненный цикл со свободноживущей личинкой или разносимыми с током воды покоящимися стадиями (рисунки 6.10–6.12), наличие которых является главной преадаптацией к обеспечению успешного заноса в гидротехнические сооружения.

### **6.3.5 Биологические основы планирования комплексной стратегии предупреждения развития биопомех на объекте энергетики в части обоснованного выбора мер защиты, основанных на биологических свойствах мишеней. Оценка распределения биопомех и мишеней воздействия защитных мер как основа выбора критических участков и последующего пространственно-временного планирования мероприятий комплексной стратегии защиты**

Первоочередной задачей при планировании любой программы борьбы, смягчения последствий или упреждения развития биопомех, а также оценки возможных побочных эффектов от применения той или иной меры, является сбор необходимой информации об *объектах защиты*, то есть наиболее уязвимых участках систем по отношению как к развитию самих обрастателей, так и к формированию и передвижению мобильного материала. Это предполагает проведение детального биолого-химического мониторинга на акватории водоема-охладителя (и непосредственно в СТВ) и создание карт и атласов биопомех<sup>5</sup>, которые в дальнейшем, обновляясь за счет регулярного ведения такого мониторинга, служат в качестве основы информационной поддержки:

---

<sup>5</sup> Серия обзорных и детализированных карт и схем, визуализирующая информацию о положении вторичных очагов развития источников биопомех и застойных зон скопления обломочного и другого биогенного материала, формирования поселений транслокантами, указывающих на возможные направления движения мобильного материала, используется для выбора участков установки защитного оборудования и прогноза возможных побочных эффектов защитных мероприятий.

- при принятии решений о внесении изменений в программы обработок потоков воды и защиты поверхностей с использованием ЛКП (верификацию);

- при пространственно-временном планировании применения конкретных мер на конкретных участках против конкретных живых или органогенных объектов (*мишени защиты*);

- для выбора и корректировки оптимальных режимов применения уже практикуемых средств;

- выбора участков для установки оборудования и проведения производственных испытаний и опытной производственной эксплуатации новых средств, успешно прошедших отборочное первичное тестирование.

Карты биопомех также предназначены для общей оценки состояния поверхностей систем (включая состояние защитных покрытий), контактирующих с водой, и принятия решения о принципиальной необходимости программы защиты, в том числе выявление и нанесение на карты участков со скоростью потока ниже 1,5 м/сек, где наиболее вероятно оседание и развитие обрастателей, элементов оборудования со сложной конфигурацией, отрезков с чередованием застойных и проточных зон;

- оценки основных направлений перемещения и участков потенциального накопления мобильного материала, прогноза возможных повреждений оборудования и нарушений технологического цикла вследствие такого перемещения и накопления, в том числе для прогноза побочных эффектов защитных мероприятий;

- принятия решений и планирования работ по уничтожению максимального числа сформировавшихся вторичных очагов расселения и обработки поверхностей во время плановых периодов вывода объектов из эксплуатации (удаления живого и мертвого биологического материала, последующее нанесение ремонтных составов и защитных противообрастательных покрытий) или в ходе применения обработок при штатной эксплуатации участка (химического воздействия с последующим удалением материала) во избежание дальнейшего развития живых организмов, их спонтанного отмирания и перемещения мертвого материала.

- выполнения тех же действий при подготовке участка для установки оборудования для производственных испытаний [12] или при принятии экстренных мер.

- оценки эффективности предпринятых мер в масштабах всей системы или ее конкретного участка.

**Мишени защиты и выбор комплекса защитных мер.** В системах объекта энергетики присутствуют две группы мишеней защитных действий:

- источники биопомех – живые организмы и их группировки;

- результаты жизнедеятельности источников биопомех – мертвый влекомый крупноразмерный материал и прижизненные и посмертные образования и выделения, остающиеся во взвешенном или растворенном состоянии в водной толще.

Также имеются сопряженные проблемы эксплуатации СТВ, способствующие развитию биопомех, решение которых, регламентированное в форме стандартов организаций, может существенно повысить эффективность мер, направленных на профилактику развития обрастания.

### Живые организмы

Ниже приведены ключевые сведения по биологии и соответствующие им частные указания по двум наиболее важным и распространенным источникам биопомех, требующим различного подхода к планированию программ защиты: дрейссене речной и мшанке – плюмателле.

*Dreissena polymorpha* (дрейссена речная). Ключевые особенности биологии. Дрейссена расселяется на стадии планктонной личинки. Планктонная личинка более уязвима к различным воздействиям, чем взрослые особи, которые формируют обрастание. Это обстоятельство определяет выбор планктонной личинки в качестве предпочтительной мишени защитных мер, в отличие от осевших и прикрепившихся моллюсков. У личинки имеется развитая система органов чувств и локомоторный аппарат, позволяющий совершать самостоятельные перемещения в водной толще, но их перенос на большие расстояния (в том числе расселение по СТВ) протекает пассивно, с водными потоками. Прикрепление и метаморфоз (превращение во взрослого моллюска) личинок происходят при наличии на поверхности развитой *бактериально-водорослевой пленки*, как и других обрастателей, жизненный цикл которых включает личиночную стадию. Прикрепление носит временный характер, если бактериально-водорослевая пленка нестабильна, поверхность обладает биоцидными или репеллентными свойствами, высока скорость протока (более 2 м/сек) и т.д. Эта стадия формирования обрастания легко прерывается и считается обратимой. Продолжительность личиночного развития – от 2-х недель до нескольких месяцев, а сезона размножения (заноса в СТВ) – от нескольких месяцев до круглогодичного, определяется температурой воды, которая должна быть не ниже 12°C. В перегретых водоемах в наиболее жаркие летние месяцы личинки в планктоне могут отсутствовать.

Температурные пределы выживания – взрослые особи переносят непродолжительное промерзание и повышение температуры не выше 35°C. Личинки и взрослые моллюски – фильтраторы, питаются из толщи воды находящимися в ней взвешенными живыми объектами – бактериями, микроводорослями, микрозоопланктоном и мертвым органическим веществом. Дрейссена речная не выносит снижения содержания в воде растворенного кислорода. У нее имеются естественные враги в составе обрастания – колониальные гидроидные полипы, питающиеся ее личинками; агентами контроля на акватории водоема могут быть моллюскоядные



рыбы. Продолжительность жизни и, таким образом, присутствия в СТВ, составляет до 5-6 лет. Взрослые особи дрейссены речной способны открепляться от поверхности при наступлении неблагоприятных условий и перемещаться по системе (так называемые «транслоканты»), формируя затем дополнительные очаги расселения и вызывая повреждения оборудования.

**Основные виды биопомех.** При заселении СТВ дрейссеной речной возможно проявление следующих основных видов биопомех:

- нарушение теплообмена за счет формирования слоя наносов и живого обрастания;
- заклинивание и физическое разрушение элементов оборудования, в том числе наносами и транслокантами;
- засорение оборудования, в первую очередь фильтров, влекомым материалом;
- зарастание, сужение и закупорка просветов, снижение скорости протока, вплоть до полного прекращения.

**Перечень мишеней для планирования защиты от развития поселений дрейссены и мест их обнаружений.**

Для борьбы с дрейссеной и профилактики последующего заселения ею систем могут быть обозначены шесть мишеней в порядке возрастания сложности и снижения успеха борьбы с ними.

**Мишени обратимой фазы обрастания:**

- мишень (1) бактериально-водорослевая плёнка и ее компоненты, находящиеся в потоке воды;
- мишень (2) личинки, находящиеся в потоке воды;
- мишень (3) осевшая молодь (ювенильные моллюски) не старше 1 месяца.

**Мишени необратимой фазы обрастания:**

- мишень (4) взрослые открепившиеся моллюски – «транслоканты»;
- мишень (5) взрослые прикрепленные моллюски;
- мишень (6) мертвый материал разной степени мобильности.

**Места возможного обнаружения поселений дрейссены речной и её личинок в СТВ объектов тепловой или атомной энергетики:**

- повсеместно по ходу технической воды от подводящих каналов и водозаборных сооружений до тепломеханического оборудования (далее ТМО) и далее,
  - на иных участках с температурой ниже 35°C.

**Выбор подхода, способа, режима воздействия на дрейссену как источник биопомех.** В связи с расселением на стадии личинки, более уязвимой к воздействиям, чем взрослые особи, и необходимостью присутствия на субстрате бактериально-водорослевой пленки для формирования

обрастания, в качестве мишени следует использовать как личинок, так и компоненты бактериально-водорослевой пленки, находящиеся в водном потоке, а также саму биопленку (мишени (1) и (2)) при разработке превентивной программы. В экстренных случаях в перечень мишеней включают все шесть мишеней.

По отношению к личинкам и микроорганизмам, перемещающимся в водных потоках, могут быть использованы *пониженные дозы биоцидных воздействий в сравнении со взрослыми особями дрейссены речной, уже сформировавшими обрастание*. В связи со сроками расселения на стадии личинки (от нескольких месяцев до круглогодичного, с возможным перерывом на жаркий период) рекомендован *комплексный режим обработок* потоков воды. В связи с фильтрационным типом питания и чувствительностью к содержанию кислорода в качестве превентивной меры эффективно временное прекращение водообмена и создание заморных (бескислородных) условий на тех участках, где это возможно для живых мишеней необратимой фазы. В связи с непереносимостью температуры воды свыше 35<sup>0</sup>С можно применять *термический метод* как для предупреждения оседания личинок, так и для уничтожения сформировавшегося обрастания.

В связи с микроскопическими размерами личинок (рисунок 6.9) сетки с ячейками более 1 мм на фильтрах малоэффективны для отсечения потока личинок от оборудования, против этой мишени целесообразно лишь применение песчано-гравийных фильтров или фильтрующих элементов с ячейками не более 100 мкм.

В связи с продолжительностью жизни дрейссены следует своевременно выявлять и уничтожать вторичные очаги её расселения как потенциальные источники влекомого (мобильного) обломочного материала. В случае невозможности выявления таких очагов и отсутствия системы профилактики обрастания путем воздействия на мишени обратимой фазы обрастания – бактериально-водорослевую пленку и личинок, пропущенные сроки шоковых обработок, необходимо своевременно прогнозировать появление обломочного материала как возможной причины повреждения фильтровального, насосного и теплообменного оборудования.

Наиболее распространенным и доступным предлагаемым методом защиты от любого обрастания и коррозии является нанесение на обрабатываемую поверхность многослойных лакокрасочных покрытий, представляющих собой многокомпонентные композиции из лакокрасочных материалов, содержащих биоцидные (препятствующие оседанию обрастателей) и противокоррозионные и иные добавки, а также покрытия скользящего типа, биомиметики и другие.

Мшанка рода плюмателла (*Plumatella emarginata*). Ключевые особенности биологии. Мшанка рода Плюмателла – пресноводный колониальный организм, принадлежит к водным

беспозвоночным животным, к типу Щупальцевых (Tentaculata), классу Покрыторотых (Phylactolemata). Как источник биопомех по значимости равен двустворчатым моллюскам-обрастателям, однако, из-за особенностей биологии и в силу того, что ее устойчивые к различным воздействиям расселительные стадии – статобласты, в случае «заражения» ими объекта присутствуют в системах круглогодично, требует более сложного комплекса мер защиты.

Мшанка рода Плюмателла - один из наиболее сложных объектов для контроля. Стратегия, оказавшаяся действенной против нее, безусловно, действенна и против всех прочих обрастателей – от бактериально-водорослевой пленки до моллюсков и гидроидных полипов. Жизненный цикл мшанок рода Плюмателла характеризуется чередованием фаз покоя и активности, чем обеспечивается множественность способов расселения. Фазу покоя (диапаузу) мшанка проходит на стадии статобласта.

Статобласты могут быть прикрепленного типа (сессобласты, рисунок 6.11) и свободными, перемещаемыми потоками воды (флотобласты, там же). Фазу активности мшанка переживает на стадиях *личинки* (наблюдается редко), зооида-основателя колонии, вылупляющегося при окончании фазы покоя из статобласта, плавучей агрегации статобластов и зооидов-основателей колоний, заключенных в защитную слизистую капсулу и сформированных прикрепленных колоний (рисунок 6.11).

Покоящиеся стадии (статобласты) устойчивы к большинству защитных обработок. Активные стадии (личинки, зооиды-основатели колоний, колонии) более *чувствительны* ко всем воздействиям, чем покоящиеся. Промежуточное положение занимают плавучие агрегации. Расселяется мшанка и фрагментами созревших и деградирующих колоний, набитых статобластами, флотобластами, личинками, зооидами-основателями колоний, флотирующими агрегациями таких зооидов. То есть на всех стадиях жизненного цикла, кроме прикрепленных растущих колоний и сессобластов.

При расселении флотирующими агрегациями с первоначальным формированием колоний под защитой капсулы, для прикрепления и дальнейшего развития на поверхности бактериально-водорослевая пленка не обязательна. Таким образом, устранение биопленок, в отличие от планирования мер защиты от дрейссены, не является гарантией предупреждения развития на поверхности колоний мшанки. Флотобласты в воде подогретых водоемов присутствуют в течение всего теплого времени года, в период более протяженный, чем личинки других обрастателей. На оборудовании СТВ статобласты в виде флотобластов и сессобластов есть круглогодично.

В техногенных условиях закрытой части СТВ выход из диапаузы не зависит от сезонности и возможен в любое время года с одним или несколькими пиками, количество которых, в том числе, зависит от погодных условий и технологического цикла. До сих пор неизвестно, какие именно

факторы в условиях СТВ стимулируют этот переход от фазы покоя (отсутствие уязвимости) к фазе активности (приобретение уязвимости). В естественных условиях таким фактором считается промораживание (яровизация) в течение нескольких месяцев, после которой пробуждается более 90% статобластов с выходом зооидов-основателей колоний. По отношению к повышению температуры мшанка существенно более устойчива, чем дрейссена. Колонии способны формироваться и жить при температуре воды до 38 – 40°C. Таким образом, протяженность критических участков, которые могут быть заселены мшанкой, выше, чем у дрейссены.

Личинки, зооиды-основатели и колонии-фильтраторы. Статобласты не питаются. Механизм фильтрации иной, чем у двустворчатых моллюсков. Мшанки могут облавливать лишь объем воды, находящийся непосредственно вблизи колонии, что делает их, в отличие от других фильтраторов-обрастателей, более зависимыми от концентрации пищи в воде и от наличия протока. Растущие колонии мшанки в отсутствие достаточного протока гибнут от бескормицы. Плюмателла чувствительна к содержанию в воде кислорода только в фазе активности и пробуждения. Естественные враги в составе обрастания не обнаружены, с высокой долей вероятности возможно потребление колониальными гидроидными полипами всех планктонных расселительных стадий, но не сессобластов, из которых в поселениях гидроидов могут развиваться колонии мшанки, постепенно замещая гидроидных полипов и, возможно, дрейссену.

Агентами контроля на акватории водоема, предположительно, могут быть аборигенные и акклиматизированные бентосоядные рыбы, креветки-акклиматизанты *Macrobrachium nipponense*, всеядные рыбы-акклиматизанты, например, *Sarotherodon mossambicus* (тиляпия), способные питаться, в том числе, и детритом. Рыбы-планктофаги могут неселективно потреблять флотобласты, но сведений о переваривании флотобластов в пищеварительном тракте рыб нет. Специализированных потребителей сессобластов среди организмов бентоса и рыб не зарегистрировано. В естественных условиях в зависимости от широты местоположения водоема существуют на стадии живой колонии всего несколько месяцев – с весны до начала или середины лета.

В закрытой части СТВ поселения мшанки на стадии живой развивающейся колонии существуют с апреля по декабрь. В виде фрагментов зрелых колоний со статобластами и свободных статобластов - круглогодично. Жизнеспособные статобласты (флотобласты) сохраняют свою всхожесть в течение полутора лет (предварительные данные). В случае регулярного пополнения новыми статобластами формирование колоний за счет пробуждения статобластов теоретически будет происходить в течение всего времени эксплуатации энергоблока. Время пребывания в водном потоке и на поверхностях СТВ на стадии флотирующих агрегаций, личинок и зооидов-основателей не установлено. Отрыв и мобилизация фрагментов колоний, аналогичны

проблеме «транслокантов» у двустворчатых моллюсков, у плюмателлы происходит по мере созревания колоний, мобильные фрагменты разносятся по системе, оседая вместе с высвобождающимися статобластами на участках с замедленным течением и в застойных зонах.

Среди других особенностей, существенных для оценки рисков и планирования упреждающих мер, следует упомянуть еще несколько:

- значительная часть статобластов остается после их выхода из отмирающих колоний на оборудовании в виде «пыли» и в донных отложениях водоема-охладителя (флотобласты), а также в прикрепленном состоянии (сессобласты) непосредственно на конструктивных материалах;

- небольшое число (1-5%) статобластов плюмателлы способны к активации без промораживания в год их отрождения;

- однократно после цветения водоема цианопрокариотой *Chrisosporium ovalisporum* был отмечен массовый выход сессобластов из диапаузы в неурочное время – осенью. Возможно, цианотоксины являются одним из факторов, способствующих массовому выходу плюмателлы из диапаузы независимо от полноты прохождения фазы покоя;

- у мшанки высокая способность к восстановлению повреждений после воздействия нелетальных доз в случае некорректно или не до конца выполненных защитных обработках. На свету активность восстанавливается в периоде от нескольких часов до 3-4 дней, в зависимости от величины нелетальной дозы и степени тяжести повреждений, вызванных ее воздействием.

Основные виды биопомех. Основные виды вызываемых биопомех принципиально те же, что и в случае дрейссены, за исключением нарушений, связанных с мобилизацией раковинного материала. Кроме того, возможно ухудшение качества воды из-за поступления в воду флотобластов и разрушенных колоний, загрязнение статобластами оборудования, в том числе при формировании пятен и полос плотной кожистой консистенции.

Перечень мишеней для планирования защиты от развития поселений мшанки и накопления запасов статобластов и места обнаружения мишеней. Мишени, используемые факультативно, при самостоятельном проявлении:

- бактериально-водорослевая плёнка и ее компоненты, находящиеся в потоке воды.

Обязательные мишени активной фазы развития мшанки:

- личинки, находящиеся в потоке воды;

- зооиды-основатели колоний и их агрегации, находящиеся в потоке воды;

- флотирующие живые и мертвые фрагменты колоний, аналогичные «транслокантам» неколонизальных обрастателей;

- колонии в фазе активного роста;

- колонии в фазе деградации как источники материала разной степени мобильности, включая мишень.

Обязательные мишени фазы покоя:

- свободные жизнеспособные флотобласты, находящиеся в потоке воды;
- свободные жизнеспособные флотобласты, формирующие «пыль» на поверхностях и присутствующие в мягких отложениях;
- жизнеспособные флотобласты, заключенные внутри зрелых колоний и их фрагментов, как прикрепленных, так и мобильных
- жизнеспособные сессобласты на поверхности оборудования и влекаемых наносов (например, раковинного материала).

Обнаружение. Места возможного обнаружения поселений мшанки в СТВ АЭС: повсеместно по ходу технической воды от подводящих каналов и водозаборных сооружений до ТМО, на участках с температурой ниже 40°C. В испарительных градирнях (элемент системы охлаждения или доохлаждения на крупной тепловой или атомной электростанции) населяют бассейны (мишени), при наличии моллюсков также мишень на живых моллюсках и раковинном материале). В брызгальных бассейнах.

Выбор подхода, способа, режима воздействия на мшанку как источник биопомех.

Подходы и методы, наиболее действенные для двустворчатых моллюсков применимы только для активных стадий мшанки (личинки, зооиды-основатели колоний и агрегации личинок и зооидов) и нуждаются в поправках, для всех расселительных стадий мшанки, более устойчивых к воздействиям, чем личинки моллюсков, следует использовать более высокие дозы воздействий. То же и в отношении колоний мшанки - более высокие концентрации реагентов, чем для сформировавшихся поселений моллюсков. В связи с отсутствием регулярности расселения на стадиях, уязвимых к различным воздействиям, следует выбрать непрерывный режим обработки водных потоков и отдавать предпочтение апробированным экологически безопасным, не нуждающимся в деактивации средств.

Требования к таким средствам: биоцидное действие на статобласты и ингибирование их развития, или, напротив, преждевременный вывод их из состояния покоя, с последующим уничтожением более уязвимых зооидов-основателей колоний. Использование многих средств дает гарантированный результат только на новых участках или на участках, предварительно очищенных и продезинфицированных любым химическим или физико-химическим средством в шоковом режиме, либо путем многократного применения для надежного уничтожения жизнеспособных прикрепленных сессобластов и затем обработанных защитными покрытиями.

В связи с небольшим облавливаемым объемом воды, прекращение водообмена может быть эффективно против активных стадий, на первично заселенных участках до созревания колоний. При длительном существовании мшанки в системе данное средство используется как временное, экстренное, не устраняющее риск повторного отрождения колоний из находившихся на оборудовании статобластов. В связи с высокой теплоустойчивостью мшанки, при использовании термического метода для уничтожения колоний и статобластов, воздействие на участок обработки следует оказывать не менее 30 минут непрерывно, поддерживая температуру воды не ниже 60° С постоянно. Так же, как и при планировании других работ, следует принимать во внимание способность мшанки к восстановлению при недостаточности воздействия.

В связи с относительно крупным размером статобластов (длина < 500 мкм), целесообразно использование фильтрации на наиболее важных участках с приемлемым для такого оборудования расходом воды для полного отсечения расселительных стадий от потока входящей воды. Поскольку значительную часть жизненного цикла мшанка находится в фазе покоя и выход из нее растянут во времени, следует не только своевременно выявлять и уничтожать колонии мшанки как потенциальные источники влекомого материала и статобластов, но также производить дополнительную термическую обработку очищенных поверхностей. Там, где это возможно, очищенные поверхности следует сразу защищать нанесением ЛКП.

Специально следует оговорить сроки очисток. Отрыв фрагментов зрелых колоний – один из механизмов расселения, поэтому к очистке следует приступать тогда, когда колонии находятся в фазе активного роста, компактны и не перешли массово к внутреннему почкованию, результатом которого являются статобласты и последующее загрязнение ими оборудования (см. выше).

В связи с наличием в жизненном цикле устойчивых к различным воздействиям покоящихся стадий, множественностью способов расселения, отсутствием исчерпывающей информации об активизации покоящихся стадий, отсутствием сезонности в динамике пиков развития колоний в СТВ и наличием связи такой динамики с погодными условиями и другими особенностями биологии, рекомендуется для своевременного принятия мер реагирования (очистка оборудования от колоний в фазе активного роста) наладить технический мониторинг, который проводить с периодичностью 1 раз в неделю [18] с обязательным микроскопированием образцов в день их сбора.

### **6.3.5 Результаты жизнедеятельности организмов и их группировок**

В СТВ и в водоемах формируются результаты жизнедеятельности организмов и их группировок: мертвый влекомый крупноразмерный материал и прижизненные и посмертные



выделения, остающиеся во взвешенном или растворенном состоянии в водной толще. Результаты жизнедеятельности также необходимо учитывать при планировании защиты.

Влекомый крупноразмерный материал. Состав и особенности его формирования. Формирование влекомого крупноразмерного материала – флтона, раковинного материала, растительного детрита идет в прибрежной зоне на участках, плотно заселенных организмами-источниками биопомех, накопление происходит на более глубоководных участках, включая ковши БНС. В некоторых водоемах (например, Копорская губа Финского залива) имеется зона транзита растительного детрита и флтона. Количество такого материала возрастает от весны к лету, достигая максимума в конце лета – начале осени. Влекомый циркуляционным течением (или ветровыми течениями) в сторону водозабора материал засоряет аванкамеры и напорные бассейны, фильтровальное оборудование, находящееся в начале пути следования воды.

Методы и подходы к устранению и смягчению последствий присутствия в системе влекомого материала. Основной рекомендуемый подход к устранению таких засорений – своевременная инспекция потенциально критических участков и их очистка с последующей утилизацией собранного материала, что является также профилактикой проблем для нижележащих участков СТВ. качестве методов профилактики могут быть применены:

- деэвтрофикация водоемов, в том числе через удаление флтона с акватории водоемов;
- снижение биогенной нагрузки на водоемы;
- при налаженном прогнозе формирования водорослевых масс и их движения в сторону водоподводящих каналов или БНС возможно принятие мер на пути следования в подводящих каналах;
- биомелиоративные мероприятия.

Реконструкция сороудерживающего оборудования также может рассматриваться как одно из направлений профилактики.

Прижизненные и посмертные выделения, остающиеся во взвешенном или растворенном состоянии в водной толще. Формирование и источники. Формирование такого материала происходит на всей акватории водоема естественным путем, а также в результате механического разрушения гидробионтов при их прохождении через СТВ. Процессы разложения – один из путей формирования таких веществ, в водоемах умеренной зоны достигают максимума в конце лета и осенью. Растворенное органическое вещество и жировая эмульсия являются дополнительным ресурсом для формирования макромолекулярного слоя и биопленок на оборудовании в осеннее и зимнее время.



Сопряженными проблемами, стимулирующими развитие биопленок и, как следствие, обрастания в целом являются: накипеобразование и электрохимическая коррозия. Решение сопряженных проблем следует использовать как меру профилактики для развития биопомех. Обрастатели-беспозвоночные – основной предмет рассмотрения данной главы, ведут во взрослом состоянии прикрепленный образ жизни, и в последние полтора века плотное и долговременное заселение ими искусственных субстратов приобретает характер серьезной проблемы. Наиболее выражена она на объектах, имеющих в своем составе разнотипные участки, фактически представляющие собой рукотворный континуум биотопов, в разной степени пригодный для заселения разными видами прикрепленных организмов. Это же характерно и для многих морских прибрежных участков.

Основным принципом планирования защитных мероприятий, независимо от общей стратегии (профилактики, реагирования или смешанной), является биологическое обоснование выбора комплекса частных подходов и мер, основанное на информации о совокупности возможных мишеней защиты, распределение которых на различных элементах оборудования и отрезках СТВ отражено в атласе биопомех, формируем и верифицируем в результате проведения адекватного биолого-химического мониторинга. Набор и режим применения конкретных средств и методов, при приоритетном включении в программы защитных ЛКП, определяются свойствами организмов-мишеней, конструктивными особенностями отдельных участков объекта защиты, распределением источников биопомех на протяжении его систем, свойствами каждой мишени и верифицируются результатами непрерывного мониторинга расселительных стадий. При планировании превентивного воздействия ориентируются, прежде всего, на наиболее уязвимые мишени, а также учитывают сопряженные проблемы, решение которых может служить дополнительной мерой профилактики развития биопомех.

#### **6.4 Исследования по созданию и апробации экспресс-подхода для отборочного тестирования образцов биоцид-содержащих защитных покрытий**

##### **6.4.1 Значение покрытий в формировании системы противообрастательной защиты и постановка задачи разработки отборочной экспресс-методики первичного тестирования**

В формировании противообрастательной защиты конструктивно сложного берегового гидротехнического объекта, с большими расходами подпитывающей и циркуляционной воды, наряду с химической, физико-химической и физической обработкой входящих и сбрасываемых (при необходимости деактивации используемых агентов) водных потоков, системы ЛКП составляют основу превентивной стратегии и направлены на прямую защиту поверхностей и обработку контактирующего с ними слоя водного потока, также они входят в состав

комбинированных технологий. Практически единственным защитным средством они являются на таких обширных критических участках как напорный фронт, распределительная система, а также открытые и погруженные в воду емкости, то есть участки, для которых либо характерно большое сечение потоков, либо и объем, и свойства водных масс (отсутствие достаточного перемешивания, упаривание). В этих условиях применение химических и физических обработок затруднено.

Применение ЛКП в структуре комплексной защиты нацелено на все ключевые мишени, находящиеся в слое водного потока, контактирующего с поверхностями: расселительные стадии организмов-источников биопомех—личинки, зооиды и их агрегации, гибернакулы и статобласты, фрустулы, а также микроорганизмы, способные к формированию биопленки или оказанию прямого биоповреждающего воздействия, макромолекулы, способные к налипанию на поверхность и стимулирующие развитие биопленки [71]. Основная направленность действия противообрастающих ЛКП против этих мишеней – превентивная и служит для недопущения оседания, удержания и прикрепления организмов-обрастателей к поверхностям в случае длительного контакта. В дополнение к биологическим мишеням желательная направленность воздействия ЛКП также защита поверхностей от физико-химической коррозии.

Недопущение оседания и прикрепления нежелательных организмов к поверхностям достигается за счет биоцидных, биостатических и репеллентных (отпугивающих) свойств наполнителей, недопущение удержания – за счет самополирующихся свойств. Недопущение разрушений вследствие протекания физических и химических процессов (коррозия) достигается за счет ингибиторов коррозии, входящих в состав финишного покрытия или грунтовок, которые могут быть включены в состав рецептуры наравне с биоцидными добавками, а также прямой изоляции поверхности от воздействий внешней среды. Противообрастающие материалы исходно разрабатывались и были предназначены для обработки подводной части судов и, таким образом, первично рассчитаны на эксплуатацию в природной морской воде. Что касается применения хорошо зарекомендовавших себя в судоходстве средств для защиты техноэкосистем береговых конструктивно сложных гидротехнических объектов, расположенных на небольших водоемах многофункционального назначения (включая рыбохозяйственное и рекреационное) и использующих пресную и солоноватую воду, то на сайтах производителей и в других открытых источниках надежных сведений об эксплуатации таких систем ЛКМ в подобных условиях в части особенностей выщелачивания биоцидных добавок, эффективности этих материалов против всего спектра специфических мишеней, как правило, отсутствуют. Вместе с тем, именно в этих условиях актуально соответствие свойств покрытий ряду многочисленных общих функциональных и экологических требований, среди которых наиболее существенными являются:

1) эффективность покрытия, оцениваемая как комплекс функциональных свойств (защитных противокоррозионных и противообрастательных, износостойких, декоративных и т.д.), не меняющихся на протяжении заданного срока службы, при этом предпочтительна универсальность защиты от формирования биопомех, охват широкого спектра объектов-мишеней, стойкость к биоповреждениям, связанным с микроорганизмами (биокоррозия) и электрохимической коррозии;

2) требования общей и экологической безопасности, в составе ЛКМ не должны находиться, а в процессе их разложения и формироваться запрещенные компоненты, либо не должны быть превышены предельно допустимые концентрации загрязняющих и токсичных веществ, служащих биоцидными агентами, в процессе эксплуатации ЛКП (по ГОСТ 17.2.3.02);

3) сохранение противообрастательных свойств в течение длительного времени (низкая скорость выщелачивания биоцидной добавки, обуславливающая длительный срок службы противообрастающего ЛКП).

Существует ряд других требований общего и специфического характера.

Лакокрасочные покрытия, соответствуя этим требованиям в условиях первоначального предназначения (для использования на водном транспорте, эксплуатируемом на крупных водоемах), могут не соответствовать или изменять свойства в условиях промышленной, а впоследствии плановой эксплуатации на вышеупомянутых многокомпонентных береговых объектах, использующих небольшие континентальные водоемы. В ряду таких свойств: физико-механические: хорошая адгезия; достаточная укрывистость, устраняющая просвечивание нижележащей поверхности, что дает возможность наносить тонкий слой; твердость; прочность пленок при ударе и эластичность при изгибе; стойкость против воздействия высоких и низких температур; абразивостойкость; покрытия не должны растрескиваться и отслаиваться; не должны иметь пропусков, трещин, пузырей, морщин и других дефектов, влияющих на защитные свойства (по ГОСТ Р 51691-2008).

Надежное выполнение защитных функций в рабочем интервале температур, диапазон которых на объектах энергетики от напорного фронта до ТМО достигает нескольких десятков градусов (по ГОСТ 27037). Химическая стойкость к агрессивным средам: к действию хлоридов, кислот и др., используемых в системах водоподготовки и при обработке водных потоков (по ГОСТ 9.403).

Высокая стойкость к воздействию потока воды (стойкость к статическому воздействию воды или к воздействию 3 %-ного раствора хлористого натрия) на участках с повышенной скоростью протока (по ГОСТ 9.403). Покрытия должны быть быстросохнущими, а желательно наноситься в условиях повышенной влажности или под водой.

В связи со спецификой эксплуатации в условиях многокомпонентного сложного гидротехнического объекта, как правило, обладающего уникальными системами водоснабжения, их значительной протяженностью, а также исходным назначением большинства систем ЛКМ (использование на мобильных объектах в природной морской водной среде), не предусматривающим эксплуатацию в таких условиях, еще одним обязательным требованием к выбранной системе ЛКП является проведение тестирования и испытаний в условиях конкретной СТВ. Поскольку организация процедуры опытно-промышленной эксплуатации для определения пригодности ЛКП технически сложна и дорога, необходим предварительный отбор «кандидатов» (рисунок 6.13). Такой отбор возможен в результате проведения отборочного скрининга (этап 2 на Рисунок 6. 13) в составе процедур первичного тестирования соответствия средств всем или только наиболее важным вышеперечисленным требованиям (этапы 1–3 на рисунке 6.13).

#### 6.4.2. Основная задача и направления первичного тестирования

Первичное тестирование и производственные испытания выполняются последовательно (рисунок 6.13) и, кроме подтверждения обоснованности выбора набора средств и технологий, служат для ступенчатого выбора наиболее оптимального режима применения одного или совместно нескольких средств с учетом сложности и многокомпонентности объекта.



Рисунок 6.13 – Алгоритм планирования и проведения первичного тестирования и подготовки производственных испытаний (от лаборатории до производства), (1-3 этапы) – действия и основные результаты

В ходе второго этапа первичного тестирования целесообразно использовать в отношении ЛКМ ускоренный (экспресс) подход путем прямой лабораторной оценки основных свойств:

1) наличия или отсутствия эффективности, либо, в случае использования в экспериментах также и позитивного контроля, полуколичественного сравнения с референтными средствами;

2) экологических рисков использования – еще один наиболее важный компонент фильтра «выбора-отсеивания» кандидатов;

3) долговременности сохранения биоцидных свойств, как правило, тестируется уже в ходе долговременных стендовых испытаний *insitu*.

Экспресс-тестирование позволяет «отсечь» те варианты систем или отдельных ЛКМ, которые заведомо не обладают каким-либо биоцидным, биостатическим или иным (нехимическим) эффектом против организмов-мишеней или лабораторных тест-объектов из числа непрофильных водных организмов и, тем самым, избежать неэффективных затрат на стандартные долгосрочные научно-исследовательские работы, ориентированные как на доказательство ожидаемых свойств<sup>6</sup>, так и на прогноз эффективности использования при различных режимах (режиме) эксплуатации<sup>7</sup>

Задача исследования – предложить наиболее простой, быстрый и минимально затратный подход к отбору средств-кандидатов для тестирования систем биоцид-содержащих ЛКП по двум основным требованиям: эффективности и экологической приемлемости.

Описание рекомендуемого подхода к тестированию. При наличии доступа к водоему – источнику водоснабжения объекта, на котором предполагается использование тестируемых материалов, рекомендуется сочетанный подход, предполагающий параллельное или последовательное проведение острых лабораторных тестов и краткосрочной (достаточной для развития начальных фаз формирования обрастания) экспозиции (полевой тест) в ближайшем,

---

<sup>6</sup>Стандартное исследование ЛКП включает экспонирование образцов (метод свидетеля) выбранного кандидата на стендах - в естественных условиях - морской, солоноватой и пресной воде; в прибрежных зонах, как правило, конкретных водоемов, или в верхних горизонтах водной толщи с ожидаемой максимальной концентрацией расселительных стадий обрастателей. В ходе такого исследования дается доказательное описание динамики формирования обрастания, его количественных характеристиках, динамики целостности покрытия, что служит основанием для обоснованного заключения о биоцидных (биостатических) свойствах и долговечности системы. При достаточности полученных доказательств может быть дана первичная рекомендация по применению, средство может быть включено в различные реестры (см. 3.1)

<sup>7</sup>Специализированные исследования предполагают экспонирование образцов непосредственно в производственных условиях (опытно-промышленная эксплуатация) или в условиях физического моделирования наиболее важных воздействий, например, в проточных бассейнах могут быть смоделированы условия движения или пребывания судна в доке, если речь идет о последующем применении в судоходстве; вариантом опытно-промышленной эксплуатации может быть пробное покрытие отдельных элементов оборудования конкретного объекта, например, на различных участках СТВ электростанции или на различных участках корпуса

подходящем по параметрам задачи водоеме (достаточно крупном и долговременно существующем, т.е. пригодном для развития различных экологических групп гидробионтов, желательно вблизи тестирующей лаборатории). Общая продолжительность работ по тестированию в рамках данного подхода (без учета периода подготовки, камеральной обработки образцов, прошедших полевое тестирование и написания отчета) не превышает 1 месяца. При отсутствии доступа к участку для проведения полевого теста, рекомендуется ограничиться лабораторным исследованием, продолжительность тестирования в этом случае составляет 4-7 дней.

*Материал для тестирования.* В качестве тестируемого материала используются:

- два комплекта (для лабораторных и полевых тестов) образцов-свидетелей материалов производства Заказчика в виде металлических пластин (размером 150x100x2 мм) с нанесенными видами лакокрасочных покрытий;

- контрольные (незащищенные) образцы того же металла (отрицательный контроль), из которого состоят защищенные образцы<sup>8</sup>;

- для заключения о сравнительной эффективности образцов эксперимент дополняют положительным контролем – пластинами, покрытыми бюджетными системами с финишными покрытиями, содержащими закись меди (эмалими ХС и (или) ХВ), положительно зарекомендовавшими себя как в судоходстве, так и на отдельных объектах промышленности энергетики (референтные). Контрольные образцы (незащищенные и референтные) могут быть одни и те же для нескольких вариантов тестируемых покрытий, если тестирование их проводится одновременно.

Передачная документация от Заказчика к Исполнителю должна иметь характеристики конкретных образцов, которые могут быть даны (на усмотрение) в различной степени детально – от полного описания рецептуры и ожидаемых свойств, до только лишь кода образца, без раскрытия информации о его составе. Последнее рекомендуется производить для исключения «эффекта исследователя» и повышения степени объективности результатов эксперимента.

#### **6.4.3 Лабораторное отборочное тестирование. Возможности, направленность, основные результаты и условия лабораторного тестирования**

Краткосрочное лабораторное тестирование направлено на выявление биоцидной и биостатической эффективности действующего вещества против организмов-мишеней и естественного сообщества зоопланктона в целом (экологическая приемлемость). Лабораторное тестирование имеет очевидные преимущества: возможность относительно быстрого тестирования

---

<sup>8</sup>В случае испытаний ремонтных составов и конструктивных материалов, иных нежели металл, разрабатываются дополнительные рекомендации по типу и размеру образцов

всего набора вариантов ЛКП и регулярность прямых наблюдений. Лабораторное тестирование выбранного ЛКП по отношению к объектам-мишеням проводят в остром факторном эксперименте, взяв за основу одну из стандартных токсикологических или эколого-физиологических методик.

По результатам таких тестов оценивается:

1 - реакция объекта-мишени и непрофильных компонентов зоопланктона на воздействие (ОСНОВНОЙ ТЕСТ) и соответственно эффективность воздействия на объект-мишень и его токсичность для непрофильных объектов;

2 - способность организма-мишени и непрофильных организмов к репарации повреждений и восстановлению жизнеспособности обычных поведенческих реакций (дополнительный тест) в случае, если эффект имеет биостатическую природу (то есть не является летальным, биоцидным);

3 - природа эффекта (биоцидный или биостатический), что может быть важным, когда речь идет о применении действующего вещества не в техногенных, а в естественных водоемах, когда более всего предпочтителен репеллентный эффект, менее допустим биостатический, а биоцидный может расцениваться с точки зрения охраны природы как недопустимый вообще, поскольку он создает угрозу для непрофильных объектов, а организмы-мишени на его акватории могут выполнять роль биофильтра и существенный подрыв их популяции также нежелателен.

Условия тестирования. Образцы (один комплект) помещают по одному в небольшие открытые непроточные сосуды, заполненные естественной водой<sup>9</sup> (морской, солоноватой или пресной), желательно из зоны расположения лаборатории или объекта, на котором впоследствии предполагается проводить работы 4 этапа (рисунок 6.13), содержащей биологические тест-объекты – естественный зоопланктон в известной концентрации, в составе которого в идеале имеются и расселительные стадии обрастателей (организмы-мишени). При невозможности соблюдения вышеописанного условия – расположения лаборатории в районе подходящего водоема, в качестве тест-объектов могут быть использованы и лабораторные культуры зоопланктонных организмов – мишеней и непрофильных. Отсутствие протока в сосудах и незначительный объем воды предполагают, что за счет выщелачивания действующего вещества из покрытия, его эффективная (достаточная для оценки биоцидного или биостатического эффекта) концентрация в воде будет достигнута быстрее, нежели произойдет естественная гибель подопытных тест-объектов, кормление которых не предполагается. Естественная убыль в таких экспериментах оценивается по контрольным вариантам опыта с негативным контролем.

---

<sup>9</sup>В качестве эталонной среды использована вода из СТВ Калининской атомной станции (вода системы озер Удомля и Песьво), которая содержит весь достаточный для экспресс-тестирования набор расселительных стадий организмов-источников биопомех и непрофильные организмы.

Основной тест. Оценка эффективности действующего вещества. В ходе тестирования состояние подопытных зоопланктеров оценивается в баллах (полуколичественная оценка) или количественно (прямой счет) через определенные промежутки времени, как правило, через 2, 4, 12, 24 часа, 2 суток. При наличии какого-либо эффекта – биоцидного (биостатического) ожидается, что все или часть объектов утратят свою подвижность (обездвиживаются) вследствие гибели или временного угнетения локомоторных функций. Скорость проявления эффекта оценивается по времени наступления обездвиживания организмов (чем раньше наступает обездвижение, тем выше скорость проявления эффекта).

Оценка способности организмов к адаптации. Независимо от того, наступило ли обездвижение организмов в первые часы наблюдений или нет, проводится весь цикл наблюдений, поскольку не исключено, что после шокового воздействия организмы могут восстановить свою подвижность, несмотря на продолжающееся воздействие биоцида.

Дополнительный тест. По окончании основного теста, если биоцидная природа эффекта после экспозиции в основном эксперименте неочевидна, проводится оценка обратимости наблюдавшихся изменений подвижности и делается вывод о типе оказанного эффекта – биоцидном или биостатическом и длительности оказанного эффекта<sup>10</sup>.

Определение типа оказанного эффекта. По окончании двух суток (или более) все образцы вынимаются из экспериментальных сосудов, в сосудах производится смена воды<sup>11</sup>, содержащей растворенный биоцид, на чистую фильтрованную, того же происхождения. Периодичность наблюдений та же, что и при оценке эффективности действующего вещества. В случае, если в течение всего периода наблюдений восстановления подвижности организмов после снятия воздействия тестируемого вещества не происходит, достигнутый эффект предварительно считается биоцидным, а организмы погибшими. В случае, если при смене воды происходит восстановление двигательной активности – полное или частичное – эффект считается биостатическим. Чем ранее наступает восстановление подвижности, тем менее длительным считается биостатический эффект. Как наличие биоцидного, так и биостатического воздействия рассматривается как свидетельство эффективности образца.

Отсутствие визуального угнетения организмов в присутствии образца в лабораторном тесте, не обязательно означает отсутствие у данного образца противообратительных или иных защитных возможностей, которые могут иметь нехимическую природу, либо химический агент

---

<sup>10</sup>В ряде случаев биостатический или репеллентный эффект может быть даже более предпочтительным нежели биоцидный.

<sup>11</sup>Удаление воды производят одним из приемлемых способов, позволяющих оставить подопытные организмы в экспериментальном сосуде без существенных потерь.



может оказывать лишь репеллентный эффект на организм-мишень. (см. ниже.). Первичное экспресс-тестирование не предполагает количественной оценки выраженности и продолжительности эффекта (последнее о биостатическом) и определение летальных доз (LT100, LT50), однако применение токсикологических методик при выраженном биоцидном эффекте может быть рекомендовано.

Экспозиция образцов в водоеме и гидробиологическая оценка противообрастательной эффективности. Второй комплект образцов помещается в водоем и преследует своей целью оценку противообрастательной эффективности, которая необязательно может быть выявлена в ходе лабораторного теста по причине либо иной природы (физическая), либо репеллентного эффекта химического агента, не вызывающего ни гибели, ни существенных повреждений организмов.

Срок экспозиции может быть от нескольких дней до двух-трех недель в зависимости от состава зоопланктона и гидрофизических условий. Образец считают обладающим противообрастательной эффективностью при отсутствии на его поверхности по истечении экспозиции признаков любого обрастания, начиная с биопленки и отсутствия осевших и приступивших к развитию обрастателей из числа водных беспозвоночных, притом что на контрольных образцах все это присутствует. Оценка возможных экологических рисков при использовании полевого теста или стандартных стендовых наблюдений<sup>1</sup>, невозможна.

Методы наблюдений. Гидробиологические исследования развития обрастания на контрольных и опытных образцах проводят количественными методами исследований перифитона, определяя:

- наличие или отсутствие биопленки на поверхности образца;
- наличие или отсутствие взрослых макроорганизмов-обрастателей и (или) их расселительных и покоящихся стадий, при наличии таковых;
- % проективного покрытия образца обрастанием;
- доля основных видов (групп) обрастателей в общей площади проективного покрытия, для солитарных организмов дополнительно - численность основных видов (групп) обрастания с последующим пересчетом показателя на 1 м. кв.

В качестве методов для оценки противообрастательных способностей и противообрастательной эффективности материалов используются:

- визуальные наблюдения;
- фотодокументирование;
- пробоотбор биологического материала (соскобов) с поверхности тестируемых образцов;
- камеральная обработка собранных образцов, включающая микроскопирование,

- гидробиологический анализ содержимого соскобов.

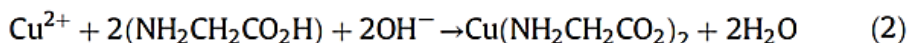
Оценка противообрастательной эффективности образцов. Идеальным значением показателя эффективности считается полное отсутствие на опытных образцах развитого обрастания, в сравнении с контрольными. Допускается при этом присутствие на опытных образцах наносов, транслокантов и легко смываемой или отпадающей без выраженного воздействия бактериально-водорослевой пленки. При исследовании в лабораторных условиях, добавляется ещё один показатель эффективности ЛКП - реакция объекта-мишени на токсикологическое воздействие. Другие признаки защитных свойств определяют отсутствие пятен коррозии, вспучивания и других механических и химических повреждений.

Оценка экологической безопасности для непрофильных организмов. В условиях полевого теста оценка экологической безопасности невозможна.

Итоги проведенного отборочного тестирования по показателям 1) и 2). Положительные итоги обоих тестов являются основанием для проведения последующего тестирования ЛКП, отрицательные результаты либо более очевидный эффект воздействия средства на непрофильные организмы, нежели на объекты-мишени, ведут к исключению ЛКП из дальнейших исследований.

Экспресс-оценка долговечности сохранения эффекта. Такая оценка возможна для испытаний, например, широко распространенных медь-содержащих покрытий и заключается в сравнении двух образцов одной и той же рецептуры из одной и той же партии, один из которых интактен, другой – искусственно состарен. Состаривание покрытия может быть произведено методом глицинатного выщелачивания, в основе которого лежит процесс GlyLeach<sup>TM</sup> и последующего проведения краткосрочного полевого теста с использованием интактных и состаренных образцов. При проведении полевого теста определяют время обрастания поверхности покрытия на 15-20%, на остаренных и интактных покрытиях.

В основе глицинатного выщелачивания лежит процесс GlyLeach<sup>TM</sup>. GlyLeach<sup>TM</sup>-экологически приемлемый гидрометаллургический процесс, который позволяет выщелачивать медь, никель, кобальт и цинк из оксидных, смешанных оксидных и супергенных руд и даже первичных сульфидных руд. Глицин является наиболее перспективным выщелачивающим реагентом в силу своей экологической безопасности и относительной стабильности в качестве реагента, который, однако, при необходимости может быть ферментативно разрушен. Благодаря своему комплексообразующему действию глицин в водных средах образует стабильный медно-глициновый комплекс. Механизм выщелачивания меди включает окисление меди до ионов меди (уравнение (1)), с последующим стехиометрическим комплексообразованием ионов меди с глицином в щелочном растворе по данным уравнения (2).



Условия проведения выщелачивания:

- в течение 72 часов;
- при стандартной температуре (22° С) и обычном атмосферном давлении;
- при активной реакции среды рН=10,5–11, используя в качестве модификатора рН раствора выщелачивания гидроксид натрия (NaOH);
- соотношение Gly:Cu должно быть не менее, чем 4:1;
- при перемешивании раствора с выщелачивающим реагентом лабораторной механической программируемой мешалкой (ММ-1000) со скоростью ориентировочно 100 об/мин).

Выщелачивание в течение 72 ч в вышеуказанном режиме соответствует году натуральных испытаний.

Анализ возможности использования краткосрочного острого эксперимента для отборочной оценки эффективности и экологических свойств образцов ЛКП. Задача оценки принципиальной применимости подхода была реализована в ходе острого эксперимента с использованием маркированных путем кодирования образцов ЛКП, предоставленных ООО НПП «ВМП-НЕВА» (рисунок 6.14), организмов - мишеней и непрофильных (индикаторных) зоопланктонных организмов, содержащихся в технической воде водоема-охладителя (рисунок 6.15) Калининской АЭС (КЛНАЭС).

Эффективность. Отсутствие протока в контейнерах и незначительный объем воды (0,5 л.), позволили достигнуть в экспериментальных средах эффективной концентрации для проявления тотального биоцидного эффекта действующего вещества на объект-мишень – велигеров дрессены за счет выщелачивания его из покрытия уже по окончании 1-х суток наблюдений для образца 2-2 – 2-5. Для прочих образцов 100% биоцидный (гибель) и биостатический (утрата локомоторных функций) проявился по окончании 2-х суток. Что касается негативного контроля (металлическая пластина без покрытия), то в этой безбиоцидной среде естественная смертность велигеров была относительно постоянной, составляя 30% в сутки от общего количества живых особей. За время краткосрочного эксперимента проявился и антикоррозионный эффект покрытий (рисунки 6.15-6.16).



Рисунок 6.14 – А-образцы 5-ти видов лакокрасочных покрытий производства компании ООО НПП «ВМП-Нева», посредством помещения которых в экспериментальные емкости, заполненные водой были сформированы среды (1-2), (2-2), (2-3), (2-4) и (2-5); Б-цветовая гамма ЛКП; В-конструкция опытной этажерки с открытыми одноразовыми контейнерами – емкостями для проведения краткосрочного острого отборочного эксперимента для установления эффекта образца на организмы - мишени и непрофильные организмы, находящиеся в контейнерах в естественной воде водоема-охладителя; образец в контейнере виды сбоку и сверху.

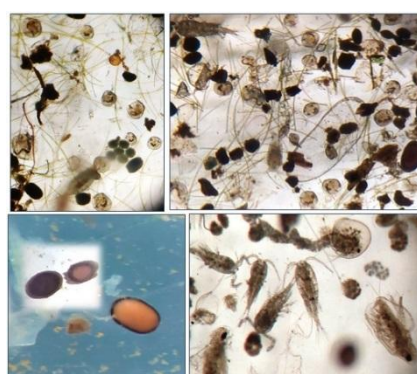


Рисунок 6.15 – Верхний ряд: велигеры - планктонные личинки *Dreissena* - организмы-мишени; нижний ряд слева: статобласты мшанки *Plumatella* sp.; нижний ряд справа: представители зоопланктона в гидробиологических пробах из водоема-охладителя КЛНАЭС - непрофильные тестируемые объекты (сентябрь-октябрь 2020 г.)

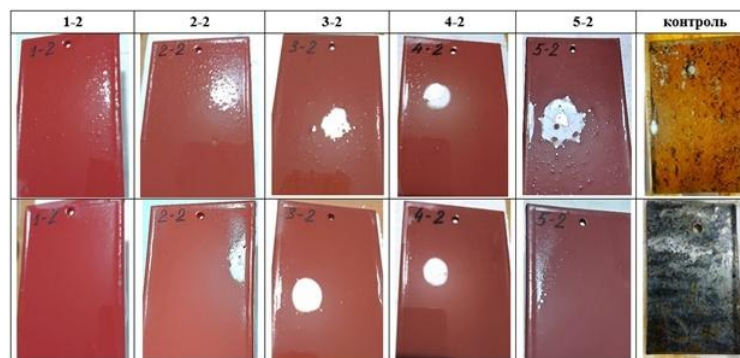


Рисунок 6.16 – Образцы, помещённые на экспозицию в контейнеры с водой из водоема-охладителя КЛНАЭС (10.10.2020). Верхний ряд: после выемки из воды, нижний ряд: после споласкивания водой. Контрольный образец имеет признаки коррозии.

Потенциальное воздействие агента на трофические цепи сообщества пелагиали водоема-охладителя. Что касается экологической составляющей тестирования (2), то все экспериментальные среды – (1–2), (2–2), (2-3), (2-4) и (2-5) оказали сходный биоцидный эффект как на велигеры (мишени), так и часть рачкового зоопланктона (*Calanoida* и *Daphnia*), представляющих группу микрофильтраторов. Что же касается хищников и придонных фильтраторов сообщества пелагиали водоема (*Cyclopoida* и *Bosmina*), то биоцидный эффект на них за то же время экспозиции либо отсутствовал, либо был менее выраженным. Таким образом, краткосрочный тест показал, что воздействие всех образцов на организмы мишени очевидно, притом, что в отношении ключевых компонентов планктонного сообщества оно либо проявляется на том же уровне, что и в отношении объектов мишеней, либо менее выражено. Вместе с тем, не исключена определенная перестройка структуры и изменение функционирования трофических цепей пелагиали водоема при регулярном применении покрытий, что необходимо учитывать при оценке экологической приемлемости конкретного средства и при ведении мониторинга, сопровождающего дальнейшие испытания всего комплекса средств.

## **6.5 Основные публикации, научные доклады, мероприятия и экспертные заключения по теме исследований в 2021 году**

### **6.5.1 Основные публикации и научные доклады по теме исследований**

1. Орлова М.И., Родионов В.А. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов (монография). – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 132 с.

2. Орлова М.И. Источники биопомех и разработка биологически обоснованного подхода к комплексной защите систем охлаждения и технического водоснабжения от обрастания на примере объекта традиционной энергетики. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от

коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов: монография. – Под ред. д.б.н. М.И. Орловой, д.т.н. В.А. Родионова. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – С. 9 – 32.

3. Орлова М.И. Исследования сообществ обрастания и тестирования противообрастающих покрытий. Проблемы и перспективы. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов: монография. – Под ред. д.б.н. М.И. Орловой, д.т.н. В.А. Родионова. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – С. 33 – 40.

4. Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Курашов Е.А., Анохин В.М. Вселение дрейссены полиморфной (*dreissena polymorpha (pallas 1771), dreissenidae*) в Ладожское озеро // Зоологический журнал, 2021. – Т. 100, № 4. – С. 363-373.

5. Вода – источник жизни на Земле / Материалы XIV Всероссийской научной экологической Конференции школьников, студентов и молодежи, посвященной Всемирным дням Воды и Земли. – СПб.: ООО «Р-КОПИ», 2021. – 184 с.

6. Говорухин В.П., Исаев А.В., Калинов М.И., Орлова М.И., Родионов В.А. Использование данных спутникового мониторинга для прогноза экологического состояния прибрежной акватории Крымского полуострова // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Крым: наука, культура, политика». – Феодосия: МБУК ФМД, 2021. – 348 с. - С. 143-149.

7. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Снижение вредных выбросов в атмосферу в энергетических установках при использовании водотопливных эмульсий // Сборник материалов XXI Международного экологического форума «День Балтийского моря». – СПб.: Изд-во ООО «Свое издательство», 2021. – С. 46-51. /на рус. и англ. яз. – ISBN 978-5-4386-2067-9.

8. Пожарская О.Д. Междисциплинарные исследования подводных ландшафтов западной части Восточно-Сибирского моря: первые результаты Петербурге // Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (в рамках Года науки и технологий в России). – СПб: СПбНЦ РАН, 22 ноября 2021 г.

#### Научные статьи и доклады по теме исследований, представленные в печать:

1. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Совершенствование системы обращения с твердыми бытовыми отходами в Дании за последние 25 лет // Сборник докладов участников Конференции им. Л.Н. Карлина, РГГМУ, 2021 г. (представлен в печать).

2. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Экономическая и экологическая эффективность сокращения вывоза отходов на полигоны в странах региона Балтийского моря //

Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Обращение с отходами: современное состояние и перспективы», 2021 г. (представлен в печать).

3. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Экономическая и экологическая эффективность сбора и реализации вторичного сырья в странах региона Балтийского моря, 2021 г. (представлен в печать).

4. Пожарская О.Д. К вопросу о развитии системы нормативной документации, регламентирующей деятельность в области обращения с отходами. Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Обращение с отходами: современное состояние и перспективы», 2021 г. (представлен в печать).

### **6.5.2 Основные научные мероприятия СПбНЦ РАН по направлению исследований в 2021 году**

1) 23 – 26 марта 2021 г. в СПбНЦ РАН совместно с Детским межрегиональным общественным движением «Культурно-экологический патриотический клуб «Непоседа» (руководитель М.Ф. Карчевский), Институтом наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета и СПб отделением Русского географического общества проведена XIV Всероссийская научная экологическая Конференция школьников, студентов и молодежи, посвященной Всемирным дням Воды и Земли «Вода – источник жизни на Земле».

Цели конференции:

- поддержка исследовательской работы школьников, студентов и молодежи в сфере практического изучения и сбережения природного, культурного и исторического наследия, природоохранной деятельности и пропаганды бережного отношения к природным и культурно-историческим объектам;
- предоставить возможность учащимся и молодежи показать результаты своей деятельности по изучению и сохранению природных, в том числе водных объектов любого происхождения и значимости, практическим работам по рациональному водопользованию в промышленных и бытовых целях;
- представить результаты своих работ по изучению и сохранению объектов природного и культурно-исторического наследия.
- содействовать пробуждению у молодежи гражданской активности, веры в возможность самостоятельного решения стоящих перед обществом и лично перед ними экологических, социальных и других жизненных проблем.
- показать школьникам и молодежи, что их работы востребованы, что доводя результаты своих исследований до руководства своих районов или регионов, они уже сегодня способны

влиять на принятие положительных решений по рациональному и бережному отношению к природным и культурно-историческим объектам.

– предоставить шанс учащимся из сельских школ и удаленных регионов, где с ними работают опытные педагоги, но отсутствует возможность представить результаты проведенных исследований, сделать это, хотя бы заочно, и опубликовать результаты своих работ;

– путем постоянного роста количества школьников, студентов и молодежи, занимающихся изучением природного и культурно-исторического наследия мест своего проживания, своего региона, содействовать первичной профориентации школьников и расширению географических знаний и экологического воспитания;

– путем практического познания природного и культурно-исторического наследия вырабатывать у подрастающего поколения осознанное понимание необходимости сохранения безопасной среды обитания, природного и культурно-исторического наследия своей страны, через это воспитание истинного, а не лозунгового патриотизма.

Большая часть старших школьников, активно занимающихся в этих кружках и принимающих участие в экологических конференциях, в дальнейшем при поступлении в ВУЗ выбирают для себя специализацию по направлениям биологии, экологии и природных ресурсов.

2) 01 октября 2021 г. в СПбНЦ РАН совместно с Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого, Санкт-Петербургским государственным университетом промышленных технологий и дизайна и Санкт-Петербургским государственным университетом проведена научная конференция «Инновационные исследования в области биоокружающей среды» (БИОС-2021/22) в рамках XXVI Международного Биос-форума и молодежной Биос-олимпиады-2021. Основатель и научный руководитель Межрегионального экологического клуба аспирантов, студентов и школьников Балтийско–Ладожского региона, программ Международных Биос-форумов, Молодежных Биос-олимпиад Шишкин А.И. ушел из жизни 20 июля 2021 г., работу продолжили его ученики.

3) 22 ноября 2021 года в СПбНЦ РАН проведена Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (в рамках Года науки и технологий в России). На Конференции был представлен стендовый доклад Пожарской О.Д. «Междисциплинарные исследования подводных ландшафтов западной части Восточно-Сибирского моря: первые результаты».

### **6.5.3 Основные экспертные заключения по направлению исследований в 2021 году**



В 2021 году по запросам Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга и Комитета по природопользованию Ленинградской области и других организаций проведены экспертизы:

1) 26 мая 2021 года Учёным советом СПбНЦ РАН утверждено экспертное заключение на обращение председателя Комитета по природным ресурсам Ленинградской области № 02-6311/2021 от 26.03.2021 г. с предложениями о внесении изменений в режим особой охраны государственного природного заказника регионального значения «Кургальский».

В результате обсуждения запроса Ученый совет принял решение поддержать предложение как обоснованное в связи с увеличением антропогенного пресса на заказник в последнее десятилетие с тенденцией дальнейшего увеличения за счет усиления воздействия не только со стороны непосредственно рекреации, но также и со стороны техногенного фактора (например, развития порта Усть-Луга), который также имеет одним из своих последствий увеличение рекреационной нагрузки. Предложено использовать предоставленные предложения для дополнения «Положения о ГПЗ «Кургальский», что позволит в полной мере достигать целей и выполнять задачи заказника в изменившихся условиях.

2) 26 августа 2021 года по запросу дирекции ОАО «Судостроение и гидросооружения» представлены результаты работы экспертной группы СПбНЦ РАН, научный руководитель д.б.н. Орлова М.И., «Оценка исследований, выполненных ООО НТЦ «ТЕХНОЭКОТОН», отраженных в отчете от 30.10.2020 г., и рекомендации использования материалов отчета, включая решения для защиты от обрастания с применением материалов ООО НПП «ВМП-НЕВА». Результаты экспертизы (Отчет) утверждены и направлены Заказчику для дальнейшего использования. На основании результатов экспертизы Заказчику рекомендовано для отборочного тестирования рецептур ЛКП серии ВИНКОР-марин АФ использовать Программу ускоренного тестирования образцов ЛКП.

3) 12 октября 2021 года Учёным советом СПбНЦ РАН рассмотрено и утверждено экспертное заключение на обращение председателя Комитета по природным ресурсам Ленинградской области от 29 июля 2021 г. № 02-15727/2021 об ООПТ регионального значения «Морье» - особо охраняемой природной территории (ООПТ) регионального значения.

## **7 Исследования по направлению деятельности ОНС «Наук о Земле» СПбНЦ РАН**

В 2021 году план работы ОНС «Наук о Земле» включал проведение исследований:

- прибрежной зоны Ладожского озера с анализом полученных результатов;
- открытой части акватории Ладожского озера с анализом полученных результатов;
- донных осадков Ладожского озера;
- разрывной тектоники Ладожского озера;
- геоморфологических особенностей дна Ладожского озера с проведением сравнительного анализа вариантов его геоморфологического картирования

Анализ результатов исследований привел к ряду теоретических выводов и обобщений о строении дна и берегов Ладожского озера, в частности, о распространении донных отложений, тектоническом строении и геоморфологических особенностях.

Результаты исследований легли в основу публикаций, приведенных в заключительной части раздела.

### **7.1 Исследования прибрежной зоны Ладожского озера с анализом полученных результатов**

В 2021 г. были продолжены работы по изучению геолого-геоморфологических особенностей Ладожского озера. В основном исследования касались донных ландшафтов в прибрежной полосе до 1 км.

В течение полевого сезона 2021 г. прибрежные работы велись в районах:

- 14 июля – район Коккореево, юго-западный берег Ладожского озера;
- 02–16 августа – район острова Пеллотсаари, залив Хийденселькя, северо-восточный берег

Ладожского озера (район экспедиции «Ладожские шхеры-21») (Рисунок 7.1).

В рекогносцировочных работах в районе п. Коккореево на юго-западном берегу озера проводилось визуальное обследование берегов и дна прибрежного мелководья. Зафиксирован факт наличия на песчаном дне прибрежного мелководья крупных глыб размером до 3-4 м. Принято решение вставить в план будущих исследований подводной ландшафтной съемки в этом районе.

В ландшафтных работах в районе о. Пеллотсаари (экспедиция «Ладожские шхеры») применялся один из вариантов созданного в ИНОЗ РАН подводного аппарата “Limnoscout-50+” (рисунок 1.3 справа), использовавшийся на глубинах до 120 м.



Рисунок 7.1 – Расположение районов исследований 2021 г.

На видеокамеру подводного аппарата было отснято дно на семи ландшафтных профилях (протяженностью от 400 до 1500 м) (рисунок 7.2, Табл. 7.1).

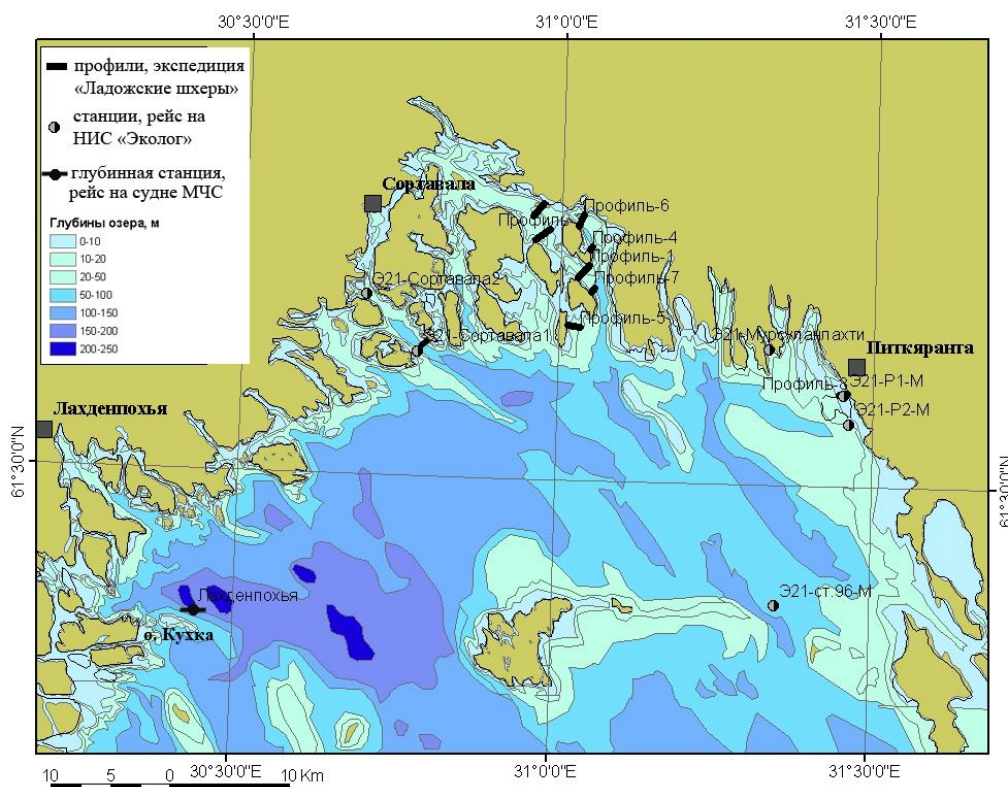


Рисунок 7.2 – Сводная схема подводных ландшафтных фотовидеосъемок

Таблица 7.1 – Координаты обследованных ландшафтных профилей

Профили	Место	Координаты
Профиль 1	о-в Пеллотсаари (север)	61°39,193' 31°01,578' 61°39,769' 31°02,584'
Профиль 2	о-в Ювень	61°42,516' 30°58,063' 61°41,958' 30°57,170'
Профиль 3	о-в Карпансаари	61°40,871' 30°57,437' 61°41,357' 30°58,768'
Профиль 4	о-в Мякисало (восток)	61°40,488' 31°02,621' 61°40,545' 31°02,799'
Профиль 5	о-в Райпатсаари	61°37,041' 30°00,686' 61°36,957' 31°01,829'
Профиль 6	о-в Мякисало (север)	61°41,521' 31°01,534' 61°42,036' 31°01,972'
Профиль 7	о-в Пеллотсаари (восток)	61°38,543' 31°02,888' 61°38,765' 31°03,124'

Плавсредством прибрежных работ служила надувная лодка RiverBoat (рисунок 7.3, слева). Параллельно с подводной съемкой производился эхолотный промер с помощью эхолота Lawrence, а также спутниковая привязка. На некоторых полигонах проводился донный прорбоотбор дночерпателем с целью выявления состава донных отложений.



Рисунок 7.3 – Средства подводной фотовидеосъемки: слева – надувная лодка «RiverBoat» с аппаратом «Limnoscout-230» у кормы, справа – аппарат «Limnoscout-50+»

Также проводилось эхолотирование с использованием эхолот-картплоттера «Lawrence». Суммарно дистанция, пройденная при ландшафтном профилировании, составила 7000 м, или 3500 м<sup>2</sup> отснятой на видео площади дна. При подводных видеосъемках фиксировались такие показатели как: тип донного осадка на поверхности, характер поверхности дна, донная биота и ее следы, частота встречаемости крупных представителей эпибентоса и рыб, формы нанорельефа, мутность воды в придонном слое.



В стационарных точках на разных глубинах в пределах литоральной зоны (1,5; 3; 6 и 8 м) с помощью специализированной подводной фотоловушки обследовалось также изменение характера активности придонной и донной биоты в разные периоды суток. Период разовой съемки составлял порядка 2 ч. Сопоставлялись среднее количество животных разных систематических групп на стоп-кадрах, выделяемых из итогового видео через определенные временные промежутки (рисунок 7.4).



Рисунок 7.4 – Участок дна на 6 м глубине на тестовом полигоне в районе о. Пеллотсаари в разные периоды суток: на закате (слева) и в полдень (справа)

Для целей крупномасштабного геокартирования была изготовлена малая драга, с целью отбора коренных донных образований с борта малых плавсредств (с лодки). Этой драгой проведено обследование на 3-х участках, собран донный каменный материал (щебень, небольшие глыбы, свежие обломки коренных пород) (рисунок 1.5).



Рисунок 7.5 – Исследования дна с применением малой драги и малая драга с поднятой пробой донного грунта

При проведении экспедиции проведено испытание подводной стационарной видеокамеры с беспроводной передачей видеоданных (рисунок 7.6).



Рисунок 7.6 – Узлы и запуск устройства беспроводной передачи видеоданных со дна

Также был испытан опытный прототип логгера температура/глубина (рисунок 7.7).

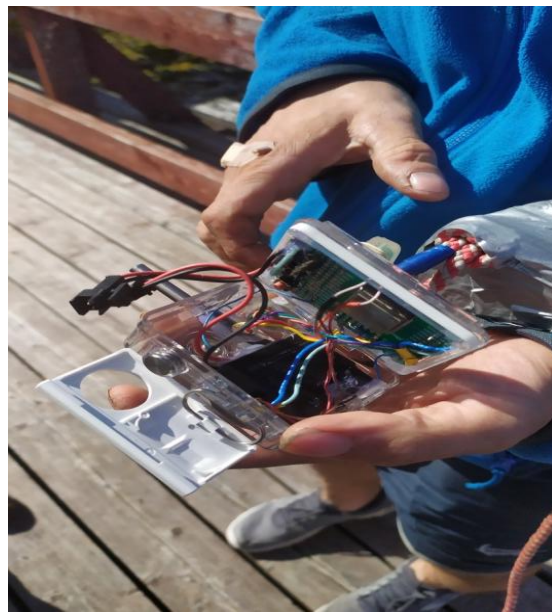


Рисунок 7.7 – Испытание термолггера

В основе прибора лежит идея SOC (система на чипе): вся работа устройства, включая получение и сохранение данных, беспроводная передача накопленной информации, интерфейс с пользователем производится на одной микросхеме, благодаря чему достигается крайне высокий уровень надёжности и технологичности (полное отсутствие подвижных элементов, даже кнопки сделаны емкостными). Данный прибор использовался для измерения температуры разных горизонтов на станциях тестового полигона в процессе изучения суточных миграций зоопланктона.

В процессе исследований была отобрана серия биологических проб на тестовом полигоне в литоральной зоне:

- 10 проб мейзообентоса по профилю на разных глубинах (1; 1.5; 2; 2.5; 3; 4; 5; 6; 7 и 8 м);
- 11 проб зооперифитона с поверхности скал и крупных обломков на глубине 0.5 м.

13 августа в рамках экспедиции «Ладожские шхеры» в бухте Терву, где размещено рыбоводческое хозяйство, было проведено исследование дна с помощью подводного аппарата «Limnoscout-50+» (рисунок 7.8).

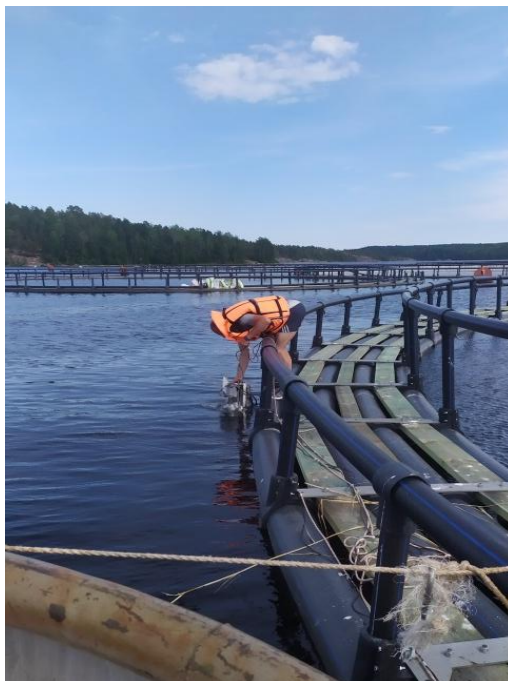


Рисунок 7.8 – Проведение подводной видеосъемки в зоне садков

Работы проводились на четырех точках:

- две точки (ст. 1 и 3) располагались в районе садков;
- одна точка (ст. 2) – на выходе из бухты;
- одна точка (ст. 4) – в мелководной бухте у поселка в зоне впадения ручья (таблица 7.2; рисунок 7.9).

В районе последней точки (ст. 4) было сделано 3 коротких 100-метровых видеопрофиля по склону от глубины 2 м до 4,8 м.

Таблица 7.2. Координаты точек (станций) наблюдения

Станция	Координаты	Положение	Глубина, м
Ст.1	N61°17.967' E30°08.894'	У садков	15,3
Ст.2	N61°17.146' E30°09.672'	На выходе из бухты	26,3
Ст.3	N61°17.404' E30°08.855'	У центральных садков	23,4
Ст.4	N61°18.394' E30°06.893'	У ручья	2 – 4,8



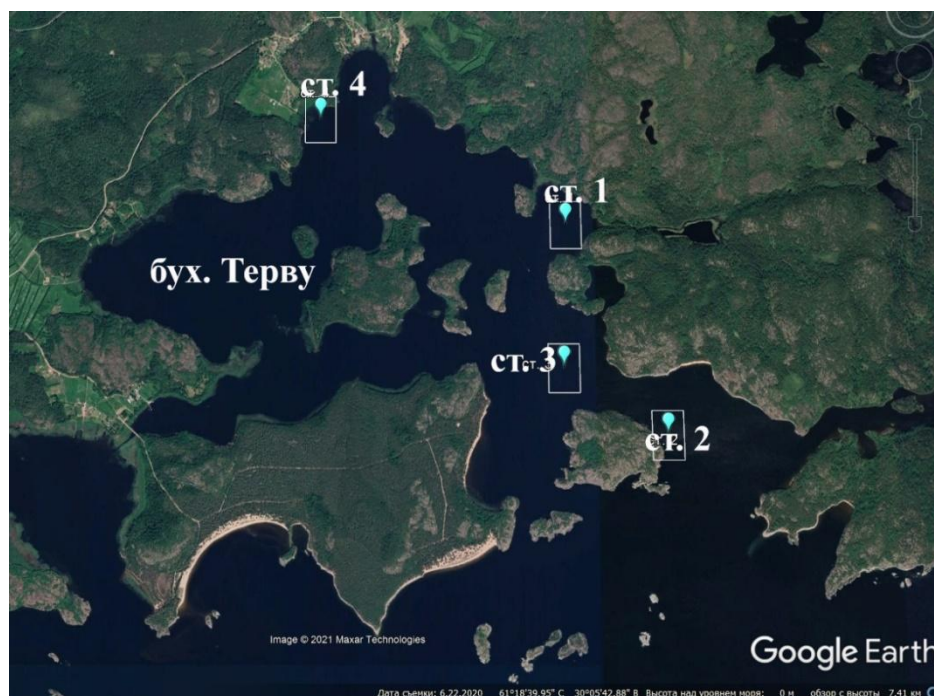


Рисунок 7.9 – Схема размещения точек (станций) наблюдений в бухте Терву

## **7.2 Исследования открытой части акватории Ладожского озера с анализом полученных результатов**

В 2021 году в Ладожском озере проведены 3 исследовательских рейса на различных судах:

- 28 июня – 10 июля, рейс на НИС «Посейдон» в южную и в центральную часть Ладоги;
- 07 – 10 октября, рейс на катере МЧС (ГИМС) в район восточнее о. Кухка;
- 18 – 25 октября, рейс на НИС «Эколог» в район Питкяранта – о. Мустасаари.

### **7.2.1 Исследовательский рейс на НИС «Посейдон»**

В процессе исследований на борту НИС «Посейдон» (рисунок 7.10) в период рейса 28 июня – 20 июля 2021 г. продолжались начатые ранее комплексные работы по изучению распространения донных осадков, состояния донных ландшафтов и уточнения положения вероятных выбросов подземных вод из рифейских водоносных горизонтов в северной части Ладожского озера.

Эти работы являются продолжением работ 2019-20 гг. с перемещением основной площади исследований в южную и в центральную часть озера.





Рисунок 7.10 – Общий вид НИС «Посейдон»

Отбор проб производился по субрегулярной сети станций, примерно через 6-8 км вдоль ряда субпараллельных профилей ВСВ простирания, расположенных примерно через 6-10 км. В районах с однородными осадками сеть разрежалась, в районах с высокой изменчивостью осадков она сгущалась (рисунок 7.11).

В процессе рейса были выполнены следующие работы:

1. Проведен донный пробоотбор с применением трубки Лаури-Ниёмисте (Рисунок 7.12) и с помощью модифицированного дночерпателя Экмана-Берджа (рисунок 7.12) на 43 станциях в центральной и южной частях водоема (глубины от 7 до 75 м). Модификация дночерпателя (находится в стадии получения патента) позволила работать с прибором в условиях значительного волнения и сноса судна: было реализовано электронное управление срабатыванием с пульта, установлен акселерометр, высокоточный (до 1 см) барометрический датчик глубины, а также цифровой термометр, который позволял также получать информацию о придонной температуре. Непосредственно на борту судна производилось описание типа осадка по визуальным и органолептическим характеристикам. Отбирались пробы на определение гранулометрического состава. Параллельно на тех же станциях производился отбор бентосных проб для выявления состава донной биоты на исследуемых участках акватории. Количество полученных проб

составило: 43 пробы грунта на гранулометрию; 40 проб бентоса; 86 температурных измерений (t поверхности; t у дна).

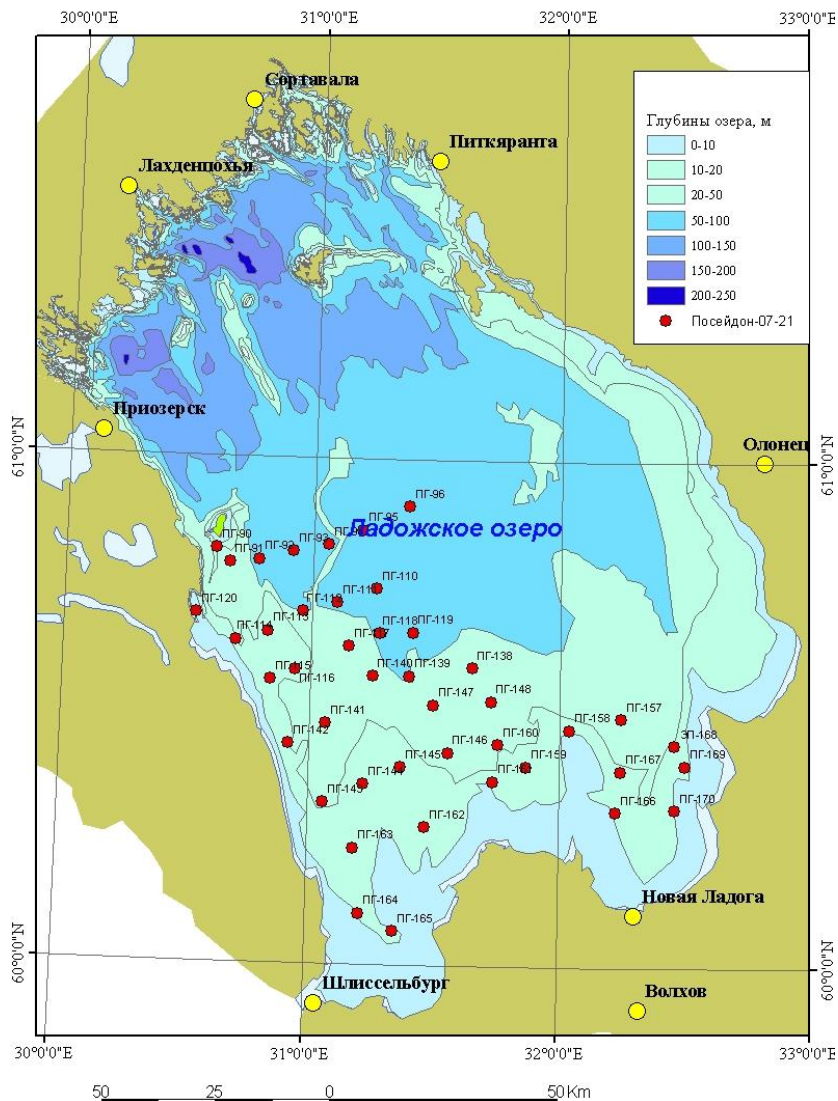


Рисунок 7.11 – Расположение станций донного пробоотбора и донной фотовидеосъемки в рейсе НИС «Посейдон»

2. На 30 станциях в северной части акватории произведен отбор проб придонной воды для исследования содержания изотопов кислорода, свидетельствующих о проникновении ювенильных вод из рифейских песчаников.

3. При проведении исследований на НИС «Посейдон» на 46 станциях в центральной и в южной частях и на одном ландшафтном полигоне в северной части Ладожского озера (глубины от 7 до 80 м) проведена видеосъемка дна для изучения подводных ландшафтов с применением телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА) «Limnoscout-50+» (Рисунок 7.13).

По сравнению с предыдущими модификациями данного подводного аппарата в 2021 г. аппарат был дополнен двумя дополнительными целеуказательными камерами с возможностью управления их положением посредством сервопривода, а так же была изменена схема освещения позволившая улучшить качество получаемых фото-видеоматериалов (рисунок 7.14).

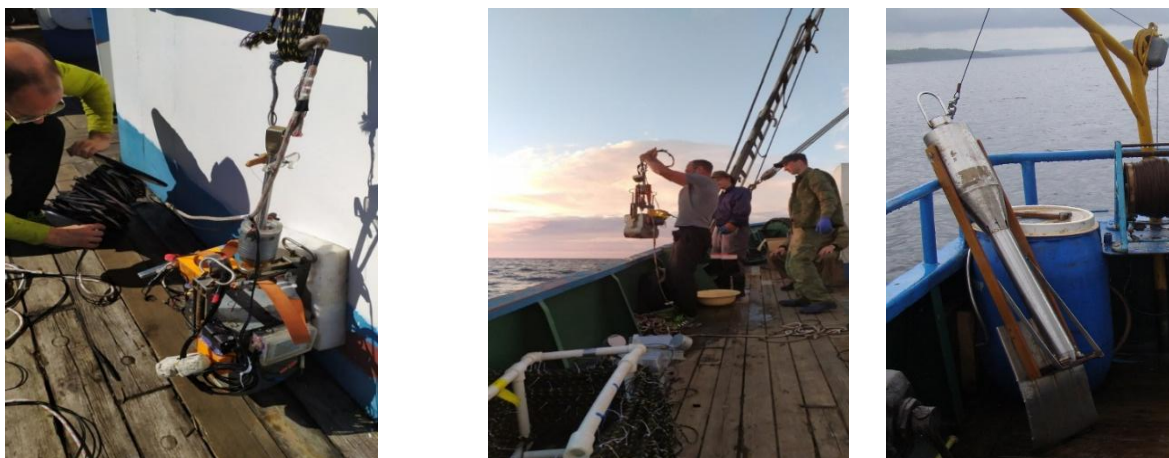


Рисунок 7.12 – Средства грунтового пробоотбора:  
слева и в центре - модифицированный дночерпатель Экмана-Берджа,  
справа – трубка Лаури-Ниёмисте

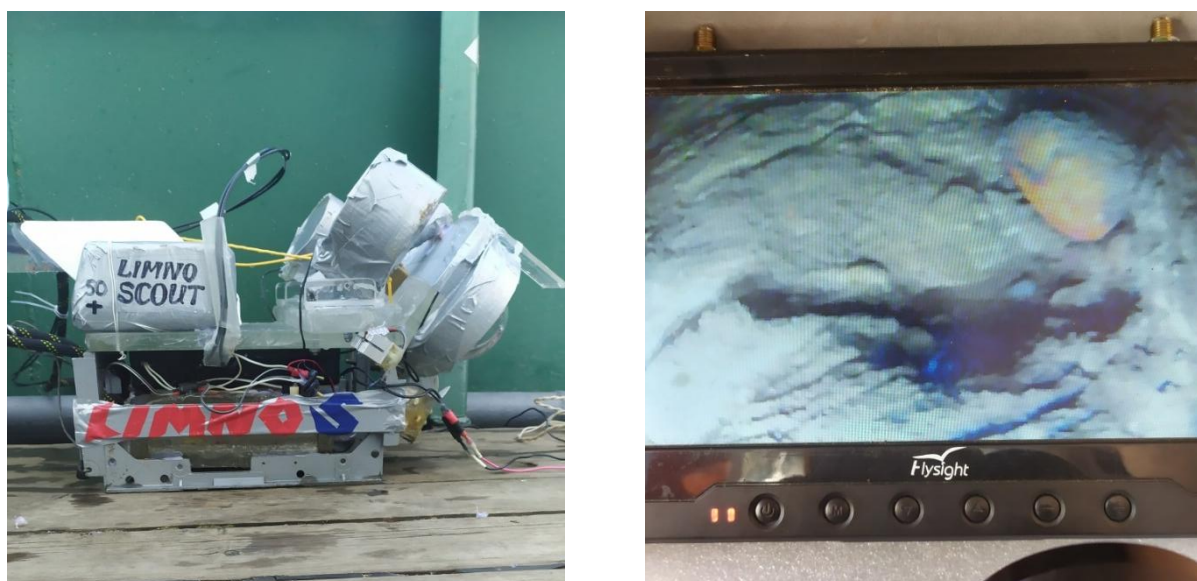


Рисунок 7.13 – НПА «Limnoscout 50+» и изображение дна на экране





Рисунок 7.14 – Коренные породы в цоколе гряды Войссинойсаари, заснятые с помощью подводного аппарата Limnoscout 50+

На каждой станции пробоотбор сопровождался донной фотовидеосъемкой.

Кроме того, донная фотовидеосъемка была проведена на ландшафтном полигоне в районе о. Войссинойсаари, в основании подводной гряды, которую венчает этот остров. Результатами этой съемки впервые было доказано, что эта наиболее крупная гряда на дне Ладоги, сложенная валунами в верхней своей части, имеет цоколь из коренных пород (рисунок 7.14).

В число основных задач исследований входили:

- отбор проб донных осадков по субрегулярной сети для картирования распространения разновидностей донных осадков;
- изучение состояния донных ландшафтов с помощью подводной фотовидеосъемки;
- уточнение положения вероятных выбросов подземных вод из рифейских водоносных горизонтов посредством отбора проб придонной воды для последующего определения ее изотопного состава.

- опытно-методические работы по освоению и использованию новой техники усовершенствованного дночерпателя Экмана-Берджа, подводного фотовидеосъемочного аппарата «Limnoscout-50+»), а также температурно-глубинного зонда.

Объемы работ, выполненные в течение рейса НИС «Посейдон»:

Общее количество станций – 73

Проб донных осадков – 43

Проб придонной воды – 30

Видеонаблюдений дна – 43

Полигон видеонаблюдений дна – 1 (1,5 км)

Биологических проб (мейобентос) – 40

### 7.2.2 Исследования на НИС «Эколог»

Исследования на НИС «Эколог» (рисунок 7.15) проходили в период с 17 по 23 октября 2021 г.



Рисунок 7.15 – Общий вид НИС «Эколог»

Проведены исследования на:

- шести точках (станциях) в северной части Ладожского озера (сортавальские и питкьярантские шхеры, а также двух точках (станциях) в открытой акватории);
- трех точках (станциях) (у г. Питкьяранта и в районе о. Суури Хепосаари).

Расположение станций донных ландшафтных съемок показано на рисунке 7.2. Примеры донных ландшафтов, заснятых на этих станциях, показаны на рисунке 7.16.



Рисунок 7.16 – Фотографии донных ландшафтов, снятые при исследованиях на НИС «Эколог»

### 7.2.3. Исследования на судне МЧС

При исследованиях на судне МЧС (рисунок 7.17) в районе восточнее о. Кухка впервые



проведена фотовидеосъемка дна Ладожского озера на его максимальной глубине – 230 м.

Рисунок 7.17 – Общий вид судна МЧС

Фотовидеосъемка проводилась с подводного аппарата «Limnoscout-50+» (рисунок 7.18), который, таким образом, был испытан на максимальных для Ладоги глубинах и показал свою



высокую работоспособность и эффективность. Фактически доказано, что данный аппарат может быть использован для исследований дна во всей шельфовой зоне.



Рисунок 7.18 – Подготовка подводного аппарата «Limnoscout-50+» к работе

Спутниковая привязка и измерение глубины проводились с помощью эхолот-картплоттера «Lowrence» (рисунок 7.19).



Рисунок 7.19 Фиксация работы НПА на дне самой глубокой впадины Ладожского озера.

Число 229 на экране эхолот-картплоттера “Lowrence” – глубина дна в метрах

Полученные высококачественные фотографии наиболее глубоководных в Ладоге донных ландшафтов, 3 из которых приводится здесь (рисунок 7.20), в настоящее время обрабатываются и анализируются.



Рисунок 7.20 – Фотографии донного ландшафта в самой глубокой впадине Ладожского озера. Глубина 230 м. Видны следы донных организмов

### **7.3 Исследования донных осадков Ладожского озера**

В результате проведенного в 2019-20 гг. донного пробоотбора на акватории Ладожского озера был выявлен основной характер распространения донных отложений. В основном это алевропелитовые осадки, с практически повсеместным распространением приповерхностного слоя алевритового наилка мощностью 1-3 см.

Результаты описания донных осадков сведены в предварительную схему распределения донных отложений по точкам пробоотбора в северной – центральной части Ладожского озера (рисунок 7.21).



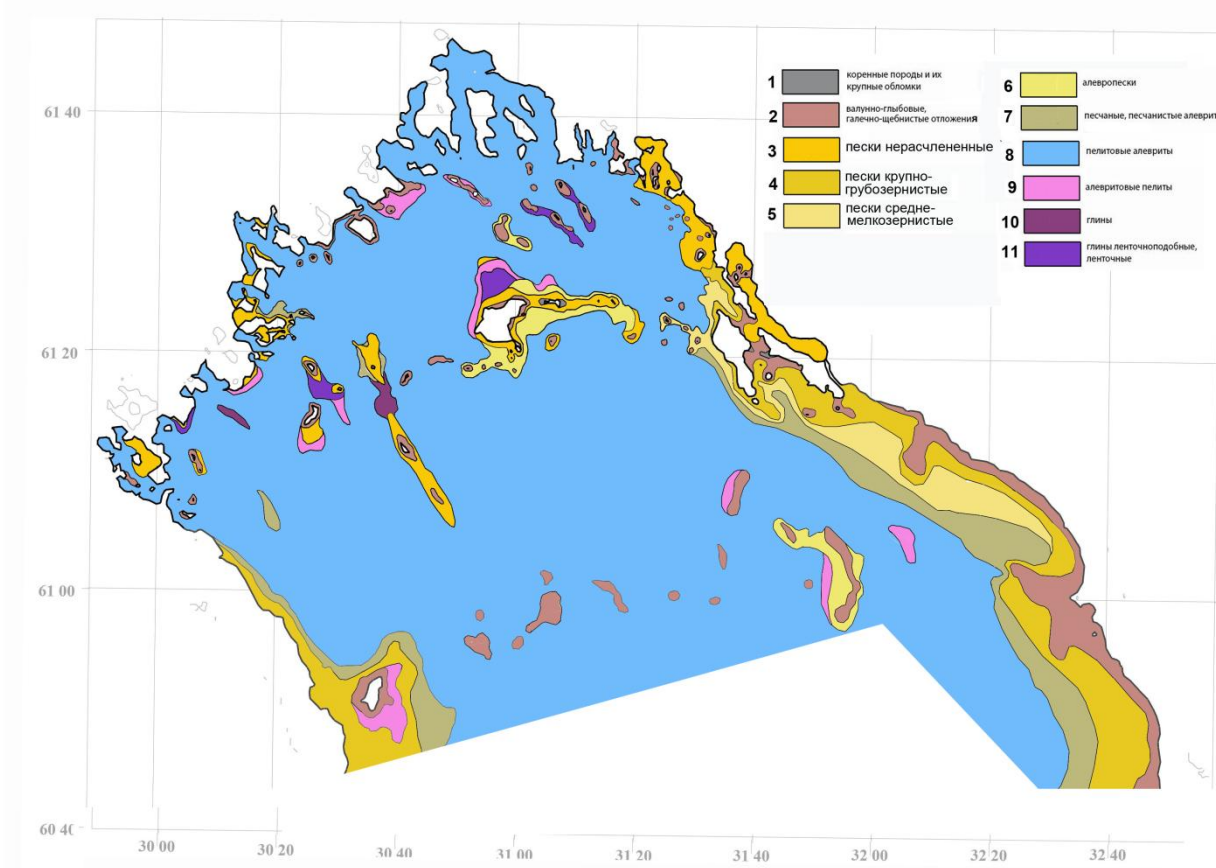


Рисунок 7.21 – Схема распределения донных отложений в северной, центральной и восточной частях Ладожского озера

Эта схема является дополненным вариантом схемы донных отложений северной части Ладожского озера, составленной по результатам работ 2019 г. На схеме отчетливо видно, что при общем сохранении обычной зональности распространения донных отложений в крупных водоемах с коренными берегами с глубины (коренные породы – крупнообломочные – среднеобломочные – мелкообломочные – тонкообломочные) имеется и ряд особенностей. В частности, заметно заполнение алевропелитовыми отложениями мелководных зон во фиардах северного побережья озера, где эти осадки подходят практически к самому берегу до глубин нескольких метров. Пелитовые осадки, напротив, часто занимают более высокую позицию на бортах глубоководных котловин, чем алевропелиты, что может говорить об особенностях более глубинного строения осадочного чехла, при котором глубокие котловины заполнены современными алевропелитами, а борта этих котловин могут быть сложены более древними осадками (возможно, верхней частью отложений Балтийского ледникового озера).

Донный пробоотбор по предложенной методике предполагается продолжить до полного покрытия сетью станций всей акватории озера. После этого планируется создание карты донных осадков всего Ладожского озера нового поколения.

#### **7.4 Исследования разрывной тектоники Ладожского озера и геоморфологических особенностей дна Ладожского озера с проведением сравнительного анализа вариантов его геоморфологического картирования**

Исследования разрывной тектоники Ладожского озера осуществлялись с применения метода тектонофизического моделирования, разработанного специалистами ВНИИОкеангеология (С.И. Петухов и др.), основанного на цифровой модели рельефа дна Ладожского озера, составленной в ИНОЗ РАН (М.А. Науменко). На основании результатов анализа составлен ряд тектонофизических моделей, позволяющих судить о блоковой делимости коры в районе Ладожского озера.

На основе результатов тектонофизического моделирования, с привлечением результатов линеаментного анализа дна Ладожского озера, была построена схема разломной тектоники Ладожского озера (рисунок 7.22). При ее создании использовались элементы стандартной методики построения тектонических карт для комплектов Государственной геологической карты М1:1 000 000 и 1:200 000.

На представленной карте отчетливо виден рисунок разрывных нарушений дна Ладожского озера, разбивающих кору на более, или менее крупные блоки. Большая часть этих разломов представляют собой сбросы. Направленность сети разломов в основном северо-западная, при наличии второстепенных северо-восточной, субмеридиональной и субширотной систем. Возраст этих разломов считается не моложе протерозойского. Однако в истории этой сети можно предполагать ряд активизаций, последняя из которых могла произойти в альпийское время.

Полученные новейшие данные о наличии вероятно неотектонических уступов вдоль линий разломов в северной части озера (см. рисунок 7.22) могут говорить о гораздо более существенной неотектонической и современной тектонической активности разломов дна Ладожского озера, чем это считается сейчас.

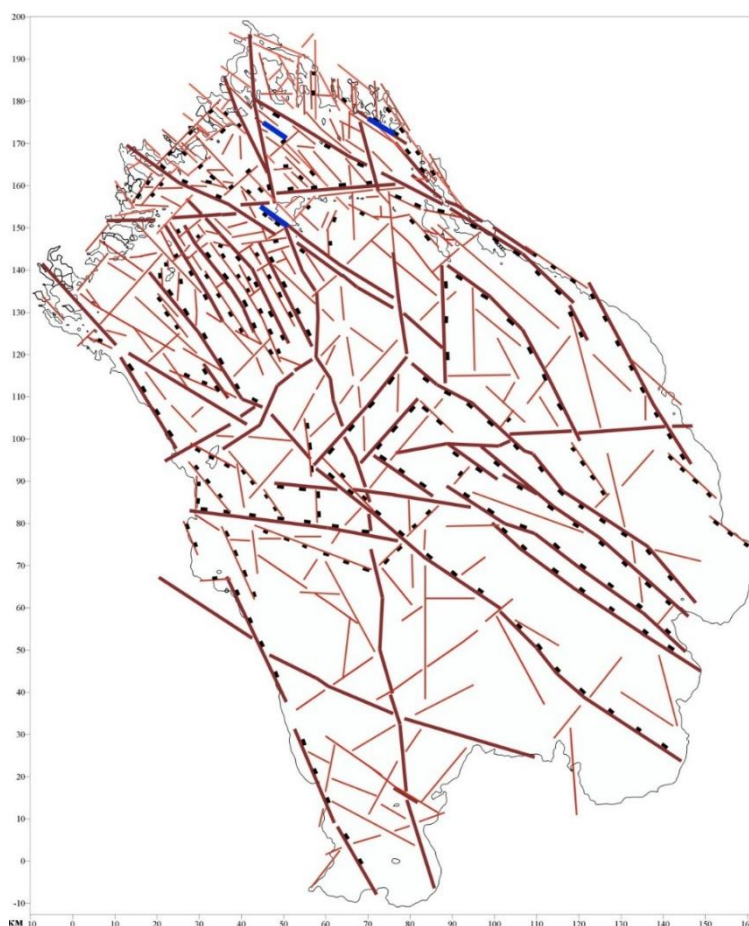


Рисунок 7.22 – Схема разрывных нарушений дна Ладожского озера:  
 - жирные линии – разломы 1-го порядка, тонкие линии – разломы 2-го порядка, синие отрезки – обнаруженные на дне субвертикальные уступы высотой до 100 м

### Геоморфологические особенности дна Ладожского озера и сравнительный анализ вариантов его геоморфологического картирования

Современные геоморфологические картографические построения дна Ладожского озера сталкиваются с рядом проблем, среди которых наиболее серьезными представляются проблемы методологии, выбора масштаба, батиметрической основы и форм картографического представления результатов.

Дно Ладожского озера имеет довольно сложный рельеф, особенно в своей северной части, расположенной в пределах Балтийского кристаллического щита. Рельеф дна здесь имеет высокую степень расчлененности (перепады глубин 100-200 м) и характеризуется преобладанием линейно – вытянутых форм рельефа в основном северо-западного простирания.

При движении на юго-восток склоны кристаллического щита полого погружаются под осадочный чехол Русской платформы, кристаллические породы перекрываются все более мощной

толщей осадочных рифейских, вендских и фанерозойских отложений. Рельеф становится менее расчлененным (перепады глубин 1-10 м). Формы теряют четкую направленность и линейность.

В настоящее время существует ряд карт и схем геоморфологического содержания, более, или менее успешно отражающих особенности рельефа дна Ладоги.

Первая проблема, с которой сталкивается построение геоморфологической карты – выбор батиметрической основы. В настоящее время в поле зрения авторов имеется три основных варианта цифровой модели рельефа (ЦМР) дна Ладожского озера:

- ЦМР, разработанная в ИНОЗ РАН Науменко М.А. (рисунок 7.23 А),
- модель, созданная во ВСЕГЕИ Амантовым А.В. (рисунок 7.23 Б);
- и ЦМР, составленная специалистами ГУП РК «Карельская ГЭ» в сотрудничестве с ИНОЗ РАН (С.Н. Юдин, Д.С. Дудакова) (рисунок 7.23 В).

Каждая из этих моделей имеет достоинства и недостатки. Они несколько различаются подходами к построению, количеством базовых точек с фиксированными глубинами, степенью детализации в разных районах озера, информацией по береговой зоне и пр.

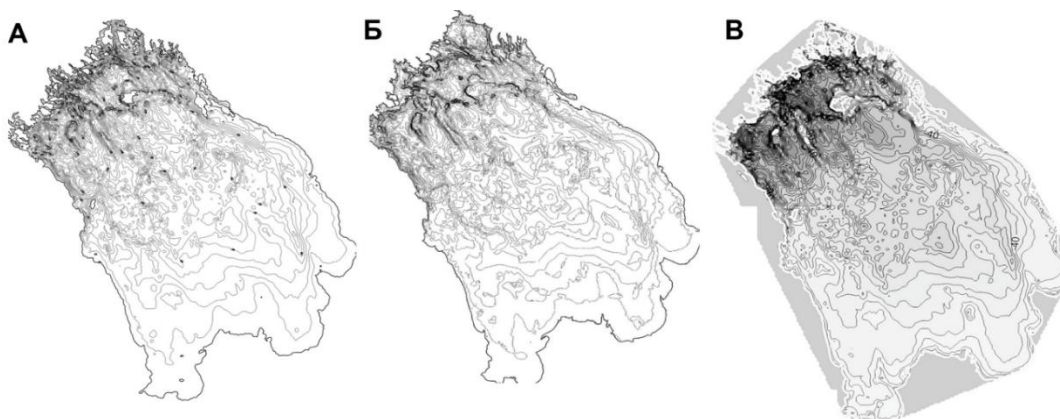


Рисунок 7.23 – Батиметрические карты с изобатами через 10 м, составленные на основе 3-х цифровых моделей рельефа:

А – М.А. Науменко, Б – А.В. Амантов, В – С.Н. Юдин, Д.С. Дудакова

При всех различиях между рассматриваемыми ЦМР, судя по построенным на их основе батиметрическим картам, все три модели близки по информативности. Тем не менее, карты и схемы, построенные на разных основах, могут существенно отличаться друг от друга.

На рисунке 7.24 приводятся 4 варианта геоморфологических схем (общих видов) дна Ладожского озера. Построение первой из них изначально было ориентировано на масштаб 1:500 000, три другие - на масштаб 1:1 000 000, что отразилось на насыщенности схем информацией.

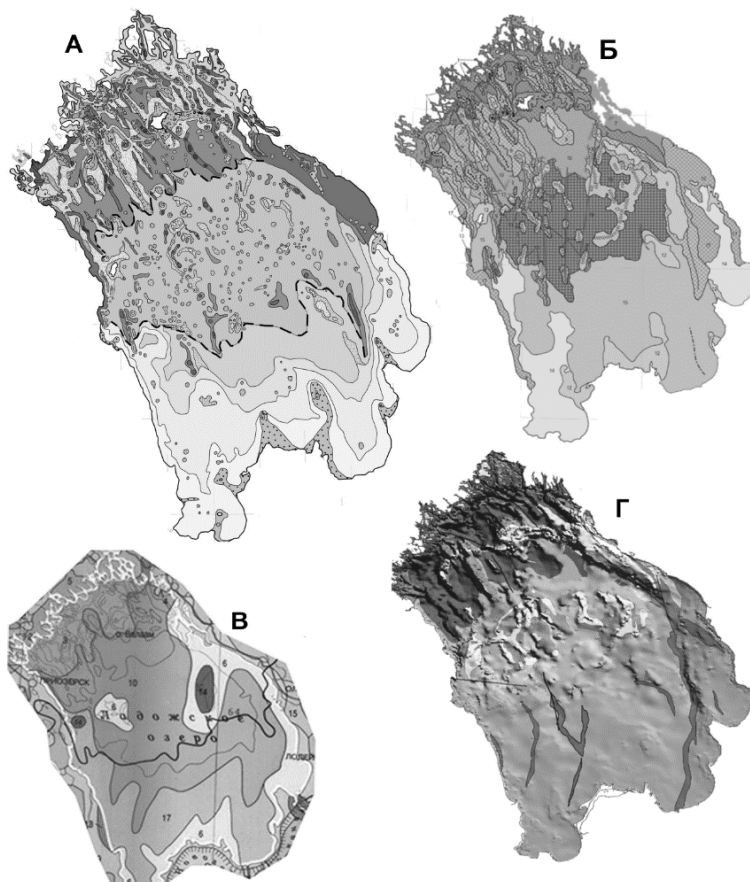


Рисунок 7.24 Сопоставление различных геоморфологических построений по дну Ладожского озера (общие виды): А - геоморфологическая карта В.М. Анохина и др., 2016,

Б – геоморфологическая схема Аксенова А.О. и др., 2020,

В – геоморфологическая схема из комплекта ГГК-1000/3 2015,

Г – схема геоморфологических типов рельефа Амантова А.В., Амантовой М.Г.

Схемы А и Б составлены на основе ЦМР Науменко М.А., В и Г – на основе ЦМР Амантова А.В. У всех этих схем имеется нечто общее – хорошо отделяются друг от друга северная (существенно денудационная) и южная (в основном аккумулятивная) части дна озера с некоторой переходной зоной; у всех имеется зона развития сильно пересеченного линейного грядово-ложбинного рельефа на севере и пологая равнина на юге.

Различий между схемами довольно много:

- в схеме А – резкое предпочтение морфометрического подхода в ущерб генетическому;
- в схеме В – крайне слабое использование особенностей и форм реально существующего донного рельефа и преобладание генетического подхода.

Наиболее совершенной представляется схема Б, где оба подхода применяются в относительно взвешенном сочетании.

Схема В значительно менее информативна, чем прочие, хотя и привязана к тому же масштабу 1:1 000 000. Это объяснимо, если учесть, что Ладожское озеро на данной схеме является фрагментом значительно более обширной площади листов ГГК-1000 Р-35,36, на которую составлена общая геоморфологическая схема. На схеме В выделены лишь зоны распространения типов рельефа без выделения отдельных, даже крупных форм и без видимой прямой связи с батиметрией.

Наибольшим сходством между собой обладают схемы А и Г (несмотря на различные батиметрические основы), поскольку при составлении этих схем использовался преимущественно морфометрический подход. В схеме Г, в отличие от прочих, авторы выделили сеть крупных погребенных долин в южной части дна, что, как и применение авторами теневого рельефа значительно обогащает геоморфологическую картину юга Ладожского озера.

Из вышеизложенного краткого сравнения видно, что рассмотренные 4 геоморфологические схемы дна Ладожского озера имеют существенные различия в подходах к их составлению, исходном материале и методических приемах. Не вполне ясно, какой схемой лучше руководствоваться при рассмотрении геоморфологических особенностей дна Ладожского озера. Интересен тот факт, что все 4 схемы были изданы в период с 2014 по 2019 гг., т.е. практически в течение 5-ти лет. Коллективы специалистов работали в существенной мере параллельно, без связи друг с другом. Возможно, назрела потребность в более тесном сотрудничестве различных авторских групп, а может быть и объединении ресурсов этих групп для построения новой геоморфологической карты не мельче масштаба 1:500 000 с соответствующим информационным насыщением.

Выводы:

Сравнительный анализ 4-х существующих геоморфологических схем дна Ладожского озера выявил несколько проблем методического характера, в т.ч. проблему рационального соотношения морфометрического и генетического подходов, выбора батиметрической основы, адекватной масштабу информационной насыщенности и др. Однако наиболее серьезной представляется проблема разобщенности групп специалистов, параллельно разрабатывающих одну тему. Это приводит к появлению геоморфологических построений на один и тот же район, значительно менее качественных, чем они могли бы быть при объединении усилий.

В частности, выбор батиметрической основы осуществляется не из интересов картографирования, а по степени доступности для использования. Такое положение может привести и приводит к серьезным разночтениям в самой основе геоморфологических построений.

Наиболее рациональным выходом здесь представляется суммирование данных по всем трем моделям с созданием общей ЦМР и открытие свободного доступа к ней всех заинтересованных специалистов.

Сходным образом могут быть скоординированы общие геоморфологические построения по Ладожскому озеру. Объединение усилий специалистов и ресурсов различных заинтересованных организаций гарантированно привело бы к появлению новой геоморфологической карты дна Ладожского озера более высокого уровня.

Следующим шагом для геоморфологических исследований котловины Ладожского озера может стать применение геоморфометрического подхода для картирования рельефа дна, изучения неотектонических и литодинамических процессов.

#### **Список использованных источников**

1. Амантов А.В. Геология дочетвертичных образований и тектоника Ладожского озера // Региональная геология и металлогения, № 58, 2014. С. 22-32.
2. Амантов А.В., Амантова М.Г. Развитие котловины Ладожского озера с позиций ледниковой теории // Региональная геология и металлогения, № 59, 2014. С. 5-14.
3. Анохин В.М., Дудакова Д.С. Предварительные результаты изучения поверхностных донных отложений в северной части Ладожского озера в 2019 году. В сборнике: География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции. Отв. редакторы С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. 2020. С. 80-85.
4. Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н. Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015 – 2019 гг. // Материалы Международной конференции (Школы) морской геологии. М., ИОРАН, 2019.
5. Анохин В.М., Науменко М.А., Субетто Д.А., Нестеров Н.А., Рыбакин В.Н. Особенности геоморфологического строения дна Ладожского озера. В кн.: География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXXI Герценовские чтения. Т.1. Санкт-Петербург, 2018. С. 442 - 448.
6. Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А. Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами. – Изв. РГО, 2016. Т.148, вып. 2. С. 44-51.
7. Ассиновская Б.А. Сейсмические события на Ладоге в XX веке // Известия РГО. 2005. т. 137. Вып. 4. С. 70-76.

8. Геоэкология Ладожского озера /ред. В.Л. Иванов, В.И. Гуревич. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1995. 209 с.
9. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35,36. Геоморфологическая схема. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
10. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35, 36. Литологическая карта поверхности дна акваторий. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
11. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35, 36. Схема тектонического районирования. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
12. Инструкция по организации и проведению геологической съемки шельфа масштаба 1:200000 (ГСШ-200) : Утв. Роскомнедра 17.06.94. - М.; СПб. ВСЕГЕИ, 1995. 62 с.
13. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). СПб., 2001
14. Ладожское озеро (развитие рельефа и условия формирования четвертичного покрова котловины)/Отв. ред. Г.С. Бискэ. Петрозаводск: Карелия, 1978. 208 с.
15. Металлогения Карелии. Ред. С.И. Рыбаков, А.И. Голубев. Петрозаводск, 1999. 350 с.
16. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (второго издания). — СПб., 2019. 188 с. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ»).
17. Науменко М.А. Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера на основе цифровой модели //Известия РАН. Серия географическая, 2013, №1. С. 62-72.
18. Петухов С.И., Анохин В.М., Науменко М.А. Первый опыт морфотектонического моделирования района Ладожского озера. В сборнике: География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции. Отв. редакторы С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. 2020. С. 147-151.
19. Семенович Н.И. Донные отложения Ладожского озера. М – Л-д., Наука, 1966. 124 с.
20. Aksenov A.O., Rybalko A.E., Naumenko M.A. Geomorphology of Lake Ladoga basin. *Limnology and Freshwater Biology* 2020 (4): 492-494 DOI:10.31951/2658-3518-2020-A-4-492SI: “The 4th International Conference Palaeolimnology of Northern Eurasia”. Pp. 492-494.



21. Lecours V., Dolan M., Micallef A., Lucieer V. A review of marine geomorphometry, the quantitative study of the seafloor // *Hydrology and Earth Science Systems Sciences*, 20, 2016. Pp. 3207-3244.

22. Naumenko M.A. Lake Ladoga digital bathymetric models: development approaches and insight for limnological investigations. *Limnological Review* 20 (2). – 2020. Pp. 65-80.

23. Petukhov S.I., Anokhin V.M., Melnikov M.E., Sedysheva T.E. The Specific Features of the Geodynamic Settings in the Southeastern Part of the Magellan Seamounts, Pacific Ocean. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2020. T. 14. № 5. С. 460-471. (WoS, SCOPUS)

24. Petukhov S.I., Anokhin V.M., Mel'nikov M.E., Vdovin V.G. Geodynamic Features of the Northwestern Part of the Magellan Seamounts, Pacific Ocean. *Journal of Geography and Geology*. 2015. T. 7. № 1. С. 35.

## **7.5. Основные публикации, научные мероприятия и экспертные заключения СПбНЦ РАН по направлениям деятельности ОНС «Экология и природные ресурсы» в 2021 году**

### **7.5.1 Основные публикации СПбНЦ РАН по направлениям деятельности ОНС «Экология и природные ресурсы» в 2021 году:**

1. Дудакова Д.С., Анохин В.М., Поздняков Ш.Р., Дудаков М.О., Юдин С.Н. Подводные ландшафты островов Мантсинсаари и Лунсаари в зоне рифейских понятий в восточной части Ладожского озера // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 2021. –Т. 85, № 3. – С. 433-445. (SCOPUS)

2. Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Курашов Е.А., Анохин В.М. Вселение дрейссены полиморфной (*DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS 1771), *DREISSENIDAE*) в Ладожское озеро // *Зоологический журнал*, 2021. – Т. 100, № 4. – С. 363-373. (WoS)

3. Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О. Распространение поверхностных донных отложений в северной части Ладожского озера // *География: развитие науки и образования. Сборник статей по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения*. – СПб, 2021. – Т.1. – С. 68-73.

4. Анохин В.М., Егоров А.Ю., Аксенов А.О., Дудакова Д.С. Некоторые проблемы геоморфологического картирования дна Ладожского озера // *География: развитие науки и образования. Сборник статей по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения*. – СПб, 2021. – Т.1. – С. 73-79.

5. Пятов И.М., Анохин В.М. Использование методов кластерного анализа для изучения закономерностей распространения тяжелой фракции отложений береговой зоны Ладожского озера // *География: развитие науки и образования. Сборник статей по материалам ежегодной*

международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения. – СПб, 2021. – Т.1. – С. 153-158.

6. Vladimir Anokhin, Dina Dudakova, and Mikhael Dudakov. Tectonic ledges at the bottom of Lake Ladoga. EGU21-1789. EGU General Assembly 2021 © Author(s) 2021. Creative Commons Attribution 4.0 License.

7. Vladimir Anokhin, Dina Dudakova, Aleksey Aksenov, Mikhael Dudakov, Anna Revunova: Distribution of surface sediments at the bottom of Lake Ladoga. MedGU-2021-P1133# Springer Publishing Partner.

### **6.5.2 Основные научные мероприятия по направлениям деятельности ОНС «Экология и природные ресурсы» СПбНЦ РАН в 2021 году**

1) Генеральная Ассамблея Европейского союза наук о Земле EGU General Assembly April 19–30 2021. Vienna, Austria. Устный доклад онлайн: - Tectonic ledges at the bottom of Lake Ladoga.

2) Международная научно-практическая конференция LXXIV Герценовские чтения 21 апреля 2021 г. Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена.

Председательство на сессии Лимнологии

Устные доклады:

- Распространение поверхностных донных отложений в северной части Ладожского озера;
- Некоторые проблемы геоморфологического картирования дна Ладожского озера;
- Использование методов кластерного анализа для изучения закономерностей распространения тяжелой фракции отложений береговой зоны Ладожского озера.

3) Российско-германский научный семинар «Арктическая экспедиция «MOSAIC» - измеряя исчезающий мир» 28.04.2021 IC DAAD St.Petersburg.

Диплом участника №705017629.

4) Ежегодная Конференция Средиземноморского союза наук о Земле Annual Meeting Mediterranean Geoscience Union MedGU Стамбул, Турция 25–28 ноября 2021 г. Устный доклад: Distribution of surface sediments at the bottom of Lake Ladoga.

## **8 Исследования в области агропромышленного комплекса по направлениям сельскохозяйственной микробиологии и защиты растений по плану ОНС по проблемам развития агропромышленного комплекса региона**

### **8.1 Основные сведения о двух научных организациях Санкт-Петербурга, выполняющих исследования в области агропромышленного комплекса по направлениям сельскохозяйственной микробиологии и защиты растений**

В отчетном 2021 г. для детального анализа выбраны две научные организации Санкт-Петербурга, выполняющих исследования в области агропромышленного комплекса по направлениям сельскохозяйственной микробиологии и защиты растений:

- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение науки «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИСХМ) (All-Russia Research Institute for Agricultural Microbiology (ARRIAM));

- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ФГБНУ ВИЗР) (All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR)).

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение науки «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИСХМ)(All-Russia Research Institute for Agricultural Microbiology (ARRIAM))

Всего сотрудников – 16, в том числе 68 научных сотрудников, из них: 1 академик РАН, 11 докторов наук, 48 кандидатов наук, 9 аспирантов

Научная структура ВНИСХМ включает: 1 отдел (состоящий из 3 лабораторий) и 7 отдельных лабораторий, Центр коллективного пользования «Генетические технологии, протеомика и клеточная биология», Ведомственную коллекцию полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ОСХН РАН (ВКСМ). Данная коллекция объединяет уникальные микробиологические ресурсы, используемые в биотехнологиях производства и переработки сельскохозяйственной продукции. В настоящее время коллекция насчитывает более 7000 штаммов, используемых (или перспективных для использования) в таких областях, как защита растений, пищевая биотехнология, растениеводство, земледелие, животноводство. В состав института входит филиал «Экос».

Сайт ВНИСХМ <http://arriam.ru/>

ВНИСХМ в 2020 г. вошел в состав Научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего». <https://future-agro.ru/>

За последние 5 лет во ВНИИСХМ выполнялись 20 проектов Российского научного фонда (РНФ).

Публикации в РИНЦ за последние 3 года:

- 2020 г – 181 публикация;

- 2019 г. – 223

- 2018 г. – 215

*Основные направления научных исследований:*

- изучение роли корневых экзометаболитов растительно-микробных взаимодействиях;

- выявление механизмов устойчивости и интеграции компонентов растительно-микробных систем в стрессовых условиях;

- поиск регуляторных генов, контролирующих разные стадии дифференцировки гетероцист и определяющие эффективность фиксации азота свободно-живущими и симбиотическими цианобактериями;

- изучение механизмов реорганизации архитектоники эукариотической клетки при взаимодействии с прокариотическими клетками на примере заселения инфицированной клетки азотфиксирующего клубенька органелло-подобными симбиосомами;

- изучение молекулярно-генетических и клеточных механизмов старения азотфиксирующих клубеньков и выявление потенциальных генов-кандидатов для селекции бобовых культур с пролонгированной азотфиксацией;

- изучение генетических основ эффективности симбиозов, формируемых бобовыми растениями, и разработка способов ее повышения в полевых условиях;

- сбор, выделение и изучение микроорганизмов, тесно связанных с растениями, и создание на их основе коллекций микроорганизмов, представляющих практическую и научную ценность;

- анализ генов растений люцерны и козлятника, вовлеченных в формирование стрессоустойчивых симбиотических систем;

- исследования бактериофагов клубеньковых бактерий;

- протеомика прионных и амилоидных белков, направленная на выяснение их роли в регуляции ключевых биологических процессов, при помощи биоинформатических и экспериментальных подходов;

- функциональная протеомика и метапротеомика, направленная на выявление ключевых белков и факторов, контролирующих взаимодействия организмов друг с другом и окружающей средой;

- выявление молекулярных механизмов, детерминирующих родентицидные и инсектицидные свойства штаммов микроорганизмов, используемых для создания биологических

препаратов, при помощи методов геномики, транскриптомики и количественной сравнительной протеомики;

- разработка экологически безопасных полифункциональных биологических препаратов, имеющих одновременно инсектицидное, фунгицидное и ростстимулирующее действие, с помощью аналитической селекции, направленной на повышение продуктивности и уровня токсинообразования штаммов микроорганизмов;

- разработка биологических препаратов нового поколения, включая штаммы-продуценты белковых токсинов, снабженные селективными генетическими маркерами;

- получение из различных источников, выделение и селекция хозяйственно-ценных штаммов эндофитных и ризобактерий для определения их технологических свойств;

- поиск и изучение рецепторов растений к сигнальным молекулам (Nod-факторам, хитоолигосахаридам, Мус-факторам), выделяемым клубеньковыми бактериями и грибами арбускулярной микоризы;

- выявление и анализ компонентов сигнальных путей, которые активируются рецепторами, с помощью методов транскриптомного и протеомного анализа;

- изучение влияния генов, кодирующих рецепторы к Nod-факторам и контролирующих инициацию развития азотфиксирующих симбиозов, на небобовые растения с целью оценки возможности взаимодействия таких растений с азотфиксирующими бактериями;

- изучение роли гормонов в контроле растительно-микробных отношений и выяснение того, как регуляторы гормональных путей взаимодействуют с транскрипционными факторами, активируемыми сигнальными молекулами

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ФГБНУ ВИЗР) (All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR))

Всего сотрудников – 274, в том числе – 128 научных сотрудников; из них: 4 академика РАН, 23 доктора наук, 81 кандидатов наук, 16 аспирантов.

В ВИЗР - 10 лабораторий, 5 филиалов (ОП Белгородская НИЛ ВИЗР; Тосненская опытная станция защиты растений; Славянская опытная станция защиты растений; Ростовская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР; Саратовская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР), Центр коллективного пользования «Инновационные технологии защиты растений»

За последние 5 лет в ВИЗР выполнялись 8 проектов Российского научного фонда.

Публикации в РИНЦ:

- 2020 г. – 363 публикаций;

- 2019 г. – 484

- 2018 г. – 363

Издаваемый журнал: «Вестник защиты растений», издается при активном участии сотрудников института в работе его редколлегии и при технической поддержке института.

Основные направления научных исследований можно подразделить на 4 крупных блока:

1. Прогрессивные методы фитосанитарного мониторинга вредных организмов на территории РФ (разработка методов экспресс диагностики возбудителей болезней и вредителей на основе ДНК-технологий; создание цифровых технологий наземного и дистанционного зондирования агроэкосистем; прогноз появления и распространения особо опасных и инвазионных вредных организмов на территории РФ; разработка технологий мониторинга в реальном времени, в том числе создание региональных on-line систем поддержки принятия решений для сельхозпроизводителей).

2. Снижение негативного влияния пестицидов на окружающую среду (формирование ассортимента средств защиты растений путем отбора биорациональных препаратов с минимальной токсической нагрузкой на агроценозы; создание экологически малоопасных химических средств защиты растений и эффективных препаративных композиций с использованием нанотехнологий; выявление и преодоление резистентности к пестицидам в популяциях вредителей, возбудителей болезней и сорных растений; использование систем распознавания образов и GPS-навигации для внесения пестицидов в системах точного земледелия с учетом гетерогенности распространения сорной растительности, вредителей и болезней).

3. Экологически безопасные технологии биологической защиты растений (освоение природных ресурсов энтомофагов, энтомопатогенов и микробов-антагонистов на основе анализа их видового состава, межвидовых взаимодействий и адаптивных стратегий; формирование и сохранение Государственных коллекций организмов - продуцентов биологических средств защиты растений; разработка новых биологических средств защиты растений на основе энтомофагов, энтомопатогенов, микробов-антагонистов и растительных метаболитов; создание систем биологической защиты растений для тепличного растениеводства, в регионах с повышенным уровнем техногенного загрязнения, курортных и водоохранных зонах, а также для производства детского и диетического питания).

4. Иммуитет растений к вредным организмам и абиотическим факторам (выявление экофизиологических и молекулярно-генетических механизмов взаимодействия растений с возбудителями болезней и вредителями; освоение генетических ресурсов растений для создания устойчивых сортов; молекулярное картирование генов устойчивости с/х культур; технологии защиты новых сортов с/х культур, полученных методами генной инженерии).

Оба рассмотренных выше научных учреждения являются ведущими научными организациями в области сельскохозяйственных исследований. Такая оценка подтверждается отнесением обеих организаций к первой категории – лидеров. Для ВНИИСХМ характерна очень высокая грантовая активность.

## **8.2 Исследования развития теоретических основ создания высокоэффективных растительно-микробных систем для устойчивого сельского хозяйства**

Бобовые растения могут образовывать симбиоз как с грибами арбускулярной микоризы, так и с клубеньковыми бактериями (ризобиями) (Parniske, 2000). Изучение симбиоза бобовых растений с ризобиями представляет большой интерес для сельского хозяйства; использование биологической фиксации азота приводит к сокращению использования минеральных азотных удобрений, улучшению физических свойств почвы, увеличению биоразнообразия почвы и, таким образом, благотворному влиянию на окружающую среду (Courty et al., 2015; Peix et al., 2015). Бобовые широко используются в сельском хозяйстве, являясь основными продовольственными культурами в некоторых районах (Vaz Patto et al., 2015). Их особое значение обусловлено высоким содержанием белка; однако некоторые бобовые культуры также могут продуцировать фитохимические вещества, которые являются вторичными метаболитами растений, представляющими большой интерес для практического использования. Одно из таких растений – солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.).

*G. uralensis* – многолетнее травянистое бобовое растение, которое активно используется в медицинской и пищевой промышленности. *G. uralensis* продуцирует тритерпеновые сапонины, флавоноиды и полисахариды (Nakanishi et al., 1985; Zhang et al., 2015; Zhang, Ye, 2009). Это растение активно изучается в связи с его экономическим значением; были проведены анализ его транскриптома (Ramilowski et al., 2013; Liu et al., 2015), сборка и аннотация чернового варианта генома (Mochida et al., 2017) и полного хлоропластного (Kang et al., 2018) и митохондриального (Yang et al., 2021) геномов. Недавно также было проанализировано влияние различных стрессоров на транскриптомную активность растений *G. uralensis* (Wu et al., 2021; Wang et al., 2021).

После инокуляции ризобиями растения *G. uralensis* способны образовывать недетерминированные клубеньки с длительной активностью меристемы (Margaret-Oliver et al., 2012). Обширные исследования показали, что несколько видов ризобий (*Mesorhizobium tianshanense*, *M. mediterraneum* и другие *Mesorhizobium* sp.) Могут считаться истинными симбионтами *G. uralensis*, в то время как единичные азотфиксирующие клубеньки также могут образовываться разными видами ризобий (*Rhizobium galegae*, *R. leguminosarum*, *Sinorhizobium meliloti* и некоторые другие) (Li et al., 2012).

Хотя *G. uralensis* является важной бобовой культурой, механизмы ее взаимодействия с ризобиями все еще плохо изучены. Описания структурной организации симбиотических клубеньков очень ограничены (Margaret et al., 2012; Safronova et al., 2019). Недетерминированные клубеньки образуют несколько гистологических зон, включая меристему, зону инфекции и зону азотфиксации, а с увеличением возраста узелков – зону старения (Guinel, 2009). Формирование зоны азотфиксации – необходимое условие благоприятных симбиозов; в то же время преждевременное формирование зоны старения указывает на неэффективный симбиоз (Serova et al., 2018), который может быть вызван как инокуляцией неэффективным штаммом ризобий (Hirsch, Smith, 1987; Chungopast et al., 2014) и неблагоприятными факторами окружающей среды (Matamoros et al., 1999; Pérez Guerra et al., 2010).

Морфология бактериоидов в клубеньках *G. uralensis*, образованных *M. tianshanens* (HAMBI 3372), только недавно была классифицирована как морфотип U (Montiel et al., 2016). Позже Монтель и его коллеги предложили модифицированную систему классификации морфотипов бактериоидов; они различали набухшие (S), удлинённые (E), сферические (SP) и удлинённо-разветвлённые (EB) (Montiel et al., 2017). Согласно их классификации, бактериоиды в клубеньках *G. uralensis* имеют морфотип S, что коррелирует с низким содержанием в клубеньках пептидов, богатых цистеином (NCR) (Montiel et al., 2017).

Детальное понимание механизма образования симбиотических клубеньков у *G. uralensis* имеет важное практическое значение, поскольку недавно было показано, что образование симбиотических клубеньков приводит к увеличению биомассы растений и продукции глициризина (Kusaba et al., 2021). Интересно отметить, что ранее было показано, что взаимодействие растений *G. uralensis* с микоризными грибами положительно влияет на выработку глициризина и ликвиритина (Xie et al., 2018; Xie et al., 2019).

Таким образом, это исследование было направлено на установление гистологической и ультраструктурной организации клубеньков, образовавшихся при инокуляции *G. uralensis* двумя штаммами *Mesorhizobium* sp.

Растения *G. uralensis* образовывали недетерминированные клубеньки округлой или удлинённой формы длиной 1,5–2 мм (рисунок 8.1 А) с зонами, типичными для недетерминированных клубеньков: меристемой (зона I), зоной инфекции (зона II) и зоной азотфиксации (зона III) (рисунок 8.1 Б). Оба штамма *Mesorhizobium* sp. RCAM3115 (рисунок 8.2 А) и RCAM3120 (рисунок 8.2 Б) образовывали клубеньки со сходной гистологической организацией.



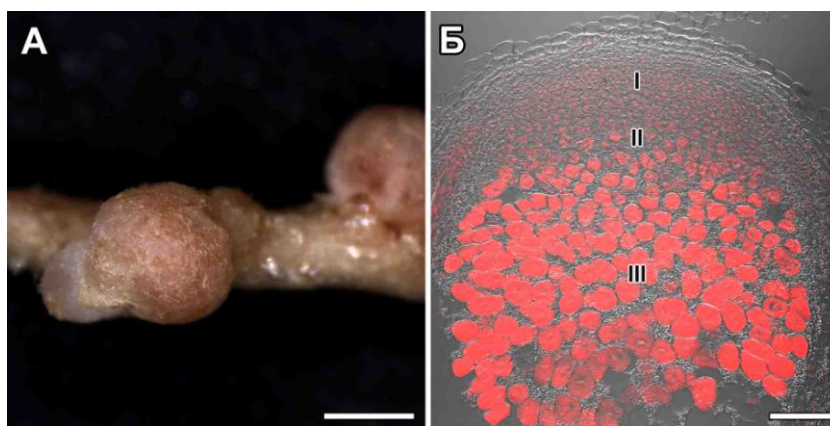


Рисунок 8.1 – Клубеньки *Glycyrrhiza uralensis* (А) зрелые клубеньки; (Б) гистологическая организация клубеньков *G. uralensis*. I – меристема, II – зона инфекции, III – зона азотфиксации. Масштаб (А) = 1 мм, (Б) = 500 мкм.

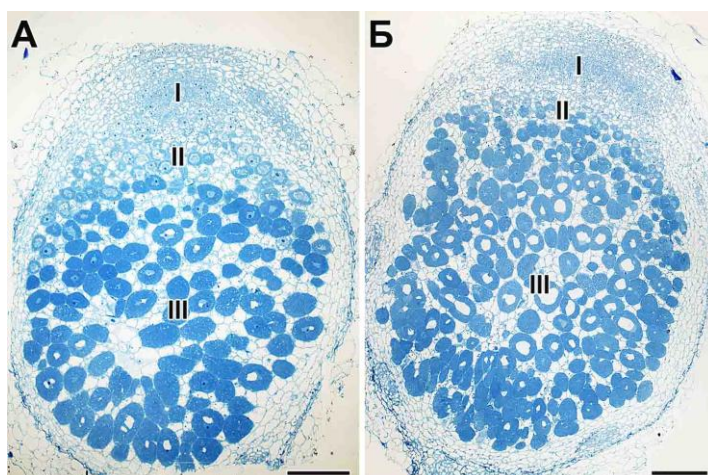


Рисунок 8. 2 – Гистологическая организация клубеньков *Glycyrrhiza uralensis*, инфицированных штаммами *Mesorhizobium* sp. RCAM3115 (А) и RCAM3120 (Б). I – меристема, II – зона инфекции, III – зона азотфиксации. Масштаб = 200 мкм.

Меристема азотфиксирующих клубеньков, образованная обоими штаммами *Mesorhizobium* sp., у *G. uralensis* была представлена мелкими клетками неправильной формы (рисунок 8.3 А-Д).

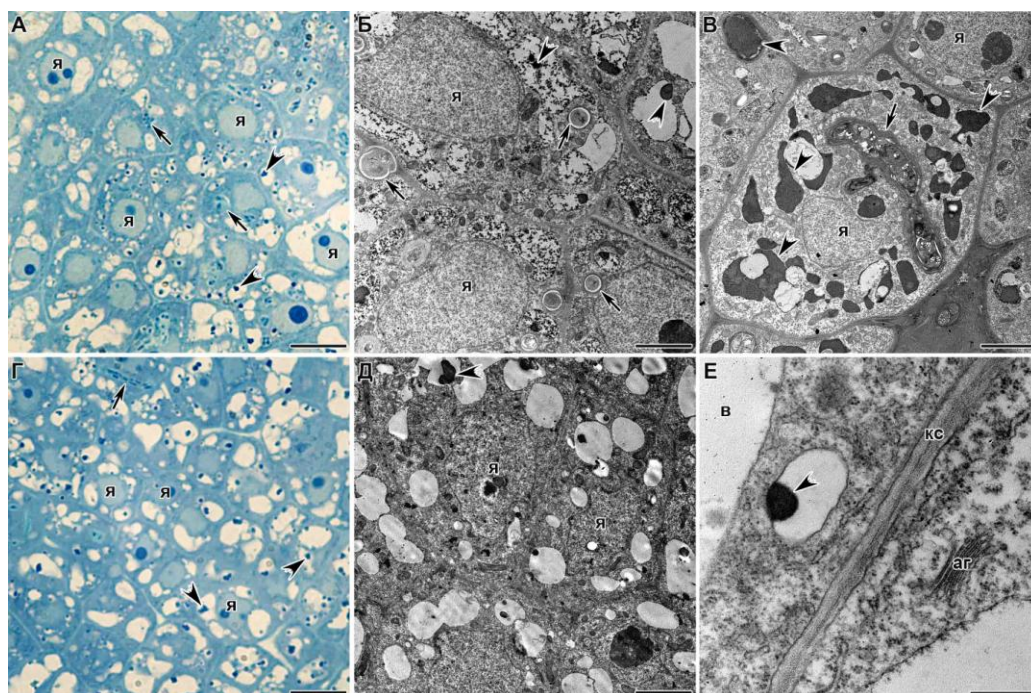


Рисунок 8.3 – Гистологическая и ультраструктурная организация меристемы клубеньков *Glycyrrhiza uralensis*, инфицированных штаммами *Mesorhizobium* sp. RCAM3115 (А–В) и RCAM3120 (Г–Е). я – ядро, в – вакуоль, кс – клеточная стенка, аг – аппарат Гольджи. Стрелки указывают на инфекционные нити, наконечники стрелок – на включения в вакуолях. Масштаб (А, Г) = 5 мкм, (Б, В, Д) = 2 мкм, (Е) = 500 нм.

Каждая из клеток в центре содержала большое ядро с хорошо заметным ядрышком и множеством мелких вакуолей. В вакуолях меристематических клеток (рисунок 8.3 А, Б, Г, Д), а также неинфицированных клеток из зоны инфекции (Рисунок 8.4 А, Б, Г, Д) и зоны азотфиксации (рисунок 8.5 Е, Ж) рядом с тонопластом наблюдались каплевидные включения различного размера. Наряду с каплевидными включениями был обнаружен мелкодисперсный материал, заполняющий вакуоли меристематических клеток (рисунок 8.3 Б). Кроме того, наблюдались меристематические клетки с вакуолями, которые были полностью заполнены осмиофильными включениями (рисунок 8.3 В). Также можно было наблюдать небольшие пузырьки с аналогичными включениями, транспортирующиеся к вакуоли (рисунок 8.3 Е).

В зоне инфекции клубеньков *G. uralensis* наблюдались многочисленные инфекционные нити (рисунок 8.4 А–Д) и инфекционные капли (рисунок 8.4 А–Г, Е). Инфекционные нити и капли имели структуру, характерную для других бобовых культур; однако стенка инфекционных нитей заметно отличалась от клеточной стенки по плотности и фибриллярности (рисунок 8.4 Д).

Бактерии, высвобождаемые из инфекционных капель, были окружены отдельной мембраной (рисунок 8.4 Е). В тонком слое цитоплазмы вокруг сливающихся вакуолей были



выделены ювенильные бактериоиды, которые не отличались от бактерий по размеру и плотности их матрикса (рисунок 8.4 Б, Е).

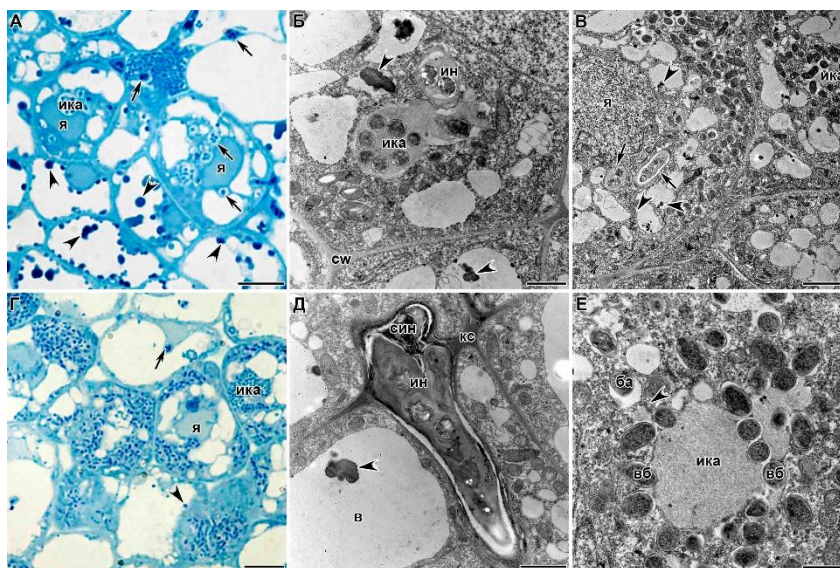


Рисунок 8.4 – Гистологическая и ультраструктурная организация зоны инфекции в клубеньках *Glycyrrhiza uralensis*, инфицированных штаммами *Mesorhizobium* sp. RCAM3115 (А–В) и RCAM3120 (Г–Е). ник – неинфицированная клетка, я – ядро, в – вакуоль, кс – клеточная стенка, ин – инфекционная нить, ика – инфекционная капля, вб – высвобождающаяся бактерия, ба – бактериоид. Стрелки указывают на инфекционные нити, наконечники стрелок — на включения в вакуолях. Масштаб (А, Г) = 5 мкм, (В) = 2 мкм, (Б, Д, Е) = 1 мкм.

В зоне азотфиксации в инфицированных клетках наблюдался градиент дифференцировки. Первоначально молодые инфицированные клетки с плотной цитоплазмой и ядром, расположенным в центре клетки (рисунок 8.5 А, Ж), были заполнены симбиосомами, каждая из которых содержала один бактериоид (рисунок 8.5 Г, К). Кроме того, зрелые инфицированные клетки были значительно увеличены в размере по сравнению с молодыми инфицированными клетками (рисунок 8.5 Б, З). Центральное положение в клетке занимала вакуоль, в то время как ядро было тесно прижато к вакуоли (рисунок 8.5 З). Симбиосомы в зрелых инфицированных клетках были увеличены в размере по сравнению с молодыми инфицированными клетками из-за размножения бактериоидов и уже содержали несколько бактериоидов, которые можно было наблюдать как на уровне световой микроскопии (рисунок 8.5Б, З), так и на электронно-микроскопических микрофотографиях. (рисунок 8.5 Д, Л). Бактериоиды в зрелых инфицированных клетках часто содержали многочисленные гранулы поли-β-гидроксибутирата (ПОб), особенно в клубеньках, образованных штаммом RCAM3115 (Рисунок 8.5 Д). Дальнейшее развитие инфицированных клеток привело к естественному старению, которое в 2-недельных клубеньках было редко среди клеток (рисунок 8.5 Б, И).

Однако стареющие клетки выглядели по-разному в клубеньках, инфицированных двумя разными штаммами ризобий. При инокуляции *Mesorhizobium* sp. штаммом RCAM3115, бактериоиды сливались в стареющих инфицированных клетках, образуя плотные конгломераты (рисунок 8.5 Б, Е). При инокуляции *Mesorhizobium* sp. штаммом RCAM3120 отдельные бактериоиды наблюдались в стареющих инфицированных клетках среди просветленных дегенерирующих бактериоидов; их форма и плотность матрикса не отличались от свободноживущих бактерий (рисунок 8.5 И, М).

Зрелые инфицированные клетки были заполнены многочисленными палочковидными бактериоидами (рисунок 8.6 А, Б), которые можно классифицировать как набухшие (морфотип S). Морфотип S был подтвержден путем выделения и характеристики бактериоидов (рисунок 8.6 Б) и сканирующей электронной микроскопией клубеньков (рисунок 8.6 Г). В клубеньках, образованных *Mesorhizobium* sp. RCAM3120, длина бактериоидов была значительно увеличена ( $2,39 \pm 0,0295$  мкм) по сравнению с длиной свободноживущих бактерий ( $1,15 \pm 0,0229$  мкм,  $p > 0,05$ ).



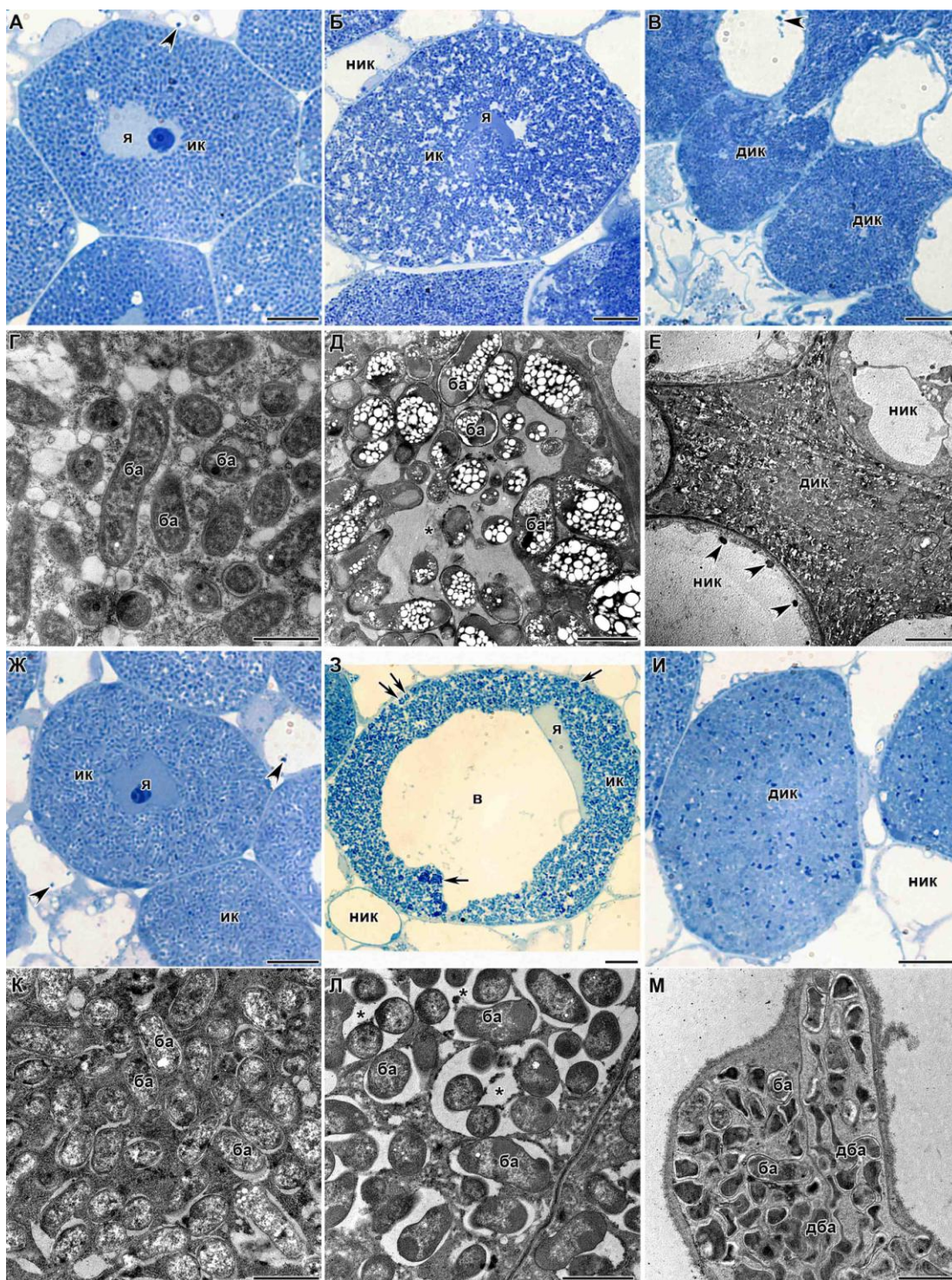


Рисунок 8.5 – Гистологическая и ультраструктурная организация зоны азотфиксации в клубеньках *Glycyrrhiza uralensis*, инфицированных штаммами *Mesorhizobium* sp. RCAM3115 (А–Е) и RCAM3120 (Ж–М): (А, Ж) юные инфицированные клетки из зоны азотфиксации; (Б, З) зрелые инфицированные клетки; (В, Е, И, М) стареющие инфицированные клетки; (Г, К) симбиосомы с ювенильными бактериоидами; (Д, Л) симбиосомы со зрелыми бактериоидами. Ик – инфицированная клетка, ник – неинфицированная клетка, дик – дегенерирующая инфицированная клетка, я – ядро, в – вакуоль, ба – бактериоид, дба – дегенерирующий бактериоид, \* – симбиосома с несколькими



бактероидами («множественная» симбиосома). Стрелки указывают на множественные симбиосомы, наконечники стрелок – на включения в вакуолях. Масштаб (А–В, Ж–И) = 5 мкм, (Е, М) = 2 мкм, (Г, Д, К, Л) = 1 мкм.

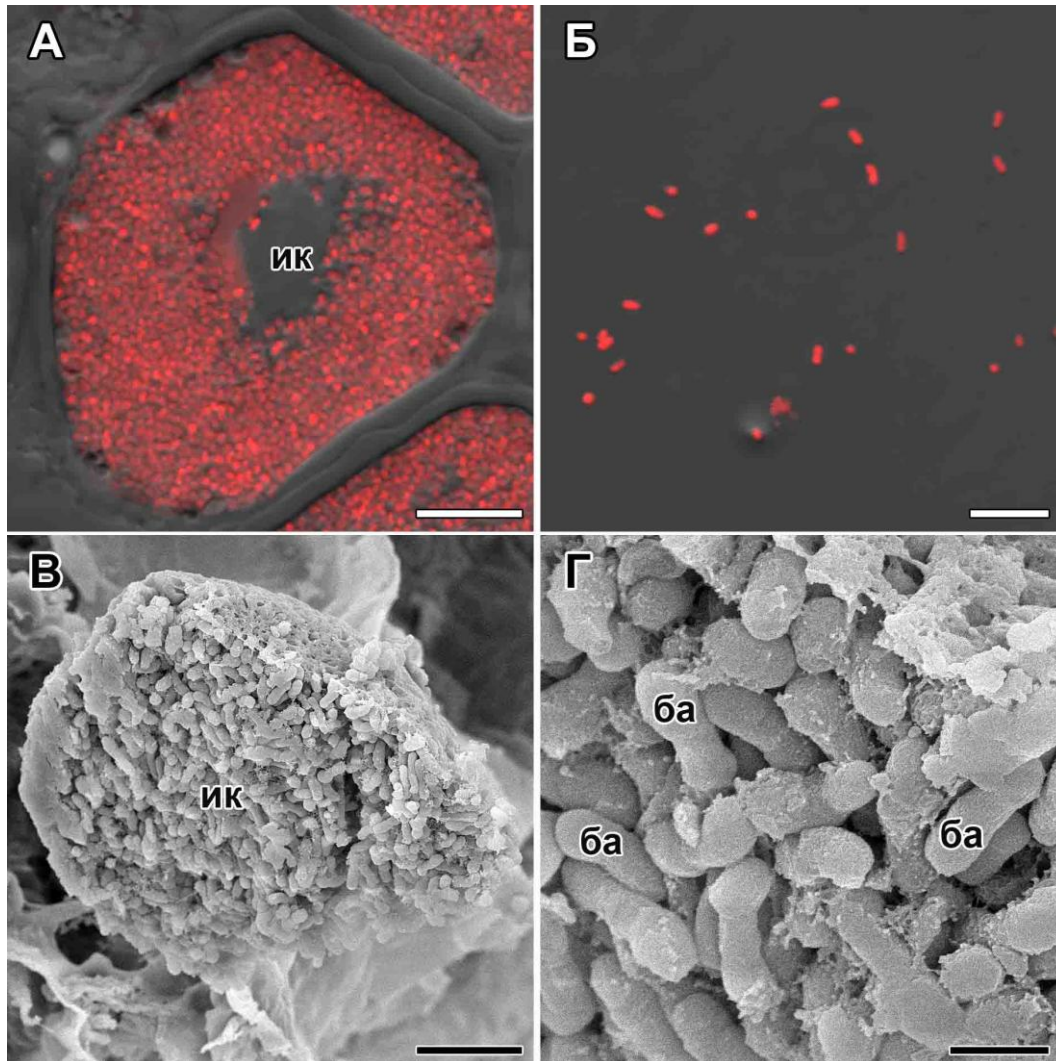


Рисунок 8.6 – Инфицированные клетки и бактериоды. (А, В) Распределение симбиосом в инфицированной клетке в зоне азотфиксации; (Б) морфология бактериодов, основанная на лазерной сканирующей конфокальной микроскопии; (Г) морфология бактериодов, основанная на сканирующей электронной микроскопии. (А, Б) Объединенные изображения дифференциального интерференционного контраста и красного канала (окрашивание ДНК йодидом пропидия [ядра и бактерии]). Ик – инфицированная клетка, ба – бактериод. Масштаб (А–В) = 5 мкм, (Г) = 1 мкм.

Традиционно корневые клубеньки бобовых подразделяются на два разных типа: детерминированные и недетерминированные (Brewin, 2004; Guinel, 2009). Детерминантные клубеньки обычно образуются бобовыми в (суб)тропическом климате; они имеют шаровидную форму, временную меристему и не обнаруживают гистологической зональности. Недетерминированные клубеньки образуются у бобовых культур умеренной зоны и характеризуются удлинённой формой, постоянной меристемой и, следовательно, гистологической зональностью. *G. uralensis* образует клубеньки недетерминированного типа. В данном исследовании наблюдались клубеньки двух типов: сферические и удлинённые. Однако при исследовании гистологического строения было показано, что шаровидные клубеньки также относятся к недетерминированному типу с выраженной гистологической зональностью. Принимая во внимание, что анализировались 2-недельные клубеньки, возможно, что небольшие сферические клубеньки представляют молодые клубеньки. Ранее было показано, что при инокуляции растений *G. uralensis* штаммами *Sinorhizobium fredii* НН103 (Margaret-Oliver et al., 2012; Crespo-Rivas et al., 2016) или *M. tianshanense* (Montiel et al., 2016) они удлинялись (Montiel et al., 2016) или даже образовались многолепестковые клубеньки (Margaret-Oliver et al., 2012); однако в этих исследованиях анализировались клубеньки возрастом четыре или шесть недель, и поэтому их нельзя напрямую сравнивать с данным исследованием.

Стенки инфекционных нитей существенно отличались от клеточных стенок как по плотности, так и по фибриллярному составу. Они также выглядели иначе, чем стенки инфекционных нитей, растущих в клубеньках *P. sativum* и *M. truncatula* (Rae et al., 1992; Tsyganova et al., 2019a). Несомненно, дальнейшее изучение состава стенок этих инфекционных нитей узелков *G. uralensis* представляет большой интерес.

Еще одно важное наблюдение заключалось в том, что в зрелых азотфиксирующих клетках симбиосом клубеньков *G. uralensis* содержалось несколько бактериоидов, что обычно не характерно для недетерминированных клубеньков (Prell, Poole, 2006; Kereszt et al., 2011; Tsyganova et al., 2018). До сих пор было известно только одно исключение из этого правила: древесное бобовое растение *Leucaena glauca* образует недетерминированные клубеньки, в которых симбиосома содержит несколько бактериоидов (Ishihara et al., 2011). Однако во время образования недетерминированных клубеньков слияние мембран симбиосом и, таким образом, образование «множественных» симбиосом является обычным явлением, вызванным неблагоприятными условиями окружающей среды или мутациями растений. Например, у клубеньков *P. sativum* было показано, что симбиосомы с несколькими бактериоидами образуются при кадмиевом стрессе (Tsyganov et al., 2020; Tsyganova et al., 2019b) или при обработке фунгицидом тетраметилтиурамдисульфидом (ТМТД) (Gorshkov et al., 2020).

В клубеньках *M. truncatula* инактивация гена *Mtccs52A* (*Cell cycle switch 52*), который кодирует активатор анафазного комплекса (Vinardell et al., 2003), а также мутации в гене *Rsd* (*Regulator of symbiosome differentiation*) (Sinharoy et al., 2013), вели к образованию множественных симбиосом. Подобные фенотипы возникают в результате нокдауна гена *Rpf84*, кодирующего RPL22 (белок большой субъединицы рибосомы), у *Robinia pseudoacacia* (Feng et al., 2019). Кроме того, многие мутации в симбиотических генах *P. sativum* приводят к образованию симбиосом с несколькими бактериоидами, в том числе *sym31* (Borisov et al., 1997; Sherrier et al., 1997), *sym32* (Novák et al., 1995; Morzhina et al., 2000), *sym40* и *sym33–3* (Tsyganov et al., 1998; Tsyganova et al., 2019a). Также было показано, что *G. uralensis* характеризуется низкой степенью дифференцировки бактериоидов (Montiel et al., 2016, 2017), которые принадлежат либо к U (недифференцированный) (Montiel et al., 2016), либо к S (набухшие) морфотипам (Montiel et al., 2017), что согласуется с этим исследованием. Предыдущие исследования показали, что растения *G. uralensis* все еще способны образовывать азотфиксирующие клубеньки с липополисахаридами (LPS) и капсульными полисахаридами (KPS) мутантами *S. fredii* HH103 (Margaret-Oliver et al., 2012; Margaret et al., 2012; Crespo-Rivas et al., 2016), что не характерно для недетерминированных клубеньков. Например, известно, что при индукции недетерминированных клубеньков мутантами LPS *R. leguminosarum* bv. *viceae*, *M. loti*, *Sinorhizobium* sp. NGR234 и *S. meliloti*, наблюдается спорадический бактериальный эндоцитоз и раннее старение бактериоидов; при этом нарушается деление бактерий в симбиосомах и отсутствует его синхронизация с делением симбиосомной мембраны, т.е. образуются множественные симбиосомы (Crespo-Rivas et al., 2016). Таким образом, во время клубеньков у *G. uralensis* могут наблюдаться некоторые анцестральные особенности, характерные для детерминированных клубеньков: плохо дифференцированные бактериоиды и образование множественных симбиосом (Oono, Denison, 2010). Стоит отметить, что род *Glycyrrhiza* принадлежит к наиболее базальной подкладе инвертированной клады без повторов (IRLC) (Montiel et al., 2016).

В бактериоидах, образованных штаммом RCAM3115, наблюдалось повышенное накопление ПОБ, что характерно для бактериоидов в детерминированных клубеньках (Lodwig et al., 2005; Trainer, Charles, 2006). Еще одна интересная особенность клубеньков *G. uralensis* – наличие многочисленных каплевидных включений в вакуолях меристематических и неинфицированных клеток. Подобные осмиофильные включения были обнаружены у *Lotus pedunculatus*, зараженного быстрорастущим штаммом ризобий NZP2037 (Pankhurst et al., 1979), и у *L. corniculatus* при воздействии тяжелых металлов (никеля, кобальта и хрома) (Sujkowska-Rybkowska et al., 2020). Электронно-плотные осмиофильные отложения, идентифицированные как флаволяны (Pankhurst et al., 1979) или фенольные соединения (Sujkowska-Rybkowska et al., 2020), также присутствовали



в вакуолях внешних кортикальных и эпидермальных клеток, но не в инфицированных клетках клубеньков. В клубеньках *P. sativum*, подвергшихся воздействию высоких доз ТМТД, осмиофильные включения также наблюдались в вакуолях меристематических клеток (Gorshkov et al., 2020).

В этом исследовании впервые подробно описана структура клубеньков *G. uralensis*, инокулированных *Mesorhizobium* sp. штаммами RCAM3115 и RCAM3120. Были продемонстрированы некоторые анцестральные особенности клубеньков *G. uralensis*, характерные для детерминированных клубеньков. Эти особенности включают образование множественных симбиосом, содержащих несколько слабо дифференцированных палочковидных бактериоидов, и накопление больших количеств ПОБ в зрелых бактериоидах. Таким образом, эти результаты могут быть полезны для выяснения того, как растения с недетерминированными клубеньками произошли от растений-предков с детерминированными клубеньками.

#### **Список использованных источников**

1. Parniske, M. Intracellular accommodation of microbes by plants: a common developmental program for symbiosis and disease? *Curr. Opin. Plant Biol.* 2000, 3, 320-328.
2. Courty, P.E.; Smith, P.; Koegel, S.; Redecker, D.; Wipf, D. Inorganic Nitrogen Uptake and Transport in Beneficial Plant Root-Microbe Interactions. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2015, 34, 4-16.
3. Peix, A.; Ramírez-Bahena, M.H.; Velázquez, E.; Bedmar, E.J. Bacterial associations with legumes. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2015, 34, 17-42.
4. Vaz Patto, M.C.; Amarowicz, R.; Aryee, A.N.; Boye, J.I.; Chung, H.-J.; Martín-Cabrejas, M.A.; Domoney, C. Achievements and challenges in improving the nutritional quality of food legumes. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2015, 34, 105-143.
5. Nakanishi, T.; Inada, A.; Kambayashi, K.; Yoneda, K. Flavonoid glycosides of the roots of *Glycyrrhiza uralensis*. *Phytochemistry* 1985, 24, 339-341.
6. Zhang, C.-H.; Yu, Y.; Liang, Y.-Z.; Chen, X.-Q. Purification, partial characterization and antioxidant activity of polysaccharides from *Glycyrrhiza uralensis*. *Int. J. Biol. Macromol.* 2015, 79, 681-686.
7. Zhang, Q.; Ye, M. Chemical analysis of the Chinese herbal medicine Gan-Cao (licorice). *J. Chromatogr. A* 2009, 1216, 1954-1969.
8. Ramiłowski, J.A.; Sawai, S.; Seki, H.; Mochida, K.; Yoshida, T.; Sakurai, T.; Muranaka, T.; Saito, K.; Daub, C.O. *Glycyrrhiza uralensis* transcriptome landscape and study of phytochemicals. *Plant Cell Physiol.* 2013, 54, 697-710.

9. Liu, Y.; Zhang, P.; Song, M.; Hou, J.; Qing, M.; Wang, W.; Liu, C. Transcriptome analysis and development of SSR molecular markers in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. *PLOS ONE* 2015, *10*, e0143017.
10. Mochida, K.; Sakurai, T.; Seki, H.; Yoshida, T.; Takahagi, K.; Sawai, S.; Uchiyama, H.; Muranaka, T.; Saito, K. Draft genome assembly and annotation of *Glycyrrhiza uralensis*, a medicinal legume. *Plant J.* 2017, *89*, 181-194.
11. Kang, S.-H.; Lee, J.-H.; Lee, H.O.; Ahn, B.O.; Won, S.Y.; Sohn, S.-H.; Kim, J.S. Complete chloroplast genome and 45S nrDNA sequences of the medicinal plant species *Glycyrrhiza glabra* and *Glycyrrhiza uralensis*. *Genes & Genetic Systems* 2018, *93*, 83-89.
12. Yang, Y.-Y.; Li, S.-N.; Xu, L.; Xing, Y.-P.; Zhao, R.; Bao, G.-H.; Zhang, T.-T.; Zhang, D.-C.; Song, Y.-Y.; Ao, W.-L., et al. The complete mitochondrial genome of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. (Fabales, Leguminosae). *Mitochondrial DNA B* 2021, *6*, 475-477.
13. Wu, S.; Yu, K.; Ding, X.; Song, F.; Liang, X.; Li, Z.; Peng, L. Transcriptomic analyses reveal dynamic changes of defense response in *Glycyrrhiza uralensis* leaves under enhanced ultraviolet-B radiation. *Plant Physiol. Biochem.* 2021, *163*, 358-366.
14. Wang, C.; Chen, L.; Cai, Z.; Chen, C.; Liu, Z.; Liu, S.; Zou, L.; Tan, M.; Chen, J.; Liu, X., et al. Metabolite profiling and transcriptome analysis explains difference in accumulation of bioactive constituents in licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) under salt stress. *Front. Plant Sci.* 2021, *12*.
15. Margaret-Oliver, I.; Lei, W.; Parada, M.; Rodríguez-Carvajal, M.A.; Crespo-Rivas, J.C.; Hidalgo, Á.; Gil-Serrano, A.; Moreno, J.; Rodríguez-Navarro, D.N.; Buendía-Clavería, A., et al. *Sinorhizobium fredii* HH103 does not strictly require KPS and/or EPS to nodulate *Glycyrrhiza uralensis*, an indeterminate nodule-forming legume. *Archives of Microbiology* 2012, *194*, 87-102.
16. Li, L.; Sinkko, H.; Montonen, L.; Wei, G.; Lindström, K.; Räsänen, L.A. Biogeography of symbiotic and other endophytic bacteria isolated from medicinal *Glycyrrhiza* species in China. *FEMS Microbiology Ecology* 2012, *79*, 46-68.
17. Margaret, I.; Crespo-Rivas, J.C.; Acosta-Jurado, S.; Buendía-Clavería, A.M.; Cubo, M.T.; Gil-Serrano, A.; Moreno, J.; Murdoch, P.S.; Rodríguez-Carvajal, M.A.; Rodríguez-Navarro, D.N., et al. *Sinorhizobium fredii* HH103 *rkp-3* genes are required for K-antigen polysaccharide biosynthesis, affect lipopolysaccharide structure and are essential for infection of legumes forming determinate nodules. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 2012, *25*, 825-838.
18. Safronova, V.; Belimov, A.; Sazanova, A.; Chirak, E.; Kuznetsova, I.; Andronov, E.; Pinaev, A.; Tsyganova, A.; Seliverstova, E.; Kitaeva, A., et al. Two broad host range rhizobial strains isolated from relict legumes have various complementary effects on symbiotic parameters of co-inoculated plants. *Front. Microbiol.* 2019, *10*.

19. Guinel, F.C. Getting around the legume nodule: I. The structure of the peripheral zone in four nodule types. *Botany* 2009, 87, 1117-1138.
20. Serova, T.A.; Tsyganova, A.V.; Tsyganov, V.E. Early nodule senescence is activated in symbiotic mutants of pea (*Pisum sativum* L.) forming ineffective nodules blocked at different nodule developmental stages. *Protoplasma* 2018, 255, 1443-1459.
21. Hirsch, A.M.; Smith, C.A. Effects of *Rhizobium meliloti nif* and *fix* mutants on alfalfa root nodule development. *J. Bacteriol.* 1987, 169, 1137-1146.
22. Chungopast, S.; Hirakawa, H.; Sato, S.; Handa, Y.; Saito, K.; Kawaguchi, M.; Tajima, S.; Nomura, M. Transcriptomic profiles of nodule senescence in *Lotus japonicus* and *Mesorhizobium loti* symbiosis. *Plant Biotechnology* 2014, 31, 345-349.
23. Matamoros, M.A.; Baird, L.M.; Escuredo, P.R.; Dalton, D.A.; Minchin, F.R.; Iturbe-Ormaetxe, I.a.; Rubio, M.C.; Moran, J.F.; Gordon, A.J.; Becana, M. Stress-induced legume root nodule senescence. physiological, biochemical, and structural alterations. *Plant Physiol.* 1999, 121, 97-112.
24. Pérez Guerra, J.C.; Coussens, G.; De Keyser, A.; De Rycke, R.; De Bodt, S.; Van De Velde, W.; Goormachtig, S.; Holsters, M. Comparison of developmental and stress-induced nodule senescence in *Medicago truncatula*. *Plant Physiol.* 2010, 152, 1574-1584.
25. Tsyganova, A.V.; Kitaeva, A.B.; Tsyganov, V.E. Cell differentiation in nitrogen-fixing nodules hosting symbiosomes. *Funct. Plant Biol.* 2018, 45, 47-57, DOI:10.1071/Fp16377.
26. Prell, J.; Poole, P. Metabolic changes of rhizobia in legume nodules. *Trends Microbiol.* 2006, 14, 161-168.
27. Tsyganov, V.E.; Morzhina, E.V.; Stefanov, S.Y.; Borisov, A.Y.; Lebsky, V.K.; Tikhonovich, I.A. The pea (*Pisum sativum* L.) genes *sym33* and *sym40* control infection thread formation and root nodule function. *Mol. Gen. Genet.* 1998, 259, 491-503.
28. Montiel, J.; Downie, J.A.; Farkas, A.; Bihari, P.; Herczeg, R.; Bálint, B.; Mergaert, P.; Kereszt, A.; Kondorosi, É. Morphotype of bacteroids in different legumes correlates with the number and type of symbiotic NCR peptides. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2017, 114, 5041-5046.
29. Montiel, J.; Szűcs, A.; Boboescu, I.Z.; Gherman, V.D.; Kondorosi, É.; Kereszt, A. Terminal bacteroid differentiation is associated with variable morphological changes in legume species belonging to the inverted repeat-lacking clade. *Mol. Plant Microbe Interact.* 2016, 29, 210-219.
30. Kusaba, I.; Nakao, T.; Maita, H.; Sato, S.; Chijiwa, R.; Yamada, E.; Arima, S.; Kojoma, M.; Ishimaru, K.; Akashi, R., et al. *Mesorhizobium* sp. J8 can establish symbiosis with *Glycyrrhiza uralensis*, increasing glycyrrhizin production. *Plant Biotechnology* 2021, 38, 57-66.

31. Xie, W.; Hao, Z.; Zhou, X.; Jiang, X.; Xu, L.; Wu, S.; Zhao, A.; Zhang, X.; Chen, B. Arbuscular mycorrhiza facilitates the accumulation of glycyrrhizin and liquiritin in *Glycyrrhiza uralensis* under drought stress. *Mycorrhiza* 2018, 28, 285-300.
32. Xie, W.; Hao, Z.; Yu, M.; Wu, Z.; Zhao, A.; Li, J.; Zhang, X.; Chen, B. Improved phosphorus nutrition by arbuscular mycorrhizal symbiosis as a key factor facilitating glycyrrhizin and liquiritin accumulation in *Glycyrrhiza uralensis*. *Plant Soil* 2019, 439, 243-257.
33. Brewin, N.J. Plant cell wall remodelling in the *Rhizobium*–legume symbiosis. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2004, 23, 293-316.
34. Crespo-Rivas, J.C.; Guefrachi, I.; Mok, K.C.; Villaécija-Aguilar, J.A.; Acosta-Jurado, S.; Pierre, O.; Ruiz-Sainz, J.E.; Taga, M.E.; Mergaert, P.; Vinardell, J.M. *Sinorhizobium fredii* HH103 bacteroids are not terminally differentiated and show altered O-antigen in nodules of the Inverted Repeat-Lacking Clade legume *Glycyrrhiza uralensis*. *Environmental Microbiology* 2016, 18, 2392-2404.
35. Rae, A.L.; Bonfante-Fasolo, P.; Brewin, N.J. Structure and growth of infection threads in the legume symbiosis with *Rhizobium leguminosarum*. *Plant J.* 1992, 2, 385-395.
36. Tsyganova, A.V.; Seliverstova, E.V.; Brewin, N.J.; Tsyganov, V.E. Comparative analysis of remodelling of the plant–microbe interface in *Pisum sativum* and *Medicago truncatula* symbiotic nodules. *Protoplasma* 2019, 256, 983-996.
37. Kereszt, A.; Mergaert, P.; Kondorosi, E. Bacteroid development in legume nodules: evolution of mutual benefit or of sacrificial victims? *Mol. Plant Microbe Interact.* 2011, 24, 1300-1309.
38. Ishihara, H.; Koriyama, H.; Osawa, A.; Zehirov, G.; Yamaura, M.; Kucho, K.-i.; Abe, M.; Higashi, S.; Kondorosi, E.; Mergaert, P., et al. Characteristics of bacteroids in indeterminate nodules of the leguminous tree *Leucaena glauca*. *Microbes and Environments* 2011, 26, 156-159.
39. Tsyganov, V.E.; Tsyganova, A.V.; Gorshkov, A.P.; Seliverstova, E.V.; Kim, V.E.; Chizhevskaya, E.P.; Belimov, A.A.; Serova, T.A.; Ivanova, K.A.; Kulaeva, O.A., et al. Efficacy of a plant-microbe system: *Pisum sativum* (L.) cadmium-tolerant mutant and *Rhizobium leguminosarum* strains, expressing pea metallothionein genes *PsMT1* and *PsMT2*, for cadmium phytoremediation. *Front. Microbiol.* 2020, 11.
40. Tsyganova, A.V.; Seliverstova, E.V.; Tsyganov, V.E. Influence of mutation in pea (*Pisum sativum* L.) *cdt* (cadmium tolerance) gene on histological and ultrastructural nodule organization. *Ekol. Genet.* 2019, 17, 71-80.
41. Gorshkov, A.P.; Tsyganova, A.V.; Vorobiev, M.G.; Tsyganov, V.E. The fungicide tetramethylthiuram disulfide negatively affects plant cell walls, infection thread walls, and symbiosomes in pea (*Pisum sativum* L.) symbiotic nodules. *Plants* 2020, 9, 1488.

42. Vinardell, J.M.; Fedorova, E.; Cebolla, A.; Kevei, Z.; Horvath, G.; Kelemen, Z.; Tarayre, S.; Roudier, F.; Mergaert, P.; Kondorosi, A., et al. Endoreduplication mediated by the anaphase-promoting complex activator CCS52A is required for symbiotic cell differentiation in *Medicago truncatula* nodules. *Plant Cell* 2003, *15*, 2093-2105.
43. Sinharoy, S.; Torres-Jerez, I.; Bandyopadhyay, K.; Kereszt, A.; Pislariu, C.I.; Nakashima, J.; Benedito, V.A.; Kondorosi, E.; Udvardi, M.K. The C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> transcription factor REGULATOR OF SYMBIOSOME DIFFERENTIATION represses transcription of the secretory pathway gene *VAMP721a* and promotes symbiosome development in *Medicago truncatula*. *Plant Cell* 2013, *25*, 3584-3601.
44. Feng, Z.; Zhang, L.; Wu, Y.; Wang, L.; Xu, M.; Yang, M.; Li, Y.; Wei, G.; Chou, M. The *Rpf84* gene, encoding a ribosomal large subunit protein, RPL22, regulates symbiotic nodulation in *Robinia pseudoacacia*. *Planta* 2019, *250*, 1897-1910.
45. Borisov, A.Y.; Rozov, S.M.; Tsyganov, V.E.; Morzhina, E.V.; Lebsky, V.K.; Tikhonovich, I.A. Sequential functioning of *Sym-13* and *Sym-31*, two genes affecting symbiosome development in root nodules of pea (*Pisum sativum* L.). *Mol. Gen. Genet.* 1997, *254*, 592-598.
46. Sherrier, D.J.; Borisov, A.Y.; Tikhonovich, I.A.; Brewin, N.J. Immunocytological evidence for abnormal symbiosome development in nodules of the pea mutant line Sprint-2Fix<sup>-</sup> (*sym31*). *Protoplasma* 1997, *199*, 57-68.
47. Novák, K.; Pešina, K.; Nebesářová, J.; Škrdleta, V.; Lisá, L.; Našinec, V. Symbiotic tissue degradation pattern in the ineffective nodules of three nodulation mutants of pea (*Pisum sativum* L.). *Ann. Bot.* 1995, *76*, 303-313.
48. Morzhina, E.V.; Tsyganov, V.E.; Borisov, A.Y.; Lebsky, V.K.; Tikhonovich, I.A. Four developmental stages identified by genetic dissection of pea (*Pisum sativum* L.) root nodule morphogenesis. *Plant Sci.* 2000, *155*, 75-83.
49. Oono, R.; Denison, R.F. Comparing symbiotic efficiency between swollen versus nonswollen rhizobial bacteroids. *Plant Physiol.* 2010, *154*, 1541-1548.
50. Ludwig, E.M.; Leonard, M.; Marroqui, S.; Wheeler, T.R.; Findlay, K.; Downie, J.A.; Poole, P.S. Role of polyhydroxybutyrate and glycogen as carbon storage compounds in pea and bean bacteroids. *Mol. Plant Microbe Interact.* 2005, *18*, 67-74.
51. Trainer, M.A.; Charles, T.C. The role of PHB metabolism in the symbiosis of rhizobia with legumes. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2006, *71*, 377-386, DOI:10.1007/s00253-006-0354-1.
52. Pankhurst, C.E.; Craig, A.S.; Jones, W.T. Effectiveness of *Lotus* root nodules: I. Morphology and flavon content of nodules formed on *Lotus pedunculatus* by fast-growing lotus rhizobia. *J. Exp. Bot.* 1979, *30*, 1085-1093,.

53. Sujkowska-Rybkowska, M.; Kasowska, D.; Gediga, K.; Banasiewicz, J.; Stępkowski, T. *Lotus corniculatus*-rhizobia symbiosis under Ni, Co and Cr stress on ultramafic soil. *Plant Soil* 2020, *451*, 459-484.

## **9 Исследования по направлениям деятельности ОНС по химическим наукам СПбНЦ РАН в 2021 году**

В 2021 году были продолжены работы в рамках Государственного задания, часть работ была реализована в развитии соответствующих пунктов разработанной СПбНЦ РАН Программы фундаментальных научно-исследовательских работ на период до 2030 года (Тема 4.1 Техническое стекло. Технология, свойства, применение. Создание и отработка опытно-промышленной технологии производства новых стекол и стекломатериалов с уникальными или заданными параметрами, перспективными для практического использования).

В ходе выполнения работы в рамках Государственного задания были выявлены новые перспективные направления, которые не были включены ранее в Программу фундаментальных научно-исследовательских работ на период до 2030 года: влияние добавки пористых стекол (ПС) в лакокрасочный материал на его эксплуатационные характеристики.

Продолжена исследовательская работа, связанная с изучением физико-химических свойств материалов, полученных на основе высококремнеземных ПС. Актуальность исследования высококремнеземных ПС связана с широким спектром областей использования этого уникального материала в современном материаловедении.

Высокие технические требования, предъявляемые в настоящее время к современным материалам, используемым в промышленности, медицине и экологии, влекут за собой необходимость разработки и изучения новых материалов с точки зрения их экобиологической безопасности. Если говорить о лакокрасочных материалах (ЛКМ), то, к сожалению, снизить их токсичность практически невозможно ввиду входящих в состав незаменимых, но токсичных, компонентов. Одним из путей решения данной проблемы является улучшение свойств получаемого покрытия путем введения в состав специальных добавок-модификаторов, способных улучшить прочностные показатели покрытия и таким образом снизить частоту контакта человека с вредными химическими соединениями [1]. Отсутствие широкого выбора модификаторов подтверждает актуальность их поиска.

В последнее время мезопористые материалы стали использоваться для контроля влажности и снижения энергопотребления [2, 3] благодаря своим физико-химическим свойствам, таким как, высокая удельная поверхность, значительная пористость, структура пор, что увеличивает их способность контролировать влажность в окружающей среде.

К числу таких материалов относится ПС, обладающее всеми вышеперечисленными свойствами [4]. Выбор высококремнеземного ПС в качестве модификатора обусловлен высоким содержанием двуокиси кремния, которая широко используется в качестве наполнителя и пленок

для защиты поверхности от коррозии [5-7] и практически нулевым уровнем токсичности [8]. Кроме того, в [9] ПС, полученные на основе стекла Visor, предлагается использовать для модифицирования штукатурного материала в организации микроклимата эргономичного дома.

Впервые проведено исследование эксплуатационных характеристик покрытия, полученного на основе «Грунт-эмаль по ржавчине 3 в 1» (ЛКП), модифицированного порошком высококремнеземного ПС. «Грунт-эмаль по ржавчине 3 в 1» (производство ООО «Новбытхим») представляет собой эмаль серого цвета, качественный состав которой включает органические растворители (толуол, ксилол, ацетон), синтетические смолы (перхлорвиниловая, эпоксидная, нефтеполимерная), пластификатор (хлорпарафин), антикоррозионные пигменты (фосфат цинка, железоксидные). В качестве модификатора были выбраны отходы высококремнеземного пористого стекла ПС 8Б состава  $96.6 \text{ SiO}_2 \cdot 3.20 \text{ B}_2\text{O}_3 \cdot 0.2 \text{ Na}_2\text{O}$  (мол.%) [10] в виде порошка (размер частиц порошка  $0.16 \div 0.63$  мкм). Выбор модификатора обусловлен областью применения «Грунт-эмали по ржавчине 3 в 1»: металлические конструкции, эксплуатирующиеся в атмосферных условиях, в том числе и при высокой влажности воздуха. ПС 8Б добавлялось в «Грунт-эмаль по ржавчине 3 в 1» в количестве 0,5, 1,0 и 1,5 масс. %.

Получение лакокрасочного покрытия (ЛКП) осуществлялось согласно ГОСТ 8832-76. В ходе экспериментов были исследованы некоторые характеристики ЛКП: вязкость до и после термостатирования, блеск, адгезия, стойкость покрытия к царапанию, прочность к истиранию, твердость и укрывистость. Часть испытаний проводилась на базе заводской лаборатории ООО «Новбытхим».

Из полученных результатов следует, что добавление ПС в эмаль незначительно повышает адгезионные свойства покрытия после тестирования через 7 суток при содержании ПС в смеси 1,5 мас.% (на 3 %) (рисунок 9.1). Низкий показатель адгезии для 1 суток во всем диапазоне содержания ПС (0,5 - 0,15 мас.%), скорее всего, связан с коротким сроком выдерживания смеси, которая не успела достаточно прочно «схватиться» с поверхностью подложки.

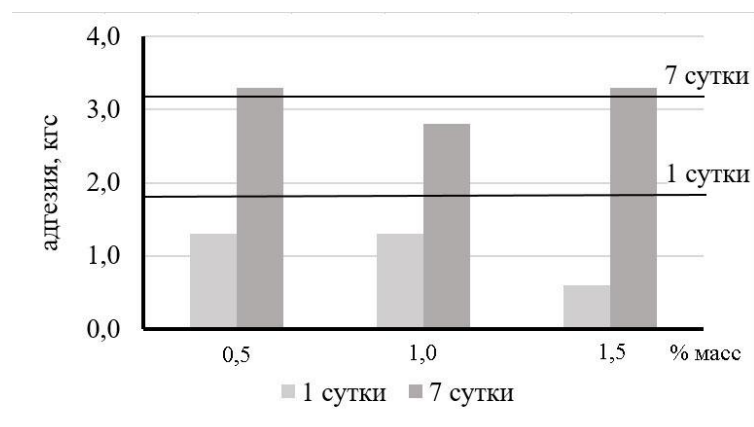




Рисунок 9.1 – Величина адгезии. (горизонтальные линии – показатель адгезии для покрытия без ПС).

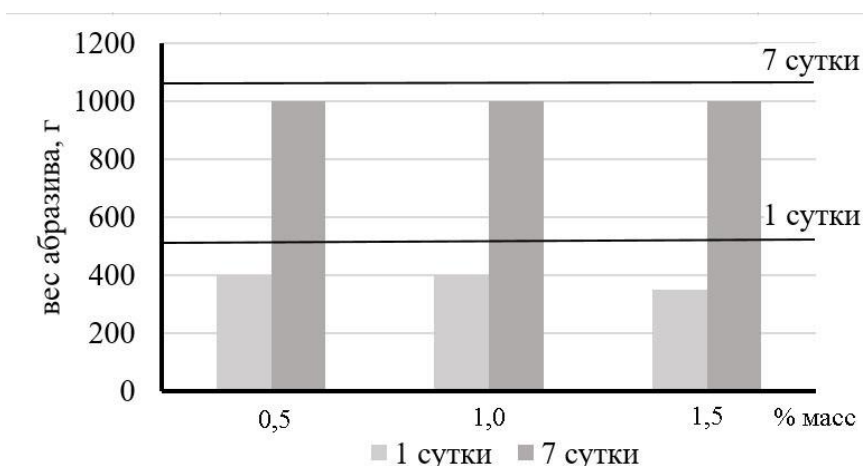


Рисунок 9.2 – Величина стойкости к царапанью. (горизонтальные линии – показатель стойкости к царапанью для покрытия без ПС).

В то же время, показатели стойкости покрытия к царапанью (рисунок 9.2) не демонстрируют явные преимущества добавки ПС в смесь по сравнению с исходной для любого времени выдержки.

Тестирование на износостойкость и укрывистость показало корреляцию результатов между этими свойствами и наличие максимума при содержании ПС 1.0 мас.%. (рисунки 9.3-9.4). В то же время, добавление ПС в смесь не оказало существенного влияния на износостойкость по сравнению с чистой эмалью, и лишь при содержании ПС 1.0 мас.% укрывистость увеличилась в 2 раза.

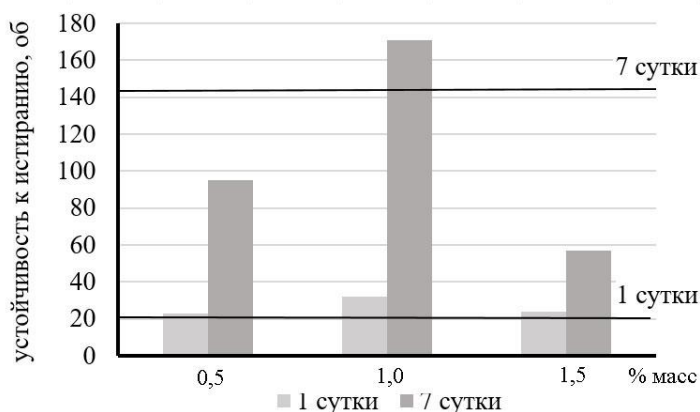


Рисунок 9.3 – Величина износостойкости. (горизонтальные линии – показатель износостойкости для покрытия без ПС).

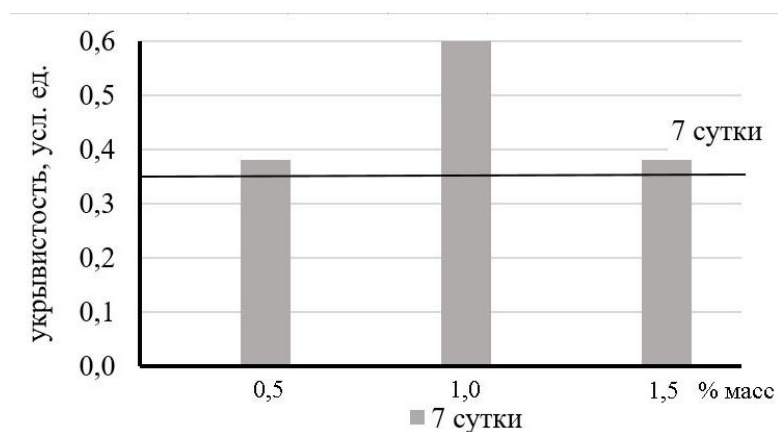


Рисунок 9.4 – Величина укривистости. (горизонтальные линии – показатель укривистости для покрытия без ПС).

В таблице 9.1 приведены некоторые другие характеристики покрытия с ПС. Отмечена высокая эластичность всех образцов, поскольку при изгибе на цилиндре наименьшего диаметра (1 мм) растрескивания поверхности эмали не наблюдалось (таблица 9.1).

Таблица 9.1 – Эксплуатационные характеристики покрытия с ПС.

Характеристика	Исходное ЛКМ (ТУ 2313-045-32811438-2003)	Время выдержк и	ПС 8Б		
			Количество, % масс.		
			0,5	1,0	1,5
Вязкость до термостатирования, мм <sup>2</sup> /с	не менее 60		90	91	117
Вязкость после термостат., мм <sup>2</sup> /с	-		114	100	155
Твердость, у.е.	не менее 0,3	1 сутки	0,21	0,24	0,16
		7 суток	0,34	0,34	0,30
Блеск, %	матовая (4-19) (в соответствии с ГОСТ 9.032-74)		10,8	8,1	6,6

Исследование устойчивости покрытий к воздействию повышенной температуры и влажности представлены в таблице 9.2. Для всего диапазона приложенных циклов от 3 до 14 характерны следы коррозии по торцам пластин ( $\approx 10\%$ ). С увеличением количества циклов наблюдается рост коррозии поверхности до 50%.

Таблица 9.2 – Результаты испытания ЛКП к воздействию повышенной температуры и влажности.

Содержание ПС в покрытии, мас. %	Кол-во циклов	Внешний вид покрытий после испытаний
0,5	3	Без изменений
	8	Следы коррозии по краям (торцам) пластин - $\approx 10\%$
	14	Следы коррозии по краям (торцам) пластин - $\approx 50\%$
1,0	3	Без изменений
	8	Следы коррозии по краям (торцам) пластин - $\approx 10\%$
	14	Следы коррозии на поверхности пластин - $\approx 10\%$ + Следы коррозии по краям (торцам) пластин - $\approx 25\%$
1,5	3	Без изменений
	8	Следы коррозии по краям (торцам) пластин - $\approx 10\%$
	14	Следы коррозии на поверхности пластин - $\approx 10\%$ + Следы коррозии по краям (торцам) пластин - $\approx 50\%$

Установлено, что при введении в «Грунт-эмаль по ржавчине 3 в 1» порошка высококремнеземного ПС улучшились некоторые эксплуатационные характеристики получаемого

покрытия, а именно адгезионные свойства, укрывистость, вязкость. Полученные данные дают основание для продолжения исследования для улучшения перечисленных характеристик наряду с другими (устойчивость к царапанию, к истиранию и т.д.) [11].

#### Список использованных источников

1. Ильина М. А., Машляковский Л. Н., Дринберг А. С., Хомко Е. В., Гарабаджиу А. В. Кремнийсодержащие эпоксидные композиционные материалы и их применение в технологии судовых покрытий // Журнал прикладной химии. – 2019. – т. 92. – вып. 4. – с.491-503. <https://doi.org/10.1134/S0044461819040091>. [Il'ina M.A., Mashlyakovskii L.N., Drinberg A.S., Khomko E.V., Garabadzhiu A.V. Silicon-Containing Epoxy Composites and Their Use In Marine Coatings Technology // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2019. – Т. 92. – № 4. – С. 530-542. <https://doi.org/10.1134/S1070427219040098>]
2. Vu Dinh-Hieu, Wang Kuen-Sheng, Nam Bui Xuan, Bac Bui Hoang, Chu Tien-Chun Preparation of humidity-controlling porous ceramics from volcanic ash and waste glass // Ceramics International. – 2011. – Vol.37. – N.7. – P. 2845-2853. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884211003452?via%3Dihub>. (дата обращения 06.04.2021).
3. Kimura T., Suzuki M., Maeda M., Tomura S. Water adsorption behavior of ordered mesoporous silicas modified with an organosilane composed of hydrophobic alkyl chain and hydrophilic polyethylene oxide groups // Microporous and Mesoporous Materials. – 2006. – Vol. 95. – P. 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2006.05.027> .
4. Мазурин О.В., Роскова Г.П., Аверьянов В.И., Антропова Т.В. Двухфазные стекла: структура, свойства, применение / Под ред. Б.Г. Варшала. Л.: Наука. – 1991. – 276 с.
5. Pourhashem S., Vaezi M.R., Rashidi A. Investigating the effect of SiO<sub>2</sub> – graphene oxide hybrid as inorganic nanofiller on corrosion protection properties of epoxy coatings // Surface & Coatings Technology. – 2017. – № 311. – P. 282-294. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.01.013>.
6. Islam M., Azhar M.R., Fredj N., Burleigh T.D., Oloyede O.R. Almajid A.A., Influence of SiO<sub>2</sub> nanoparticles on hardness and corrosion resistance of electroless Ni–P coatings // Surface & Coatings Technology. – 2015. – № 261. – P. 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2014.11.044>.
7. Ray S.S., Okamoto M. Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing // Progress in Polymer Science. – 2003. – Vol. 28. – N.11. – P. 1539-1641. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2003.08.002>.
8. Цыганова, Т.А. Исследование токсичности высококремнеземных пористых стекол методом биотестирования [Текст] / Т. А. Цыганова, О. В. Рахимова // Физика и химия стекла. – 2021. – Т.47. – №1. – С. 00. (Engl. transl.: Tsyganova, T. A. and O. V. Rakhimova Studying the Toxicity of High-Silica Porous Glass by Biotesting / T. A. Tsyganova, O. V. Rakhimova // Glass Physics and Chemistry. – 2021. – v.47. – N.1. – P. 66–69. DOI: 10.1134/S1087659621010120).
9. Somorowsky F. Comfortable climate indoors with porous glass // Fraunhofer-Prese. Research news. – 2014. – 8. URL: <https://ceramics.org/ceramic-tech-today/porous-glass-flakes-added-to-plaster-help-control-humidity-heating-and-cooling-costs> (дата обращения 06.04.2021).
10. Крейсберг В. А., Антропова Т. В., Калинина С.В. Влияние состава и условий синтеза пористых стекол на их микро- и мезопористую структуры // Физика и химия стекла. – 2014. – Т. 40. – № 5. – С. 664-678. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22374757> (дата обращения 06.04.2021). [Kreisberg V.A., Antropova T.V., Kalinina S.V. Effect Of The Composition And Conditions Of The Synthesis Of Porous Glass On Their Micro- And Mesoporous Structures // Glass Physics and Chemistry. – 2014. – Vol. 40. – No. 5. – pp. 501–512. <https://doi.org/10.1134/S1087659614050071>].

11. Tsyganova T. A., Rakhimova O. V. Investigation of the technical characteristics of the primer-enamel for rust (3 in 1), modified with porous glass // Glass Physics and Chemistry. – 2021. – Vol. 47. – N. 6. – P. 691–695. Библиогр.: с. 9. DOI: 10.1134/S1087659621060298.

## **9.2 Основные публикации, научные мероприятия и экспертные заключения СПбНЦ РАН по направлениям деятельности ОНС по химическим наукам в 2021 году**

### **9.2.1 Основные публикации СПбНЦ РАН по направлениям деятельности ОНС по химическим наукам в 2021 году:**

#### **Научные статьи:**

1. Tsyganova T. A., Rakhimova O. V. Investigation of the technical characteristics of the primer-enamel for rust (3 in 1), modified with porous glass // Glass Physics and Chemistry. – 2021. – Vol. 47. – N 6. – P. 691–695. Библиогр.: с. 9. DOI: 10.1134/S1087659621060298. – квартиль – Q3 (Scopus). 2020 Impact Factor – 0.883.

2. D.S.Shevchenko, T.A.Tsyganova, O.V.Rakhimova The biological activity of high silica porous glasses // IOP Conference series. – 2021. (представлена в печать). квартиль – Q4 (Scopus). Доклады на научных конференциях:

1. Цыганова Т.А., Рахимова О.В. Биоактивные пористые стекла // «Стекло: наука и практика» GlasSP2021: Сборник тезисов Третьей Российской конференции с международным участием (г. Санкт-Петербург, 13–17 сентября 2021). – СПб.: ООО Издательство «ЛЕМА», 2021. С. 159–160. Библиогр.: с. 3. ISBN 978-5-00105-649-2.

2. Цыганова Т.А., Рахимова О.В., Шевченко Д.С. Исследование токсичности высококремнеземных пористых стекол методом биотестирования // Научный вестник СамГУ. Scientific reports of Samarkand state university. Ilmiy Axborotnoma. Специальный выпуск. Материалы Международной конференции SOL-GEL 2020. Шестая международная конференция стран СНГ «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем» – «SOL-GEL 2020» (11–15 октября 2021, г. Самарканд, Узбекистан). С. 132–133. Библиогр.: с. 4. ISBN 2091-5446

3. Shevchenko D.S., Tsyganova T.A., Rakhimova O.V. The biological activity of high silica porous glasses // The 2<sup>nd</sup> European Conference on Silicon and Silica Based Materials (04–08 October 2021, Miskolc-Lillafüred, Hungary). Published in Hungary – Igrex Ltd. Igrici, Hungary. Printed in Hungary – Passzer 2000 Ltd, Miskolc, Hungary. Edited by: Prof. Dr. László A. GÖMZE. P. 135. Библиогр.: с. 2. ISBN 978-615-6071-02-6.

4. Цыганова Т.А., Гирсова М.А., Пшенко О.А., Куриленко Л.Н., Дикая Л.Ф. Синтез новых цезийсодержащих кварцoidных стекол // Второй международный симпозиум «Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства» (6–8 декабря 2021, г. Санкт-Петербург). Библиогр.: С. 5. (в печати). ISBN.

5. Цыганова Т.А., Рахимова О.В. Биотестирование высококремнеземных пористых стекол // Тезисы докладов X Всероссийской конференции «Керамика и композиционные материалы» (26–27 октября 2021, г. Сыктывкар). Керамика и композиционные материалы: Доклады X Всероссийской конференции. Сыктывкар, 2021. 135 с. (ФИЦ Коми научный центр УрО РАН). – С. 126. – Библиогр.: с. 3. ISBN 978-5-89606-622-4

6. Цыганова Т.А., Антропова Т.В. Исследование адсорбционных центров легированных пористых стекол // Тезисы докладов X Всероссийской конференции «Керамика и композиционные материалы» (26–27 октября 2021, г. Сыктывкар). Керамика и композиционные материалы: Доклады X Всероссийской конференции. Сыктывкар, 2021. 135 с. (ФИЦ Коми научный центр УрО РАН). – С. 125. – Библиогр.: с. 3. ISBN 978-5-89606-622-4.

По направлению деятельности ОНС по химическим наукам СПбНЦ РАН в 2021 г. проведены:

- 13–17 сентября 2021 г. - Третья Российская конференция с международным участием «Стекло: наука и практика» GlasSP2021. – СПб.: СПбНЦ РАН и ИХС РАН.

- 27–30 сентября 2021 г.- III Международный семинар «Атомно-слоевое осаждение: Россия, 2021» (АСО-Россия-2021) – СПб.: СПбНЦ РАН и ИХС РАН.

- 3 заседания ОНС по химическим наукам СПбНЦ РАН:

- 16 февраля 2021 г - посвященное 100-летию юбилею заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, изобретателя, профессора, д.т.н. Максима Максимовича Сычева;

- 5 марта 2021 г – посвященное 80-летию академика В.Я.Шевченко;

- 17 декабря 2021 г – доклад член-корреспондента РАН Б.В.Гусева «Новая модель структурирования химических элементов. Заседание ОНС приурочено к 310-летию со дня рождения М.В.Ломоносова)

Экспертная работа в 2021 году:

- работа по экспертизе материалов, поступивших на конкурс Правительства СПб на премию по химии им. Д.И.Менделеева

- 12 апреля 2021 г. – заседание экспертной комиссии по присуждению премии по химии им. Д.И.Менделеева (

## 10 Исследования по направлениям физико-математических наук

По направлениям физико-математических наук в 2021 году проведены:

- исследования физики атомного ядра и элементарных частиц;
- исследования магнитного поля Земли и солнечно-земной физики.

### 10.1 Исследования физики атомного ядра и элементарных частиц

При исследовании физики атомного ядра рассмотрены столкновения ядер  $^{12}\text{C}$  с бериллиевой мишенью при энергиях 0.3–2.0 ГэВ/нуклон для ядер углерода с испусканием протонов под углом  $3.5^\circ$ . Показано, что эти экспериментальные данные ИТЭФ по спектрам протонов можно описать в рамках гидродинамической модели для высокоэнергетической кумулятивной области спектра протонов с учетом вклада от фрагментации ионов для мягкой области спектра в рамках статистической модели фрагментации /1/.

В развитие гидродинамического подхода с неравновесным уравнением состояния рассмотрены столкновения ядер  $^{12}\text{C}$  с бериллиевой мишенью при энергиях налетающих ядер углерода 0.3–2.0 ГэВ/нуклон с испусканием протонов под углом  $3.5^\circ$ .

Спектры протонов содержат:

- высокоэнергетическую кумулятивную часть спектра;
- мягкую часть спектра, которая содержит вклад от фрагментации.

Расчеты были дополнены учетом вклада от фрагментации:

- из области перекрывающихся частей сталкивающихся ядер;
- из области неперекрывающихся частей на основе статистического механизма фрагментации.

Показано хорошее согласование полученных теоретических исследований с экспериментальными данными:

- в рамках простой модели дальнейшее развитие получила идея использования при описании столкновений тяжелых ионов гидродинамического подхода с неравновесным уравнением состояния;

- описаны высокоимпульсные спектры протонов, испускаемых в столкновениях тяжелых ионов в диапазоне энергий 0.3–2.0 ГэВ/нуклон, включая кумулятивную область спектра;

- важным явилось включение в рассмотрение эффектов ядерной вязкости, а также поправки на микроканоническое распределение, проявляющейся в области высокоэнергетических «хвостов» спектров протонов.

При исследованиях элементарных частиц использовалось явление ядерной изомерии, которое было открыто 100 лет назад, и привлекает внимание до сих пор. Ядерные изомеры являются аккумуляторами энергии, поэтому поиск способов управляемого девозбуждения открывает путь к новому источнику энергии.

В том, что такая постановка вопроса имеет смысл, убеждает открытие явления ускорения нейтронов в «изомерной» среде, когда тепловые нейтроны, неупруго рассеиваясь на изомерах, уносят их энергию.

Возбуждение изомеров в нейтронном захвате позволяет изучать влияние резонансного окружения на их время жизни. Продолжение этих исследований открывает новые перспективы для использования этого явления в ядерных технологиях.

Апробация результатов исследований осуществлена на Конференции по использованию рассеяния нейтронов в исследовании конденсированных сред (РНИКС-2021), которая проводилась с 24 сентября по 01 октября 2021 г. в г. Екатеринбурге /3, 4/.

Исследования на основе модельных представлений больших массивов экспериментальных данных наличия характерных вращательных полос в нечётно-нечётных рядах представлены /5/. Признавая высокий научный уровень работ доктора физико-математических наук, профессора Митропольского И.А., Ученый совет СПбНЦ РАН рекомендует

- издать монографию «Международная сеть оценки ядерных данных. Атлас вращательных полос в нечётно-нечётных рядах», автор Митропольский И.А.;
- представить заявки на Государственную регистрацию Программу и Базу данных по результатам научных исследований Митропольского И.А.

## **10.2 Исследования магнитного поля Земли и солнечно-земной физики**

По данным регистрации магнитных полей в ближней зоне линейной антенны в ходе эксперимента FENICS-2014 впервые выявлены изменения амплитуды поля и ориентации большой оси эллипса поляризации в нижней части частотного диапазона при существенных изменениях К-индекса геомагнитной активности.

Для объяснения этого явления был проведен численный эксперимент с использованием оригинальной модели однородной Земли с учетом влияния ионосферы на поляризационные характеристики горизонтальной составляющей магнитного поля. Сопоставление экспериментальных результатов измерений магнитного поля и теоретических расчетов показало ее применимость в диапазоне 1-100 Гц.

В результате теоретически объяснена наблюдаемая чувствительность крайне низкочастотного и более низкочастотного поля в ближней зоне к состоянию ионосферы при



низкой проводимости подстилающей среды. Полученные результаты актуальны в работах, связанных с глубинным зондированием Земли и мониторингом ионосферы с применением наземных контролируемых источников низкочастотного диапазона.

Построена оригинальная математическая модель и проведены численные исследования для возможности замены фактического поверхностного импеданса на импеданс плоской волны, нормально падающей на границу раздела. Впервые показано, что в условиях низкой проводимости литосферы, характерной для Кольского полуострова, возможно использование этого приближения.

Произведен уникальный анализ поляризационных характеристик полей, создаваемых протяженными антеннами (около 100 км), расположенными на различных геологических структурах. Обнаружено, что даже при расположении антенны на нескольких крупномасштабных областях с разной проводимостью, разработанные плоскостойные модели с однородными слоями могут быть использованы для изучения характера возбуждения КНЧ-СНЧ полей.

Изучены экспериментальные данные приема сигналов контролируемого источника в волновой зоне в различных геофизических условиях. На основании этих наблюдений был произведен расчет эффективной проводимости подстилающей поверхности и показано, что в диапазоне 0,3-100 Гц хорошим приближением для описания проводимости литосферы юго-востока Кольского полуострова является двухслойная модель.

Получено аналитическое выражение для вертикальной компоненты магнитного поля, показывающее значительное влияние состояния ионосферы на поляризацию поля в волноводе Земля – ионосфера в КНЧ и более низкочастотном диапазоне.

В результате проведенных экспериментальных исследований по генерации и приему низкочастотного излучения в диапазоне 0.4–95 Гц получены статистически надежные данные, показывающие существенное влияние внешней ионосферы на магнитное поле в волноводе, Земля-ионосфера на частотах 0,4-10 Гц. Так как измерение импеданса поля на поверхности Земли показали отсутствие заметных вариаций и монотонный ход с частотой, то можно считать, что основные колебания в амплитуде поля связаны с изменениями в ионосфере. Анализ изменений вида частотной зависимости поля для различной геомагнитной активности подтверждает этот вывод. Как показывают теоретические модели, наблюдаемые изменения в поле трудно объяснить только влиянием нижней ионосферы, требуется учет отражений от внешней ионосферы.

Впервые в волновой зоне проведены измерения трех компонент магнитного поля в СНЧ, КНЧ и более низком частотном диапазоне. Благодаря выбору места наблюдения с низким уровнем вертикального ионосферного шума были измерены амплитуды не только горизонтальных компонент магнитного поля, но и вертикальной. Экспериментально установлена возможность

статистически надежных измерений вертикальной составляющей поля на фоне естественного шума. При этом вертикальная составляющая магнитного поля на порядок меньше горизонтальных компонент, что позволяет считать поле в волновой зоне поперечным.

По данным регистрации магнитных полей в ближней зоне линейной антенны в ходе эксперимента FENICS-2014 впервые выявлены изменения амплитуды поля и ориентации большой оси эллипса поляризации в нижней части частотного диапазона при существенных изменениях K-индекса геомагнитной активности.

Для объяснения этого явления был проведен численный эксперимент с использованием оригинальной модели однородной Земли с учетом влияния ионосферы на поляризационные характеристики горизонтальной составляющей магнитного поля. Сопоставление экспериментальных результатов измерений магнитного поля и теоретических расчетов показало ее применимость в диапазоне 1-100 Гц.

В результате теоретически объяснена наблюдаемая чувствительность крайне низкочастотного и более низкочастотного поля в ближней зоне к состоянию ионосферы при низкой проводимости подстилающей среды. Полученные результаты актуальны в работах, связанных с глубинным зондированием Земли и мониторингом ионосферы с применением наземных контролируемых источников низкочастотного диапазона.

Построена оригинальная математическая модель и проведены численные исследования для возможности замены фактического поверхностного импеданса на импеданс плоской волны, нормально падающей на границу раздела. Впервые показано, что в условиях низкой проводимости литосферы, характерной для Кольского полуострова, возможно использование этого приближения.

Произведен уникальный анализ поляризационных характеристик полей, создаваемых протяженными антеннами (рисунок 10.1) (около 100 км), расположенными на различных геологических структурах.

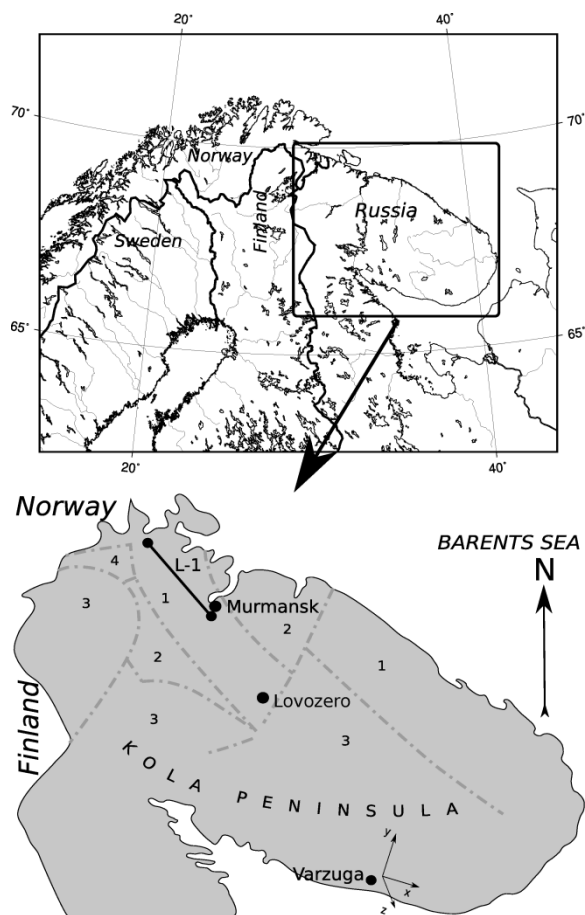


Рисунок 10.1 – Геометрия эксперимента на Кольском полуострове

Обнаружено, что даже при расположении антенны на нескольких крупномасштабных областях с разной проводимостью, разработанные плоскостойкие модели с однородными слоями могут быть использованы для изучения характера возбуждения КНЧ-СНЧ полей. Изучены экспериментальные данные приема сигналов контролируемого источника в волновой зоне в различных геофизических условиях. На основании этих наблюдений был произведен расчет эффективной проводимости подстилающей поверхности и показано, что в диапазоне 0,3-100 Гц хорошим приближением для описания проводимости литосферы юго-востока Кольского полуострова является двухслойная модель.

Получено аналитическое выражение для вертикальной компоненты магнитного поля, показывающее значительное влияние состояния ионосферы на поляризацию поля в волноводе Земля – ионосфера в КНЧ и более низкочастотном диапазоне.

В результате проведенных экспериментальных исследований по генерации и приему низкочастотного излучения в диапазоне 0.4–95 Гц получены статистически надежные данные, показывающие существенное влияние внешней ионосферы на магнитное поле в волноводе, Земля-ионосфера на частотах 0,4-10 Гц (рисунок 10.2).

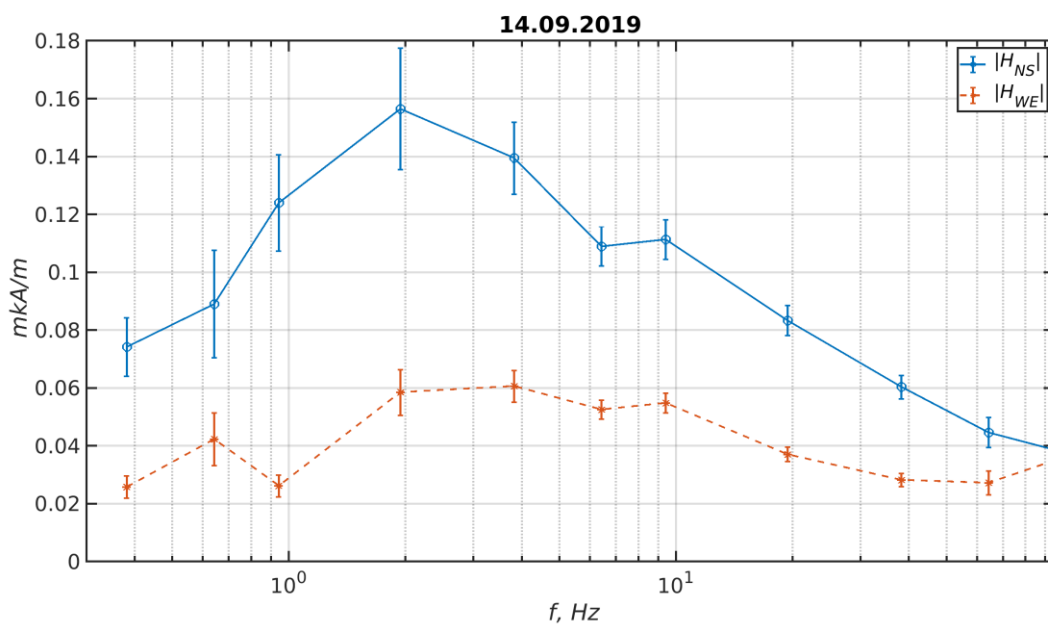


Рисунок 10.2 – Немонотонный ход горизонтальных компонент магнитного поля

Так как измерение импеданса поля на поверхности Земли показали отсутствие заметных вариаций и монотонный ход с частотой, то можно считать, что основные колебания в амплитуде поля связаны с изменениями в ионосфере. Анализ изменений вида частотной зависимости поля для различной геомагнитной активности подтверждает этот вывод. Как показывают теоретические модели, наблюдаемые изменения в поле трудно объяснить только влиянием нижней ионосферы, требуется учет отражений от внешней ионосферы.

Впервые в волновой зоне проведены измерения трех компонент магнитного поля в СНЧ, КНЧ и более низком частотном диапазоне. Благодаря выбору места наблюдения с низким уровнем вертикального ионосферного шума были измерены амплитуды не только горизонтальных компонент магнитного поля, но и вертикальной. Экспериментально установлена возможность статистически надежных измерений вертикальной составляющей поля на фоне естественного шума (рисунок 10.3).

При этом вертикальная составляющая магнитного поля на порядок меньше горизонтальных компонент, что позволяет считать поле в волновой зоне поперечным.

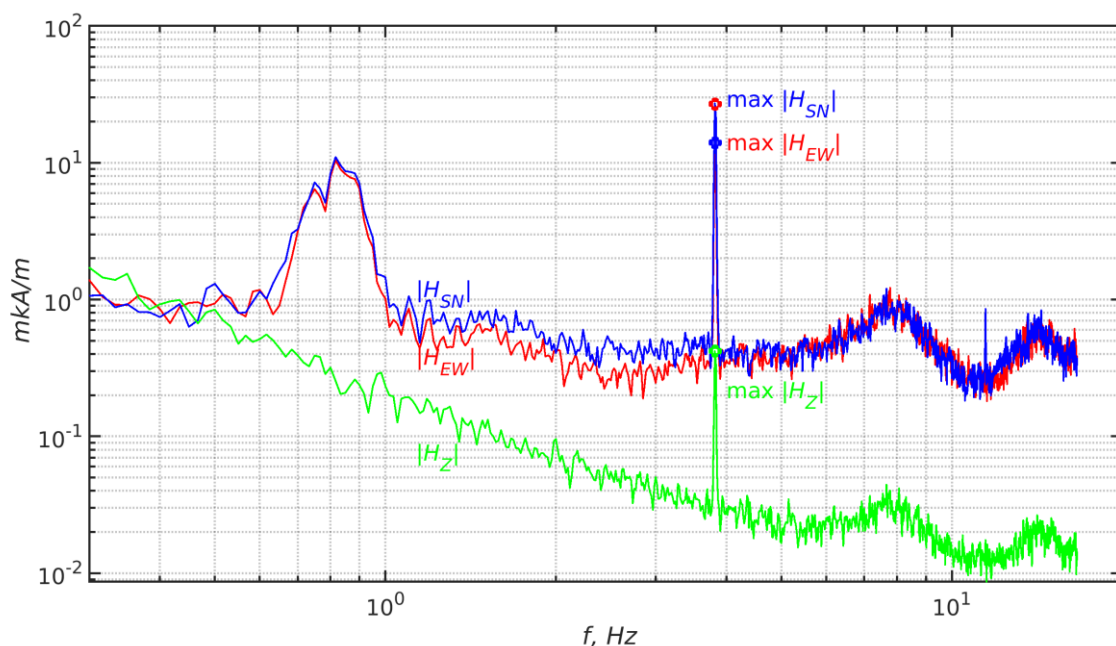


Рисунок 10.1 – Сравнение горизонтального и вертикального магнитного поля.

#### Апробация основных результатов исследований:

1. Терещенко П.Е. Научный доклад на тему: «Влияние ионосферы на поле контролируемого источника в диапазоне 0,4—95 Гц» // XXVII Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн». – Калининград, 28 июня — 3 июля 2021 г.

2. Терещенко П.Е. Научный доклад на тему: «Структура магнитной составляющей крайне низкочастотного электромагнитного поля в волновой зоне» // Всероссийская научно-техническая конференция «Антенны и распространение радиоволн». – СПб.; 24–26 ноября, 2021 г.

3. Научный доклад Митропольского И.А. на тему: «Программа ядерно-спектроскопических исследований в реакциях нейтронного захвата на реакторе ПИК» (Научные труды Конференции, стр. 231 - 232)

4. Научный доклад Митропольского И.А. на тему: «Установка нейтронно-активационного анализа INAA на реакторе ПИК и программа прикладных исследований» (Научные труды Конференции, стр. 233 - 234)

5. Доклад Митропольского И.А. на тему: «Международная сеть оценки ядерных данных. Атлас вращательных полос в нечетно-нечетных рядах» на заседании Ученого совета СПбНЦ РАН 11 июня 2021 г.

Публикации основных результатов исследований:

1. Tereshchenko, E.D., Tereshchenko, P.E. & Sidorenko, A.E. Polarization Characteristics of the ELF–SLF Magnetic Field Excited by a Linear Vibrator. *Seism. Instr.* **57**, 321–328 (2021). <https://doi.org/10.3103/S0747923921030130>
2. Tereshchenko, E.D., Tereshchenko, P.E. Influence of Layering of the Lithosphere on Excitation of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Waves by a Horizontal Dipole. *J. Commun. Technol. Electron.* **66**, 397–402 (2021). <https://doi.org/10.1134/S1064226921040148>
3. Терещенко Е. Д., Терещенко П. Е. Влияние слоистости литосферы на возбуждение крайне низкочастотных электромагнитных волн горизонтальным диполем // Радиотехника и электроника, 2021, том 66, № 4. - С. 339–344, DOI 10.31857/S0033849421040148.
4. Дьяченко А.Т., Митропольский И.А. О спектре протонов в столкновениях тяжелых ионов  $^{12}\text{C}+^9\text{Be}$  при энергиях 0.3-2.0 ГэВ/нуклон в рамках гидродинамического подхода // Известия РАН, серия физика, 2021. - Т.85, №5. - С.716-722.
5. A.T .D'yachenko, I.A. Mitropolsky. Spectrum of Protons in Collisions of Heavy Ions  $^{12}\text{C}+^9\text{Be}$  at Energies of 0.3-2.0 GeV/Nucleon, in Terms on the Hydrodynamic Approach // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2021, v.85, no.5. - pp. 554-559.

Экспертная деятельность в 2021 году:

Ученый секретарь экспертного совета по присуждению премии Правительства Санкт-Петербурга имени А.Ф. Иоффе за выдающиеся научные результаты в области физики и астрономии.

## **11 Исследования по направлениям комплексного развития транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга**

В 2021 году продолжены работы в рамках Государственного задания в развитие пункта разработанной СПб НЦ РАН Программы фундаментальных научно-исследовательских работ на период до 2030 года «Разработка научно-обоснованного подхода к созданию комплексной схемы управления экологически устойчивым развитием городского транспорта общего пользования». Городской транспорт оказывает существенное влияние на состояние городской среды и на качество жизни в мегаполисе, его функционирование является необходимым условием нормальной жизнедеятельности города.

При проведении исследований по направлениям комплексного развития транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга применены основные определения в соответствии с ГОСТ Р 56461-2015 и ГОСТ Р 51006-96:

- транспортная инфраструктура - технологический комплекс, предназначенный для перевозки пассажиров и перевалки (перевозки, транспортирование) грузов повышенной опасности в установленном порядке и включающий в себя совокупность объектов (зданий, сооружений, коммуникаций, устройств, оборудования) и транспортных средств [1];

- объекты транспортной инфраструктуры – технологический комплекс, включающий в себя: железнодорожные, автомобильные вокзалы и станции; метрополитены; тоннели, эстакады, мосты; морские терминалы, акватории морских портов; порты, которые расположены на внутренних водных путях и в которых осуществляются посадка (высадка) пассажиров и (или) перевалка грузов повышенной опасности на основании специальных разрешений, судоходные гидротехнические сооружения; искусственные острова, установки и сооружения, расположенные во внутренних морских водах, в территориальном море, исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе Российской Федерации; аэродромы, аэропорты, объекты систем связи, навигации и управления движением транспортных средств; участки автомобильных дорог, железнодорожных и внутренних водных путей, вертодромы, посадочные площадки, а также иные обеспечивающие функционирование транспортного комплекса здания, сооружения, устройства и оборудование [2];

- линейные объекты транспортной инфраструктуры — улично–дорожная сеть (далее - УДС), система городского внеуличного общественного пассажирского транспорта;

- транспортные средства - устройства, предназначенные для перевозки физических лиц, грузов, багажа, ручной клади, личных вещей, животных, оборудования и устройств, установленных на указанных транспортных средствах в значениях, определенных транспортными

кодексами и уставами;

К основным объектам транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга относятся:

- объекты транспортной инфраструктуры автомобильного транспорта (участки автомобильных дорог, тоннели, эстакады, мосты, автовокзал, автостанции и т.д.);
- объекты наземного городского пассажирского транспорта;
- метрополитен;
- объекты транспортной инфраструктуры воздушного транспорта (аэропорт «Пулково», посадочные вертолетные площадки и т.д.);
- объекты транспортной инфраструктуры морского и речного транспорта (акватории морских портов, участки внутренних водных путей, морские и речные порты, вокзалы, терминалы и т.д.);
- объекты транспортной инфраструктуры железнодорожного транспорта (участки железнодорожных путей, железнодорожные вокзалы и станции);
- объекты систем связи, навигации и управления движением транспортных средств;
- иные обеспечивающие функционирование транспортного комплекса здания, сооружения, устройства и оборудование.

Исследования по направлениям комплексного развития транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга включают:

- анализ особенностей и современного состояния улично-дорожной сети и автомобильных дорог регионального значения Санкт-Петербурга;
- анализ особенностей и современного состояния наземного городского пассажирского транспорта Санкт-Петербурга;
- анализ особенностей и современного состояния метрополитена;
- анализ особенностей и современного состояния объектов транспортной инфраструктуры воздушного транспорта Санкт-Петербурга;
- анализ особенностей и современного состояния транспортной инфраструктуры морского и речного транспорта Санкт-Петербурга;
- анализ особенностей и современного состояния объектов пригородного железнодорожного транспорта;
- анализ особенностей и современного состояния объектов управления транспортным комплексом.

### **11.1 Анализ особенностей и современного состояния улично-дорожной сети и автомобильных дорог регионального значения Санкт-Петербурга**



Транспортная инфраструктура Санкт-Петербурга как совокупность объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств формировалась в различные исторические эпохи с XVIII века по настоящее время в процессе развития города.

Конфигурации объектов транспортной инфраструктуры многих городов можно отнести к схемам различного геометрического начертания: прямоугольная, радиально-кольцевая, лучевая и т.д. Например, к прямоугольной и к прямоугольно-диагональной схеме можно отнести схемы объектов транспортной инфраструктуры Вашингтона и Нью-Йорка; к радиально-кольцевой схеме можно отнести схемы объектов транспортной инфраструктуры Москвы и Парижа.

Сложившаяся система улиц Санкт-Петербурга является комбинированной и включает в себя элементы схем различного геометрического начертания: прямоугольное, радиально-дуговое, лучевое, секущее, свободная планировка. По этой причине схемы объектов транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга имеет достаточно сложную конфигурацию, которую нельзя отнести в целом к одной из классических схем.

Транспортный каркас (опорную сеть) мегаполиса должны создавать магистрали скоростного и непрерывного движения.

В настоящее время в Санкт-Петербурге существуют:

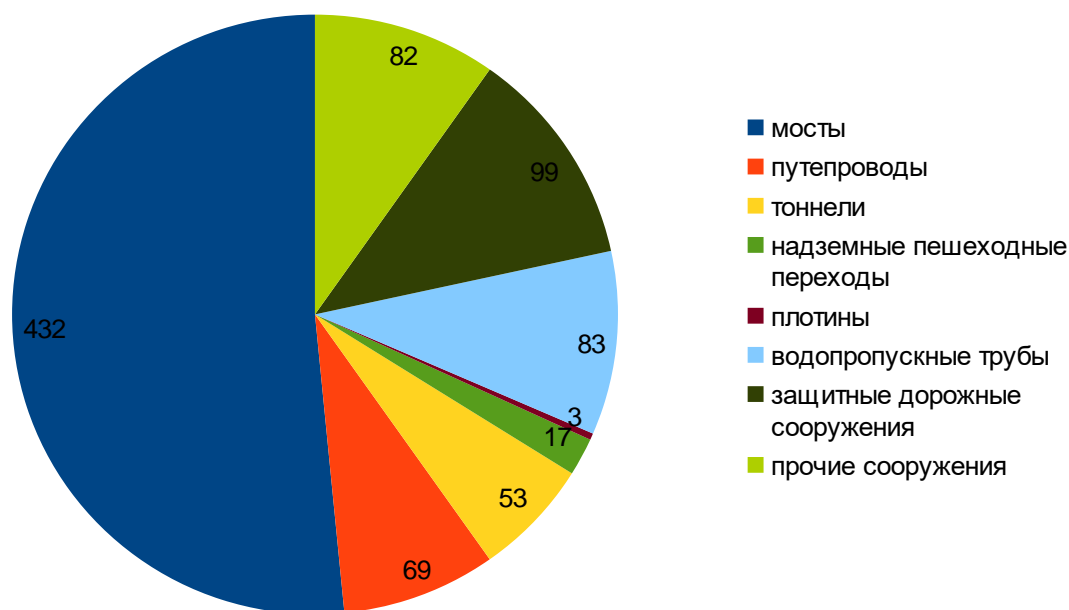
- кольцевая автомобильная дорога вокруг Санкт-Петербурга, в составе которой функционирует транспортная связь через комплекс защитных сооружений города от наводнений;
- Западный скоростной диаметр – платная внутригородская магистраль скоростного движения общей протяженностью 46,6 км, связывающая кольцевую дорогу на севере и юге города, обеспечивающая выход на трассу «Скандинавия» и позволяющая проехать через мегаполис менее чем за 20 мин.

Общая протяженность улично-дорожной сети Санкт-Петербурга – 3473,2 км.

Особенности улично-дорожной сети Санкт-Петербурга обусловлены большим количеством водных путей и железнодорожных линий, которые являются значительным препятствием для обеспечения транспортных связей между районами Санкт-Петербурга. Пересечение автомагистралями этих естественных и искусственных преград связано с необходимостью строительства инженерно-транспортных сооружений: мостов, путепроводов.

Важными элементами являются искусственные дорожные сооружения и берегозащитные сооружения, в настоящее время в Санкт-Петербурге насчитывается 821 таких сооружений [3]. На рисунке 11.1 представлены количественные характеристики инженерно-транспортных сооружений Санкт-Петербурга.

исун  
ок  
11.1  
–  
Коли  
честв  
енны  
е  
харак  
терис  
тики  
инже



мерно-транспортных сооружений Санкт-Петербурга.

Плотность улично-дорожной сети (далее - УДС) и протяжённость общей сети рельсового или иного внеуличного городского пассажирского транспорта (далее - ГПТ) в различных городах Европы представлена в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Плотность улично-дорожной сети и протяжённость общей сети рельсового или иного внеуличного городского пассажирского транспорта

Город	Плотность УДС, км/кв.км	Протяженность ГПТ, км/кв.км	Протяженность ГПТ на 1млн. Жителей, км
Санкт-Петербург	3,8	0,19	0,27
Лондон	9,29	0,436	0,943
Барселона	16,88	0,558	1,093

Важнейшей проблемой существующей улично-дорожной сети Санкт-Петербурга является отставание ее развития от темпов автомобилизации и темпов градостроительного освоения новых территорий, что порождает низкий уровень транспортного обслуживания жителей данных районов и, как следствие, – снижение качества жизни населения.

Скорости сообщения в часы пик на автомобильном транспорте в среднем составляют:

- в пределах плотной застройки – 20–26 км/час;
- по центральной планировочной зоне – 10–15 км/час;
- на заторовых направлениях – всего 6–10 км/час.

Системные заторы регулярно возникают на подходах к 245 перекресткам, что составляет

около 20 процентов всех пересечений.

В разработанных для Санкт-Петербурга Региональных нормативах градостроительного проектирования (далее – РНГП) в качестве минимальных рекомендованы следующие расчетные показатели улично-дорожной сети:

- плотность улично-дорожной сети в Санкт-Петербурге в целом – 4 км/кв. км;
- плотность опорной улично-дорожной сети в Санкт-Петербурге в целом – 0,5 км/кв. км;
- плотность сети магистральных улиц – 2,2 км/кв. км.

Современный показатель плотности улично-дорожной сети Санкт-Петербурга в 7 районах Санкт-Петербурга из 18 и в среднем по городу ниже рекомендуемого в РНГП.

Общая площадь 3853 автомобильных дорог общего пользования регионального значения в Санкт-Петербурге, включенных в Перечень автомобильных дорог общего пользования регионального значения в Санкт-Петербурге, утвержденный постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 17.03.2011 №300 «О критериях отнесения автомобильных дорог общего пользования к автомобильным дорогам общего пользования регионального значения в Санкт-Петербурге и о Перечне автомобильных дорог общего пользования регионального значения в Санкт-Петербурге», составляет 63,6 млн кв. м.

Протяженность автомобильных дорог общего пользования регионального значения в Санкт-Петербурге составляет 3,47 тыс. км, в том числе дорог с усовершенствованным покрытием - 3,17 тыс. км.

Отмечается быстрый износ верхнего слоя асфальтобетонных покрытий на магистральной сети дорог, вызванный высокими транспортными нагрузками и применением шипованной резины. Наиболее низкое качество покрытий дорог наблюдается в весенний период, так как в Санкт-Петербурге дороги эксплуатируются в крайне неблагоприятных климатических условиях с большим количеством переходов через нулевую температуру и применением противогололёдных реагентов.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» процент автомобильных дорог регионального значения, соответствующих нормативным требованиям, в их общей протяженности к 2024 году должен составлять 85%.

По данным на 1 января 2021 года, в ненормативном состоянии находятся 30% дорог Петербурга. При стабильном финансировании к 2024 году город может понизить показатель ненормативности до 15%. В 2020 году было получено небольшое увеличение количества автомобильных дорог, находящихся в нормативном состоянии, — это всего лишь 3%. Если такой темп дальше задать и иметь такой объем финансирования - около 7 млрд, то к 2024 году можно

достигнуть в городе показателя 15% ненорматива.

На дорогах Санкт-Петербурга установлено 4386 павильонов ожидания городского пассажирского транспорта.

Вместе с тем развитие улично-дорожной сети Санкт-Петербурга, увеличение интенсивности транспортного движения, быстрый рост жилищного строительства, повышение уровня жизни населения Санкт-Петербурга требуют повышения оперативности и качества выполнения работ по содержанию и своевременной комплексной уборке дорог общего пользования города.

Одной из основных проблем при осуществлении работ по комплексной уборке является складирование снега, вывозимого с дорог общего пользования города, особенно в период обильных снегопадов. Выделяемые администрациями районов Санкт-Петербурга земельные участки для размещения временных снегоприемных пунктов и мест временного перегруза снега не полностью отвечают требованиям природоохранного законодательства.

## **11.2 Анализ особенностей и современного состояния наземного городского пассажирского транспорта Санкт-Петербурга**

Наземный городской пассажирский транспорт Санкт-Петербурга включает сети трамвайных, троллейбусных и автобусных маршрутов. Пассажирские перевозки между Санкт-Петербургом, городами-спутниками и в пригородном сообщении осуществляются автобусными маршрутами.

По договорам с Комитетом по транспорту маршрутная сеть наземного городского и пригородного транспорта обслуживается 19 транспортными компаниями, из которых 2 государственные:

- ГУП «Пассажиравтотранс», обслуживающее 159 автобусных маршрутов;
- ГУП «Горэлектротранс», обслуживающее маршруты городского электрического транспорта.

Маршрутная сеть, обслуживаемая негосударственными перевозчиками - 501 автобусный маршрут, включая социальные маршруты. С 1 сентября 2019 года началось осуществление пассажирского трамвайного движения негосударственным перевозчиком «Транспортной концессионной компанией» на четырех маршрутах.

Маршрутная сеть трамваев, троллейбусов и автобусов представлена в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Маршрутная сеть городского пассажирского транспорта

Маршрутная сеть	Количество маршрутов
-----------------	----------------------

Сеть социальных автобусов	159
Сеть коммерческих автобусов	501
Трамвайная сеть	43
Троллейбусная сеть	47

Средний суточный выпуск подвижного состава в рабочие дни на социальные маршруты в 2019 году представлен на рис.11.2.1 и составлял: трамваев - 602 вагона, троллейбусов - 507 машин, автобусов - 2150 единиц (без учета коммерческих маршрутов).

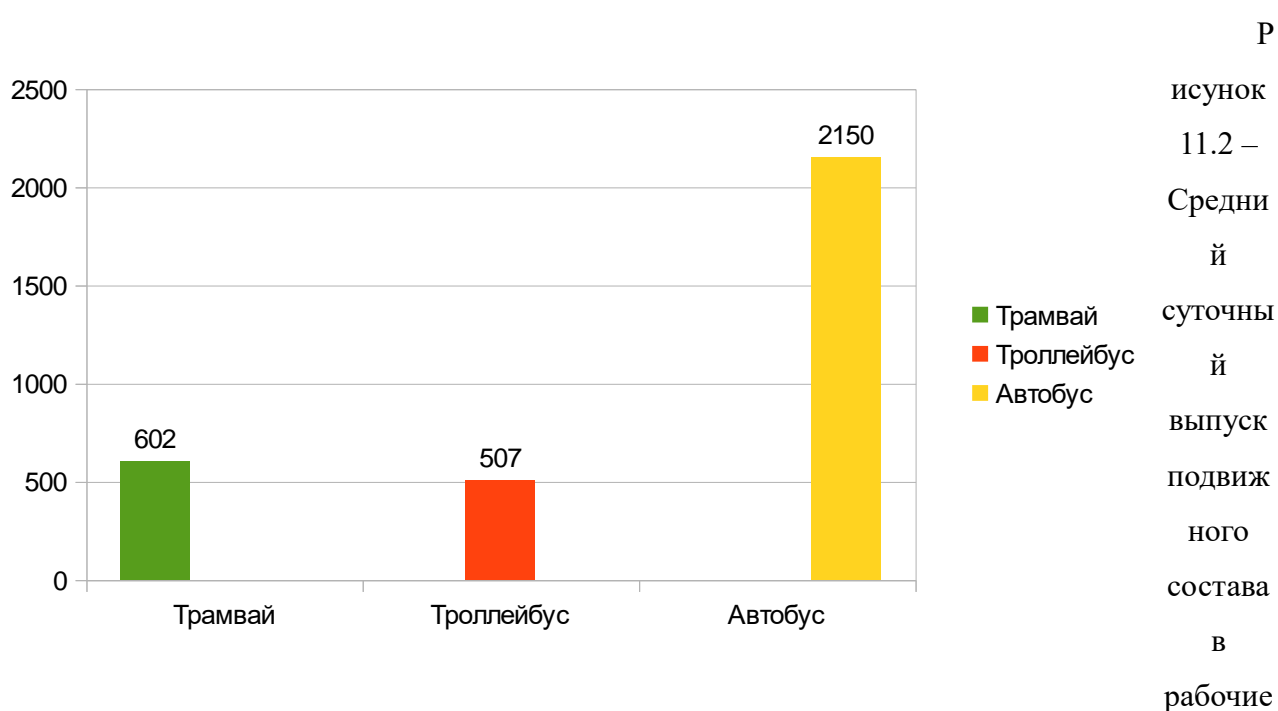
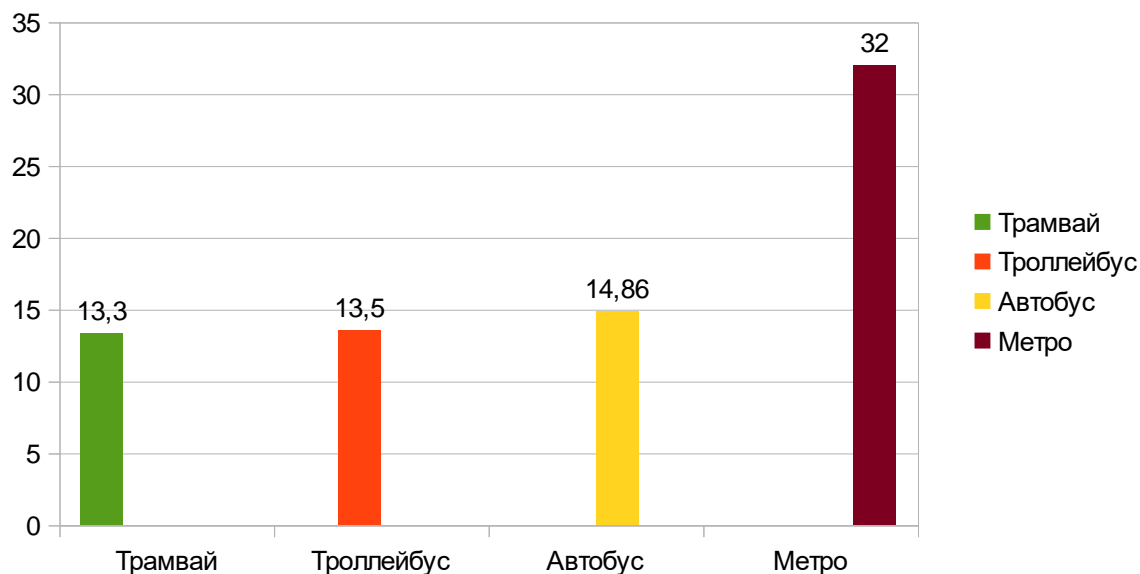


рис.11.2 – Средний суточный выпуск подвижного состава в рабочие дни на социальные маршруты.

Объем выполненной в 2019 году транспортной работы составил 236,1 млн км, в том числе городским электрическим транспортом 66,2 млн км, автобусным транспортом 169,9 млн км. В то же время остается характерным для многих маршрутов наземного городского пассажирского транспорта Санкт-Петербурга низкая регулярность движения в пиковые часы суток, причиной чего являются задержки рейсов в транспортных заторах при движении в общем потоке.

Из 159 социальных маршрутов, обслуживаемых государственными перевозчиками и работающих по интервалу, только 48 имеют в утренний пиковый период менее 10 минут.

Средняя эксплуатационная скорость для трамвая, троллейбуса, автобуса на социальных маршрутах и метро в км/час по данным 2019 года представлена на рисунке 11.3.



11.3 – Средняя эксплуатационная скорость городского наземного транспорта и метро.

Характеристика подвижного состава ГУП «Пассажиравтотранс» и ГУП «Горэлектротранс» представлена в таблице 11.3

Подвижной состав ГУП «Пассажиравтотранс» (1954 единиц линейного подвижного состава, из них 163 единицы на газомоторном топливе) характеризуется следующими параметрами:

- средний эксплуатационный возраст – 6,7 лет;
- доля низкопольных машин – 98,8 процента;
- все машины оснащены двигателями экологического класса не ниже ЕВРО-3.

Парк троллейбусов (687 единиц подвижного состава) на 01.01.2021 года характеризуется средним эксплуатационным возрастом в 11,2 года (62,5 процента от общего числа машин полностью амортизировано в соответствии со сроками полезного использования), а доля низкопольных машин составляет 81 процент. Начиная с 2008 года обновление парка троллейбусов ведется за счет приобретения низкопольных машин с современным информационным оборудованием.

Парк трамваев (768 вагонов) обновляется чрезвычайно медленно. На 01.01.2021 года средний эксплуатационный возраст составляет 16,1 лет (57,2 процента от общего числа вагонов

полностью амортизировано в соответствии со сроком полезного использования). Преобладают высокопольные вагоны (62 процента). Парк трамвайных вагонов нуждается в интенсивном обновлении за счет закупки современного подвижного состава. Модернизация вагонов устаревших конструкций, выполняемая силами ГУП «Горэлектротранс», позволяет поддерживать заданный уровень транспортной работы, но недостаточно обеспечивает повышение доступности и комфортности перевозок.

Таблица 11.3 – Характеристика подвижного состава ГУП «Пассажиравтотранс» и «Горэлектротранс»

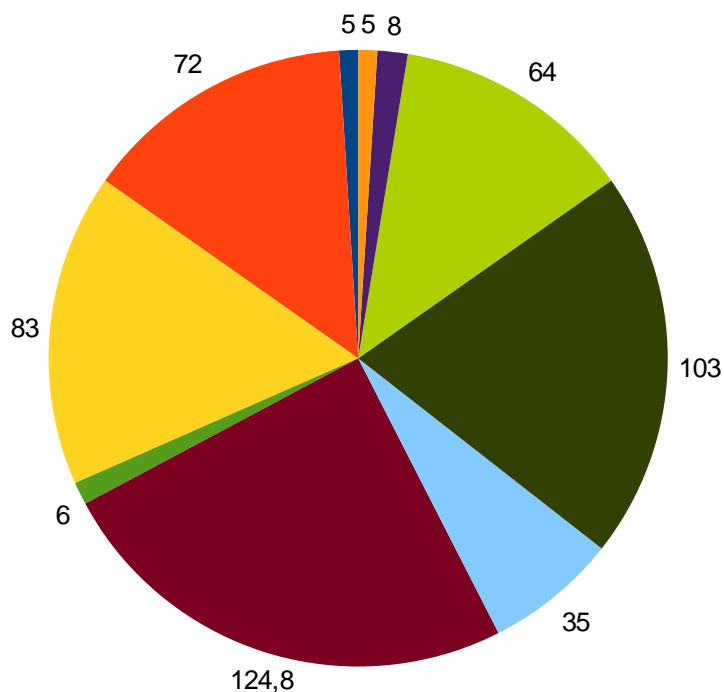
Вид транспорта	Количество подвижного состава	Средний эксплуатационный возраст, лет	Доля низкопольных машин, %
Автобус	1954 / 163 — на газомоторном топливе	6,7	98,8
Троллейбус	687	11,2	81
Трамвай	768	16,1	62

В общей сложности наземный городской и пригородный транспорт перевозит около 776 млн пассажиров в год.

### 11.3 Анализ особенностей и современного состояния метрополитена

Санкт-Петербургский метрополитен составляет структурную основу системы городского пассажирского транспорта общего пользования Санкт-Петербурга и является одним из основных видов городского пассажирского транспорта, объем перевозки которого составляет более 760 млн пассажиров в год. Главной задачей метрополитена является обеспечение магистральных внутригородских перевозок населения по направлениям, связывающим периферийные районы города с его центром и между собой и характеризующимся наиболее устойчивыми пассажиропотоками.

Основные технические характеристики метрополитена представлены на рисунке 11.4 и определяются следующими параметрами: количество линий – 5; количество станций – 72; количество вестибюлей – 83; количество площадок депо – 6; эксплуатационная длина линий в двухпутном исчислении – 124,8 км; максимальный размер движения – 35 пар поездов в час; минимальный интервал движения – 103 сек.; количество станций с эскалаторами – 64; количество станций без эскалаторов – 8, количество станций с траволаторами – 5.



- Количество линий
- Количество станций
- Количество вестибюлей
- Количество площадок депо
- Эксплуат. длина линий
- Максимальный размер движения
- Минимальный интервал движения
- Количество станций с эскалаторами
- Количество станций без эскалаторов
- Количество станций с траволаторами

При  
сунок  
11.4 –  
Основные  
техническ  
ие  
характери  
стики  
метропол  
итена  
В  
настояще  
е время

метрополитен в Санкт-Петербурге является наиболее быстрым и надежным видом городского пассажирского транспорта общего пользования. Это обуславливает ежегодное увеличение доли метрополитена в структуре перевозок городским пассажирским транспортом: до 49 процентов в настоящее время. Провозная способность метрополитена составляет около 400 тыс. пассажиров в час при максимальной суммарной вместимости подвижного состава метрополитена 387,1 тыс. мест. Общая протяженность транспортной сети метрополитена – 124,8 км.

Перевозка пассажиров в метрополитене осуществляется по разовому тарифу, регулируемому Правительством Санкт-Петербурга, и по проездным билетам длительного пользования, включая льготные проездные билеты.

Остается актуальным вопрос своевременной замены изношенной и выработавшей нормативные сроки службы инфраструктуры, а также вопросы повышения устойчивости функционирования метрополитена.

При общем парке пассажирских вагонов метрополитена, составляющем 1937 единиц, 41,1 процент вагонов со сроком службы более нормативного. При формировании потребности в новых вагонах также учитывается развитие сети метрополитена за счет пусков новых участков.

В ГУП «Петербургский метрополитен» эксплуатируется 301 эскалатор 18-ти типов и 30 траволаторов. 60 эскалаторов находятся в эксплуатации более 50 лет, что превышает срок службы оборудования, и 20 процентов от общего эскалаторного парка требует замены.

До настоящего времени существенная доля устройств диспетчерского управления и



устройств управления движением поездов реализована на базе технических решений предыдущих поколений. Для обеспечения заданных объемов транспортной работы требуется проведение планомерной работы по техническому перевооружению с внедрением современных решений на базе микропроцессорной техники.

В соответствии с требованиями законодательства в области обеспечения транспортной безопасности осуществляется оснащение объектов транспортной инфраструктуры метрополитена инженерно-техническими средствами обеспечения транспортной безопасности.

Неотъемлемой частью развития транспортной системы Санкт-Петербурга является развитие сети метрополитена. Ведется активное строительство продолжения двух линий метрополитена: Лахтинско-Правобережная линия, Красносельско-Калининская линия.

Зона пешеходной доступности станций метрополитена покрывает около 37,3 процента территории плотной застройки (площадь без учета площадей акваторий, парков и садов, объектов транспорта и т.п.). Доля территорий (в %) в зоне пешеходной доступности станций метрополитена в различных районах Санкт-Петербурга представлена на рисунке 11.5.

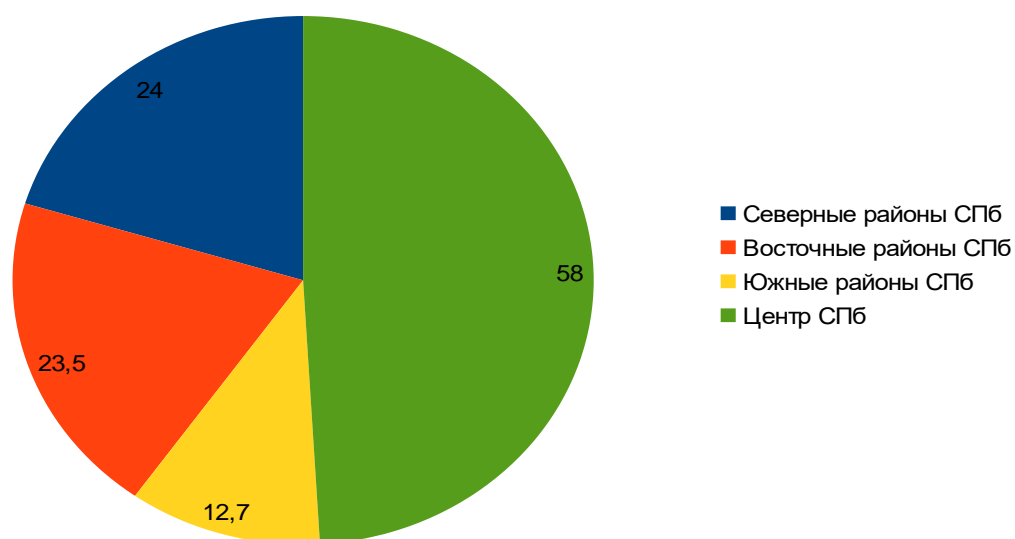


Рисунок 11.5 – Доля территорий (в %) в зоне пешеходной доступности станций метрополитена в различных районах Санкт-Петербурга.

Не обслуживаются метрополитеном:

- Красносельский район Санкт-Петербурга;
- значительные части Приморского, Красногвардейского, Фрунзенского, Калининского, Выборгского районов Санкт-Петербурга.

По сравнению с другими видами наземного городского пассажирского транспорта общего

пользования метрополитен обеспечивает самую высокую скорость движения, составляющую 32-40 км/час (скорость движения на автобусе, трамвае и троллейбусе составляет не более 15-18 км/час, снижаясь в часы пик до 5-10 км/час), и высокую частоту движения. В часы пик наполнение подвижного состава метрополитена превышает нормативное в 1,3-1,7 раза, 50 процентов вестибюлей станций метрополитена в пиковые периоды работают с перегрузкой. Недостаточная провозная и пропускная возможность метрополитена вынуждает ограничивать вход на станции, что приводит к дополнительным задержкам, достигающим 20 мин.

#### 11.4 Анализ особенностей и современного состояния объектов транспортной инфраструктуры воздушного транспорта Санкт-Петербурга

К основным объектам транспортной инфраструктуры воздушного транспорта Санкт-Петербурга относятся:

- аэропорт «Пулково» - главный грузопассажирский аэропорт Северо-Западного федерального округа (СЗФО), важное звено мультимодального транспортно-логистического комплекса Санкт-Петербурга, системообразующий элемент авиационного узла Санкт-Петербурга;
- семь посадочных вертолетных площадок, которые эксплуатируются вертолётами государственной авиации

С 2010 по 2014 годы после завершения реконструкции и модернизации инфраструктуры аэропорта «Пулково» наблюдался стабильный рост пассажиропотока в среднем на 1,5 млн человек ежегодно (до 14,2 млн в 2014 году). В 2015–2016 годах с учетом внешнеполитических событий и общеотраслевого спада пассажиропоток снизился (до 13,2 млн в 2015 г., 13,4 млн в 2016 г.). Объём пассажиропотока в год воздушного транспорта в сравнении с железнодорожным (пригородным) и морским (речным) транспортом представлен на рисунке 11.6.



(млн. чел.) воздушного транспорта в сравнении с железнодорожным (пригородным) и морским (речным) транспортом

Одним из основных условий улучшения функционирования аэропорта «Пулково» и расширения его маршрутной сети является развитие региональной авиации. Пассажиропоток на внутренних воздушных линиях играет определяющую роль в формировании общего пассажиропотока в «Пулково» и является одним из основных условий расширения его маршрутной сети. Развитие внутреннего авиапотока в кризисных условиях стало возможным благодаря существенной государственной поддержке на федеральном уровне. С 2014 года в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 25.12.2013 года № 1242 предоставляются субсидии из федерального бюджета на осуществление региональных воздушных перевозок пассажиров на территории Российской Федерации для развития внутренней маршрутной сети. Общий объем субсидий - 3,5 млрд рублей ежегодно.

В настоящее время в Санкт-Петербурге имеется семь посадочных вертолетных площадок, которые эксплуатируются вертолетами государственной авиации. Они расположены на территории медицинских учреждений СПб ГБУЗ «Детская городская больница No 1», ГБУЗ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт им. И. И. Джанелидзе», ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова», которые оснащены светосигнальным оборудованием и системой пожаротушения. Вертолетные площадки используются воздушными судами, обеспечивающими экстренную доставку больных и пострадавших в учреждения здравоохранения (см. рисунок 11.7).



Рисунок 11.7 – Экстренная доставка больного в медучреждение

В 2016 году введены в эксплуатацию две вертолетные площадки - на территории СПб ГБУЗ

«Городская больница Святой преподобной мученицы Елизаветы» и СПб ГУЗ «Городская Александровская больница».

Кроме того, на территории Санкт-Петербурга расположена посадочная площадка ГБУЗ Ленинградской областной клинической больницы.

В Ленинградской области посадочные площадки располагаются на территории медицинских учреждений: ГБУЗ Ленинградской области «Всеволожская клиническая межрайонная больница», ГБУЗ Ленинградской области «Лудейнопольская межрайонная больница», ГБУЗ Ленинградской области «Тихвинская межрайонная больница им. Калмыкова» (г. Тихвин), ГБУЗ Ленинградской области «Тосненская клиническая межрайонная больница».

Более семидесяти посадочных площадок на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области эксплуатируются для целей авиации общего назначения.

Распоряжением Правительства Санкт-Петербурга от 25.08.2016 года № 53-рп была одобрена Программа развития авиации общего назначения в Санкт-Петербурге на 2016-2020 годы, целью которой являлось обеспечение устойчивого развития авиации общего назначения в Санкт-Петербурге.

### **11.5 Анализ особенностей и современного состояния объектов транспортной инфраструктуры морского и речного транспорта Санкт-Петербурга**

Санкт-Петербург располагается на берегах Финского залива Балтийского моря и обладает разветвленной сетью рек и каналов. Основная водная артерия города - р. Нева, которая перед впадением в Финский залив разветвляется на несколько рукавов, образуя обширную дельту. Общая протяженность всех водотоков на территории Санкт-Петербурга достигает 300 км, а их водная поверхность составляет около 7 процентов всей площади города.

В Санкт-Петербурге насчитывается 33 имеющих официальное название островов, из которых можно выделить основные, образованные рукавами Невы: Васильевский, Петроградский, Крестовский, Каменный, Петровский, Елагин.

Разделение Санкт-Петербурга дельтой р. Невы, реками и каналами на отдельные части накладывает отпечаток на развитие его транспортного комплекса:

- с одной стороны, водные преграды разрывают транспортные связи наземных видов транспорта;

- с другой стороны, реки и каналы, проходящие по территории Санкт-Петербурга, сами по себе могут выступать в качестве путей сообщения, что создает предпосылку для развития речных грузовых и пассажирских перевозок в Санкт-Петербурге.

Маршруты перевозок пассажиров в зависимости от условий перевозок, их продолжительности, протяженности и качества предоставляемых пассажирам услуг подразделяются на следующие виды:

- транспортные - транзитные, местные, пригородные, внутригородские маршруты перевозок пассажиров и переправы;

- экскурсионно-прогулочные - маршруты перевозок пассажиров продолжительностью не более 24 часов;

- туристские - маршруты перевозок пассажиров продолжительностью более 24 часов.

Основной пассажиропоток - пассажиры экскурсионно-прогулочных маршрутов, составляющие от 50 до 60 процентов общего пассажиропотока.

Ежегодный пассажирооборот морских круизных перевозок за последние 5 лет в Санкт-Петербурге вырос почти в 3 раза.

Политика Правительства Санкт-Петербурга, направленная на развитие туризма, позволили городу войти в пятерку ведущих круизных направлений Балтийского моря по количеству пассажиропотока и судозаходов.

Важной особенностью морских круизов является возможность въезда в Россию для иностранных туристов без визы (иностранец может находиться в городе в течение 72 часов). По инициативе Правительства Санкт-Петербурга такая норма закона с 2009 года распространена и на пассажиров паромных судов.

Основные объекты:

- Морской фасад для приема круизных и пассажирских паромных судов;

- Морской вокзал для приема и обработки круизных и паромных грузопассажирских судов;

- причалы на Английской набережной и набережной Лейтенанта Шмидта.

Административно все водные пути Санкт-Петербурга можно разделить на три категории, где действуют разные правила и законы:

Внутренние морские воды, включая акватории морских портов. В Петербурге к ним можно отнести все воды западней Благовещенского моста, Тучкова моста и западней Крестовского и Елагина островов.

Внутренние водные пути Российской Федерации. Сюда относятся река Нева и её рукава восточнее Благовещенского и Тучкова мостов на всём протяжении городской черты.

Внутренние водные пути города Санкт-Петербурга. Это практически все малые реки и каналы города, начиная от реки Карповки на севере, и заканчивая Обводным каналом на южной границе исторической застройки.

В настоящее время в Санкт-Петербурге работают порядка 50 судоходных компаний,

оказывающих экскурсионные услуги на реках и каналах. Из них около 75% пассажирских перевозок осуществляют 12 компаний, которые входят в «Ассоциацию владельцев пассажирских судов» [ 8].

С 2014 года Комитетом по транспорту разработан и внедрен проект «Городские причалы Санкт-Петербурга», цель которого создание водной инфраструктуры общего пользования для развития маршрутных сетей, при осуществлении судоходными компаниями пассажирских перевозок водным транспортом (см. рисунок 11.8).



Рисунок 11.8 – Городские причалы Санкт-Петербурга

С 2014 года по 2020 год количество городских причалов Санкт-Петербурга, введенных в эксплуатацию, увеличилось с четырех до тринадцати (см. рисунок 11.9), география их расположения характеризуется близостью к исторической части Санкт-Петербурга, и востребованным туристическим объектам. Цель проекта заключается, в том числе в обеспечении равного доступа к причальной инфраструктуре всем компаниям, осуществляющие пассажирские перевозки и частным лицам – владельцам судов, в местах, наиболее востребованных при организации пассажирских перевозок водным транспортом.



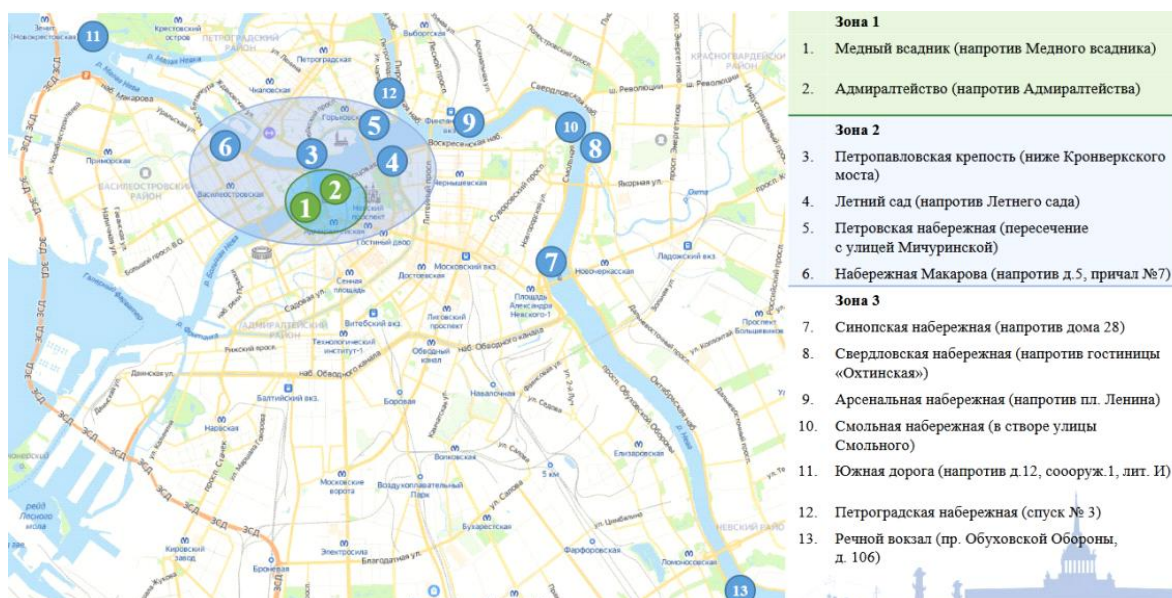


Рисунок 11.9 – География городских причалов Санкт-Петербурга в 2021 г.

В соответствии с данными Федеральной службы государственной статистики в Российской Федерации наблюдается устойчивая тенденция к сокращению объемов пассажирских перевозок внутренним водным транспортом. При этом объем перевозок на маршрутах пассажирских перевозок внутренним водным транспортом в Санкт-Петербурге за этот же период держится на одном уровне и имеет тенденцию к увеличению.

### 11.6 Анализ особенностей и современного состояния объектов транспортной инфраструктуры пригородного железнодорожного транспорта Санкт-Петербурга

Сохраняется высокая востребованность пригородных железнодорожных перевозок. На данный момент пассажиропоток по железной дороге составляет 400 тыс. человек в сутки.

В 2019 году поездами пригородного сообщения перевезено порядка 74,8 млн пассажиров. Объем пригородных пассажирских перевозок Санкт-Петербургского железнодорожного узла в июне 2021 года практически достиг уровня 2019 года.

Одна из ключевых целей дальнейшего развития Санкт-Петербургского железнодорожного узла — интегрировать железнодорожную инфраструктуру в городскую транспортную сеть [9].

В развитых странах уже давно пришли к выводу о том, что без «рельсовой триады», состоящей из метро, трамвая и пригородной электрички, современному мегаполису не выжить. К такому мнению проектировщики пришли еще в 60-х годах прошлого века — первыми эту самую триаду запустили немцы, затем французы. Советские инженеры использовали эту же формулу при планировке генплана Москвы 1971 года, когда впервые нарисовали на карте столицы

железнодорожные диаметры [6].

Программа масштабной интеграции новых железнодорожных путей в городскую сеть рассчитана до 2030 года и предварительно оценивается в 600 млрд рублей.

### **11.7 Анализ особенностей и современного состояния объектов управления транспортным комплексом**

Меры по организации дорожного движения, направленные на повышение пропускной способности и безопасности улично-дорожной сети, являются важной составляющей улучшения транспортной ситуации в Санкт-Петербурге. Эти меры в основном состоят из внедрения в практику средств интеллектуальных транспортных систем (далее - ИТС), в том числе - повышения эффективности системы регулирования дорожного движения с помощью АСУДД, дорожных знаков и дорожной разметки, а также реализации проектных решений на улучшение условий движения.

Управление транспортными и пешеходными потоками в Санкт-Петербурге обеспечивают более 1700 светофорных объектов и 100000 постоянных дорожных знаков.

Ежегодно в Санкт-Петербурге обновляется 550-770 тыс. кв. м дорожной разметки, что составляет 65-92 процентов потребности.

Сформировавшиеся к настоящему времени компоненты интеллектуальной транспортной системы АСУДД, автоматизированной системы управления городским пассажирским транспортом (далее - АСУГПТ) и другие не интегрированы в единую систему и имеют ограниченный охват:

- к АСУДД подключено 65 процентов светофорных объектов (43% каналами GSM и 22% высокоскоростной линией связи);

- АСУГПТ контролирует движение 100 процентов подвижного состава, обслуживающего социальные маршруты наземного городского пассажирского транспорта, но не полностью покрывает коммерческие маршруты.

По состоянию на январь 2021 года на стабильной связи со светофорными объектами в Санкт-Петербурге функционируют две АСУДД:

- АСУДД «Спектр» в составе 990 светофорных объектов;

- АСУДД «eDartiva» в составе 108 светофорных объектов.

1180 светофорных объектов оборудовано детекторами транспорта, 140 объектов оборудовано камерами системы транспортного видеонаблюдения.

В сфере организации дорожного движения выделяется ряд организационных и технических проблем:

- неэффективная система управления светофорной сигнализацией, характеризующаяся недостаточным развитием АСУДД, использованием устаревших технологий управления



светофорной сигнализацией, широким использованием диспетчерских (ручных) режимов управления;

- применение неэффективных решений по организации дорожного движения при строительстве и реконструкции улично-дорожной сети Санкт-Петербурга из-за ориентации на минимизацию стоимости строительства;

- недостаточное внимание решению задачи по устранению на УДС «узких мест» (участков УДС, снижающих пропускную способность УДС);

- отсутствие системы мониторинга дорожного движения и интегрированной информационной системы регулирования дорожного движения, которое не позволяет получать объективные данные о дорожной ситуации и как следствие своевременно принимать эффективные решения по совершенствованию организации дорожного движения.

29 декабря 2014 года при реорганизации ГУП «Городской центр автостоянок и гаражей» было создано СПб ГКУ «Городской центр управления парковками Санкт-Петербурга». Учреждение подведомственно Комитету по транспорту.

Деятельность Учреждения направлена на модернизацию объектов транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга в части снижения трафика в центре города за счет создания и эксплуатации городских и перехватывающих автостоянок, а также зоны платного паркования. Количество городских автостоянок, перехватывающих стоянок и мест платной парковки представлено в таблице 11.5. С 15 мая 2017 года Учреждение также обеспечивает размещение и текущий ремонт велосипедных дорожек и участвует в мероприятиях, направленных на создание условий для беспрепятственного доступа инвалидов к объектам транспортной инфраструктуры.

На конец декабря 2021 года в городе функционируют 17 перехватывающих автостоянок на 1 754 машиномест, где водители могут бесплатно оставить свои транспортные средства, чтобы пересесть на общественный транспорт, избежав, таким образом, пробок и сократив время на дорогу. Как правило, они находятся у станций метро.

Также в Санкт-Петербурге организовано 18 городских автостоянок на 2 694 парковочных мест для размещения транспортных средств в Центральном, Петродворцовом, Кировском, Красногвардейском, Московском, Приморском и Кронштадтском районах.

С 3 сентября 2015 года в Центральном районе города на 27 улицах, ограниченных Невским, Лиговским проспектами, набережной реки Фонтанки и Кировской улицей, начала функционировать пилотная зона платной парковки. 7 декабря 2020 года в зону платной парковки вошла улица Рубинштейна. В настоящее время емкость парковочного пространства составляет 2903 машиномест и включает 28 улиц.

**Таблица 11.5 – Количество городских автостоянок, перехватывающих стоянок и мест платной**

парковки в Санкт-Петербурге.

Вид стоянки/парковки	Количество	Количество машиномест
Перехватывающая стоянка	17	1754
Городская автостоянка	18	2694
Зона платной парковки	28 улиц	2903

Несмотря на мероприятия, проводимые СПб ГКУ «Городской центр управления парковками Санкт-Петербурга» по снижению трафика в центре города за счет создания и эксплуатации городских и перехватывающих автостоянок в настоящее время неупорядоченная стоянка транспортных средств существенно ухудшает условия движения на значительном количестве магистралей.

Многие улицы центральных районов Санкт-Петербурга работают в режиме дневных бесплатных парковок и практически исключены из состава функционирующей улично-дорожной сети.

В целях развития сети велодорожек и создания предпочтительных условий для осуществления ежедневных, в том числе рабочих, поездок на велосипеде, в 2017 году была определена трассировка пяти маршрутов общей протяженностью 39,4 км.

Три отобранных веломаршрута проложены в исторической части Петербурга: в Петроградском и Центральном районах.

Две велодорожки организованы в северной части города.

В настоящее время в Санкт-Петербурге для велосипедистов доступно 36 велосипедных маршрутов общей протяженностью 128,5 км.

Для удобства велосипедистов на всех городских и перехватывающих автостоянках организованы бесплатные велосипедные парковки, которые работают круглосуточно.

Основным участником движения в городе является пешеход, для которого необходимо создать безопасные и комфортные условия передвижения. Обеспечение безопасности и удобства немоторизованного (пешеходного и велосипедного) передвижения также имеет большое значение с точки зрения здоровья людей и поддержания состояния окружающей среды.

В центральной части Санкт-Петербурга создан ряд пешеходных зон, в парках обустроены рекреационные велосипедные дорожки.

Вместе с тем в Санкт-Петербурге сохраняется целый ряд проблем в этой сфере, в том числе крайне низкий уровень безопасности пешеходного движения:

- на долю пешеходов приходится более 60 процентов всех погибших на дорогах Санкт-Петербурга и значительная часть травм, полученных в результате дорожно-транспортных происшествий;

- затрудненные условия движения по тротуарам, на которых припаркованы автомобили;
- незначительная доля велосипедного передвижения в структуре поездок населения Санкт-Петербурга, отсутствие сети велосипедных дорожек, неудовлетворительный уровень безопасности дорожного движения.

Таким образом, анализ особенностей и современного состояния транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга позволяет выделить основные проблемы её функционирования, которые заключаются:

1. В больших затратах времени на передвижения, вызванных заторами на улично-дорожной сети и низкой скоростью движения общественного транспорта;

2. Низким уровнем комфортности передвижения на общественном транспорте (70% поездок горожан осуществляется на общественном транспорте):

- большие интервалы движения общественного транспорта (непредсказуемость движения);
- перегруженность общественного транспорта в часы пик;
- неоптимальная маршрутная сеть (плотность 7,9 км/кв.км при нормативе 2,5 км/кв.км) [5];
- отсутствием комплексного подхода к ценовой политике и льгот в коммерческом транспорте;

3. Нерешённостью проблем парковки личного транспорта:

- недостаточное количество мест постоянного хранения;
- дефицит парковок временного хранения, особенно в центральной части города и периферийных ТПУ;
- недостаточный эффект от платной парковки (временный характер);

4. Небезопасностью транспортного комплекса:

- высоким уровнем ДТП с пострадавшими, в том числе с участием пешеходов (более 60%);
- высоким уровнем негативного воздействия на окружающую среду,

## **11.8 Дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга при проведении транспортной реформы**

Решение проблем функционирования транспортного комплекса Санкт-Петербурга зависит от чётко сформулированных целей и поставленных задач правительством города в рамках транспортной реформы Санкт-Петербурга.

Транспортная реформа является логическим продолжением, уточнением и претворением в жизнь Государственной программы Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга на период до 2024 года» в рамках исполнения закона Санкт-Петербурга «О Стратегии

социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года» (с изменениями на 26 ноября 2020 года), принятого Законодательным Собранием Санкт-Петербурга 19 декабря 2018 года [4].

Планировали приступить к транспортной реформе в 2020 году, однако по причине пандемии коронавируса начало транспортной реформы было перенесено на 2022 год:

- 1 апреля 2022 года начнется первый этап;
- 1 июня 2022 года начнется второй этап;
- 15 июля 2022 года начнется третий этап.

Основные новшества, ожидаемые от реализации транспортной реформы [7]:

- город поменяет отношения с перевозчиками. Согласно новым правилам, оплата за проезд будет поступать не частникам, а в бюджет Санкт-Петербурга. Город заключает договоры с перевозчиками на качественную и безопасную перевозку пассажиров. Договоры будут защищать интересы горожан;

- полная отмена коммерческих маршруток и их замена на социальные автобусы. Это радикальное решение позволит решить целый корпус проблем, с которыми приходится сталкиваться горожанам. Городской транспорт станет по-настоящему безопасным, унифицированным и предсказуемым;

- транспорт будет ходить, как поезда в метро: один автобус за другим, не мешая друг другу, с очень короткими интервалами. Весь подвижной состав – с климат-контролем, новый, полностью низкопольный и с приемкой всех платежных систем, предусмотренных законодательством;

- на каждом маршруте будет добавлено некоторое количество социальных автобусов, а также появятся новые автобусные маршруты;

- план реформы включает в себя не только закупку нового транспорта и реформацию маршрутов, но и работу над имеющейся инфраструктурой, создание новых дорог.

За период проведения транспортной реформы планируется:

- оборудовать выделенными полосами все основные магистральные улицы;
- ввести в эксплуатацию после строительства и реконструкции автомобильных дорог общего пользования регионального (межмуниципального) значения в объеме не менее 31 км;
- снизить процент дорог, находящихся в ненормативном состоянии, до 15,4 %;
- увеличить эксплуатационную длину линий метрополитена на 8,77 км, ввести в эксплуатацию 3 новых станции/3 вестибюля, электродепо «Красносельское»;
- довести долю подвижного состава нового поколения до 45,84 процента от общего числа парка подвижного состава метрополитена, до 69,2 процента от общего числа парка электрического транспорта;

- увеличить количество высокоэкономичных транспортных средств (автобусов), регулирование тарифов на услуги по перевозке на которых осуществляется Санкт-Петербургом, до 439 единиц;

- увеличить долю низкопольного подвижного состава до 90 процентов. Петербург получит 2801 низкопольный автобус. Это значит, что транспорт в городе будет приспособлен и для лиц с ограниченными возможностями здоровья. Также весь подвижной состав будет окрашен в бирюзовый цвет;

- увеличить долю поездок на наземном городском пассажирском транспорте, оплаченных электронными билетами, с 86 процентов до 91 процента;

- увеличить количество светофорных объектов, включенных в АСУДД до 5 штук в год;

- увеличить количество крытых остановок;

- увеличить до 5089 количество парковочных мест для временного размещения транспортных средств на городских автостоянках;

- увеличить протяженность велосипедных дорожек, велопешеходных дорожек, полос для велосипедистов до 170,2 км.

- обеспечить эксплуатацию 4 посадочных площадок для вертолетов, созданных на территории Санкт-Петербурга в целях оказания скорой специализированной медицинской помощи;

- увеличить количество объектов инфраструктуры водного транспорта до 19 единиц.

Таким образом, комплекс мероприятий, спланированный к реализации в рамках транспортной реформы Санкт-Петербурга, избавит город от пробок и создаст транспортную инфраструктуру, которая будет обеспечивать комфортное и безопасное передвижение петербуржцев и, таким образом, будет способствовать улучшению качества жизни в Санкт-Петербурге.

#### **Список использованных источников**

1. ГОСТ Р 56461-2015.Безопасность транспортная. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2019;

2. ГОСТ Р 51006-96 Услуги транспортные. Термины и определения. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1997;

3. Светлана Воронцова. Стратегия развития транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области на период до 2030 года [Электронный ресурс].-URL: <http://cyberleninka.ru/article...strategiya-razvitiya...goda> (дата обращения:28.08.2021);

4. Государственная программа Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-

Петербурга» на 2015-2022 годы [Электронный ресурс].-URL: "https://docs.cntd.ru/document/822403631"/822403631 (дата обращения: 27.08.2021);

5. Итоги ПМЭФ-2021: в Петербурге появятся транспортно-пересадочные узлы [Электронный ресурс]. - URL: "https://news.myseldon.com/ru/news/index/252043214 "ru/news/index/252043214 (дата обращения: 29.09.2021);

6. Большое Евразийское партнерство – новые горизонты сотрудничества: Тематический сборник/ под общей ред. И.А.Максимцева.-СПб.: СПбГЭУ, 2021.-159с.

7. Безопасность, комфорт, точность: что даст реформа транспорта в 2022 году петербуржцам [Электронный ресурс].-URL: http://spb.mk.ru>...tochnost...dast...v...godu-peterburzhcam.html (дата обращения: 23.09.2021);

8. Зубарев Е.В., Фёдорова М.М. Речной пассажирский транспорт в морской столице: современное состояние и перспективы развития// Транспорт Российской Федерации. – 2009, № 1(20). – С. 66-68;

9. Макеев И.В. Водный пассажирский транспорт Санкт-Петербурга. В поисках точек роста /И.В. Макеев// Общество. Среда. Развитие. – 2018. №1.-С.152-157;

Результаты проведенных исследований опубликованы:

1. Транспортная реформа в Санкт-Петербурге: предпосылки, цели, задачи, основные направления: монография/ Родионов В.А., Говорухин В.П., Нестерчук А.А. – СПб.: СПбГЭУ, 2021. – 111 с.

2. Белый О.В., Баринаова Л.Д., Забалканская Л.Э. Основные тенденции инновационного развития городского рельсового транспорта в XXI веке // Журнал «Транспорт: наука, техника, управление», № 6. - С.41-47.

Участие в научных мероприятиях по теме исследования:

1. 23 – 24 марта 2021 г. – XXII Международный экологический форум «День Балтийского моря». – СПб (он-лайн участие).

2. 24 марта 2021 г. – Японо-Российская межрегиональная экологическая конференция «Чистое море» (в рамках работы XX Международного форума «Экология большого города»). – СПб (он-лайн участие).

3. 8 – 9 апреля 2021 г. – XX Международная научно-практическая конференция «Логистика: современные тенденции развития» (очное участие)

4. 20 – 21 мая 2021 г. – IV Международная научно-практической конференции «Транспортное планирование и моделирование» (очное участие).

5. 26 мая 2021 г. – VIII Международная научно-практическая конференция

«Магнитолевитационные транспортные системы и технологии». – СПб (он-лайн участие).

6. 2 июня 2021 г. – XI ежегодная международная конференция «ТРИЛОГИЯ» (Транспорт, Инвестиции, Логистика) (На полях Петербургского Международного экономического форума ПМЭФ-21) (очное участие).

## **12 Исследование процесса принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия**

В 2021 году в СПбНЦ РАН продолжались исследования по направлению международных отношений – исследован процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия (ФРГ). Детальное исследование процесса формирования внешней политики обусловлено не только ведущей ролью не только ФРГ в ЕС, но и России на евразийском пространстве, что в перспективе может способствовать развитию сотрудничества Российской Федерации и Федеративной Республике Германия от Лиссабона до Владивостока.

### **12.1 Актуальность, цель, основные задачи и информационная база исследования**

Актуальность темы исследования процесса принятия внешнеполитических решений в ФРГ определяется историей взаимоотношений России и Германии, политическим весом ФРГ в Европейском союзе (ЕС) и ее экономической мощью, цикличностью характера международных процессов, трансформацией политической системы ФРГ в XX и XXI веках.

Для понимания, что происходит в отношениях между Россией и Германией, как найти точки пересечения взаимных интересов, необходим анализ внешнеполитической стратегии государств.

Для существующей системы принятия решений в ФРГ, которую характеризуют как «бюрократическую политику» (*bürokratische Politik*); ее главные легитимные акторы определены Основным Законом ФРГ от 23 мая 1949 г.

Выбор направления и темы исследования обусловлен объективной необходимостью дальнейшего более глубокого изучения внешней политики ФРГ. Общее описание тенденций и стратегий внешней политики ФРГ на двустороннем или многостороннем уровне не являются предметом исследования.

В исследовании предлагается рассмотреть формирование внешнеполитической стратегии ФРГ с точки зрения национальных институтов, включенных в этот процесс и представляющих собой «черный ящик» политики ФРГ. Изучение внешнеполитической стратегии ФРГ подразумевает рассмотрение механизма принятия решений, акторов, задействованных в этом процессе, и уровни принятия решений в условиях ЕС.

Исследуемая тема представляет собой особый случай. Механизм контроля за взаимодействием органов ЕС и органов государств-членов основывается на системе их взаимозависимости и взаимовлиянии: контроль над органами ЕС осуществляется государствами-членами, а органами ЕС – над государствами.



Считается, что включение Германии в европейскую интеграцию обеспечило последующее мирное сосуществование стран в Европе. В этих условиях страна восстанавливала свое положение в мировой политике. Интеграционные процессы породили не только теоретические, но и практические сложности выработки внешней и внутренней политики страны в условиях многоуровневого управления, взаимодействия национального и наднационального уровней. Безусловно, такие преобразования и особенности развития процесса принятия внешнеполитических решений в данной стране заслуживают отдельного исследования.

Подписание Маастрихтского договора усилило влияние ФРГ в институтах ЕС. Определенное сходство в институциональной структуре и законодательстве ФРГ и ЕС позволили Германии играть ведущую роль в формировании как европейской политики в целом, так и наднационального институционального строительства в частности. Более того, можно сказать, что стране удалось избежать серьезного давления со стороны институтов ЕС в процессе трансформации и адаптации политической системы. Сегодня европейская политика рассматривается как одно из ключевых направлений внешней политики страны, и по сей день федеральное правительство придерживается участия в многосторонних процессах и поддерживает европейскую интеграцию, даже если это требует ограничения национального суверенитета и столкновения с рядом общеевропейских кризисов. Современная Германия стала одной из ведущих экономик мира, членство в ЕС которой преобразовало ее институты и всю политическую систему.

Трансформации органов исполнительной власти ФРГ и протекающего в них процесса принятия решений недостаточно исследованы в российской политической науке, но именно в правительственном аппарате произошли значительные изменения.

В исследовании сделан акцент на изменениях, которые внесла европеизация в процесс становления и выработки национальной немецкой внешней политики, были исследованы возможности по применению концепций «европеизации» и «интеграции» к анализу немецкой политики и взаимовлиянию политики ЕС и национальной политики ФРГ.

Цель исследования – выявление и анализ особенностей процесса принятия политических решений в ФРГ, связанных с европеизацией государственных институтов ФРГ.

Задачи исследования:

- анализ содержания основных подходов и моделей анализа принятия внешнеполитических решений;
- оценка роли институционального, неинституционального и сетевого анализа в приложении к исследованию взаимодействия акторов внешней политики;

- описание концепции «европеизации» и «евроинтеграции» в применении к исследованию взаимовлияния политики национальных государств-членов и ЕС, анализ особенностей многоуровневого управления в ЕС;

- исследование процесса становления внешней политики ФРГ в ЕС;

- анализ основных документов, содержащих положения об акторах внешней политики ФРГ, распределении полномочий между ними; при помощи контент-анализа изучить основополагающие стратегии ЕС и ФРГ, материалы интернет-страниц ведомств ФРГ и институтов ЕС;

- с применением институционального анализа определить основных акторов в процессе принятия внешнеполитических решений на национальном уровне;

- выявить особенности процесса принятия внешнеполитических решений в условиях ЕС;

- провести эмпирическое исследование, взяв за основу кейс процесса принятия решений по проекту строительства газопровода «Северный поток-2», который приобрел внешнеполитическое значение; показать взаимосвязь внешней и энергетической политики в свете Энергетического союза ЕС.

Базу официальных источников исследования составили: тексты учредительных договоров ЕС, правовые акты ЕС, стратегии ЕС, Основной Закон ФРГ от 23 мая 1949 г., регламент работы федерального правительства Германии, Закон о свободе информации, Белая книга по безопасности ФРГ от 2016 года, Коалиционный Договор от 2018 года, организационная схема Ведомства канцлера, организационная схема МИД ФРГ, Закон о парламентском контроле федеральной разведки, Закон о дипломатической службе в ФРГ, Закон о сотрудничестве между Федеральным правительством и немецким Бундестагом в вопросах относительно Европейского союза, Закон о сотрудничестве между Федерацией и землями в вопросах, касающихся Европейского союза, Закон о внесении изменений в закон об энергетической политике в связи принятием Директивы ЕС 2019/692, Договор о функционировании ЕС, Регламент ЕС № 715/2009 Европейского парламента и Совета от 13 июля 2009 года об условиях доступа к сетям передачи природного газа и отменяющий Регламент (ЕС) № 1775/2005, Директива ЕС 2009/73, Директива ЕС 2019/692, Законопроект о введении санкций в отношении предоставления определенных судов для строительства российских энергетических экспортных трубопроводов и для других целей, Закон о национальной обороне США на 2020 год.

Информационную базу проведенного исследования составили:

- доклады, заявления, выступления, статьи и интервью официальных лиц: канцлера ФРГ, министра иностранных дел ФРГ, министра иностранных дел РФ, а также официальные сайты федеральных ведомств Германии и институтов ЕС;

- публикации в специализированных немецкоязычных журналах по внешней политике ФРГ «Internationale Politik», «Zeitschrift für Internationale Beziehungen», «Zeitschrift für internationale Politik und vergleichende Studien», «Integration»;

- публикации в российских журналах «Современная Европа», «Мировая экономика и международные отношения», «Международная жизнь», «Россия в глобальной политике», «Международные процессы»;

- публикации в СМИ – газеты и журналы, а также интернет-издания.

Доступ к материалам германских СМИ был получен посредством электронных вариантов «Frankfurter Allgemeinen Zeitung», «Süddeutsche Zeitung», «Die Zeit», «Deutsche Welle», «Das Parlament», «Die Welt», «Der Spiegel», «Deutschland».

В процессе исследования использованы материалы из библиотечного фонда Российской государственной библиотеки, Российской национальной библиотеки, научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ, научной библиотеки университета Лейпцига «Альбертина» («Albertina»).

Определенный объем информации об акторах внешней политики ФРГ был получен в ходе семестра научной работы и включенного обучения в Институте политологии университета Лейпцига по стипендии Эразмус+ (Erasmus+ Doctoral exchange Program) для аспирантов СПбГУ в рамках двустороннего соглашения об академической мобильности.

В исследовательских целях, в рамках одного из курсов – «Демократическое правление» («Demokratisches Regieren») – имелась возможность посетить ключевые ведомства ФРГ, приняв участие в недельном выездном семинаре «Политика безопасности и обороны» («Sicherheits- und verteidigungspolitische Exkursion nach Berlin»). В рамках семинара были посещены:

- Министерство иностранных дел ФРГ;
- Министерство обороны ФРГ;
- Федеральная разведывательная служба Германии (BND);
- Оперативное командование Бундесвера под Потсдамом;
- Министерство экономического сотрудничества и развития ФРГ;
- пресс-служба Федерального Правительства ФРГ;
- Информационный центр Бундесвера в Штраусберге;
- офис фонда им. К. Аденауэра в Берлине.

Семинар и подготовка к нему позволили получить представление об основных акторах внешней политики и политики безопасности ФРГ в процессе изучения научных текстов и презентаций сотрудников данных ведомств, проанализировать особенности сетевого подхода к взаимодействию акторов внешней политики и политики безопасности ФРГ.

Согласно концепции многоуровневой системы, политическое волеизъявление смещается с национального уровня на наднациональный. Многогранность проблемы исследования сделала необходимым междисциплинарный подход к ее решению, который заключается в применении общенаучных методов, методов политической науки: системного, институционального, неинституционального анализа, сетевого анализа, качественного контент-анализа, метода изучения документов.

## **12.2 Исследование процесса принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия**

Государства ЕС стремятся сохранить национальный суверенитет, по меньшей мере, в сфере внешней политики и политики в области безопасности. Политическое сотрудничество, зафиксированное в Маастрихтском договоре 1992 г. в области внешней политики и политики безопасности, до сих пор остается прерогативой национальных государств-членов ЕС, которые увеличили свое влияние на принимаемые решения в ЕС.

Лиссабонский договор разграничил распределение компетенций между национальными государствами-членами ЕС и наднациональным уровнем во всех сферах политики, создал механизмы в области внешней политики и политики безопасности ЕС и усилил роль национальных парламентов в европейской политике, при сохраняющихся центристских позициях Правительств во внешней политике и европейской политике. В ст.2.п.4 Договора сказано, что Союз располагает компетенцией по определению и осуществлению общей внешней политики и политики безопасности, включая поступательное формирование общей оборонной политики. Каждое государство-член ЕС может вносить на рассмотрение Совета любой вопрос, относящийся к общей внешней политике, и представлять Совету инициативы или предложения. Путем сближения своих действий государства-члены обеспечивают Союзу возможность отстаивать его интересы и ценности на международной арене. Кроме того, все решения в области политики безопасности принимаются государствами-членами ЕС в соответствии с конституционными правилами каждого из них.

Национальные интересы как фундаментальное основание внешней политики любого государства не поддается размыванию.

В ст.24. п.3 Договора о ЕС в редакции Лиссабонского договора 2007 года зафиксировано, что государства-члены активно и безоговорочно поддерживают внешнюю политику и политику безопасности Союза в духе лояльности и взаимной солидарности и соблюдают мероприятия Союза в этой сфере. В связи с этим среди научного сообщества возникли дискуссии об ограниченности суверенитета государств-членов Европейского союза.

В ходе исследований установлено, что для ЕС, который представляет собой трансформирующуюся конфедерацию, характерна правовая динамика интеграционных процессов. В результате государства-члены ЕС не только вынуждены имплементировать нормы ЕС в национальное право, но и между общей политикой Союза и национальной выбирать первую. Однако в области внешней политики процесс согласования национальной и наднациональной политики имеет свои характерные черты.

Основным принципом сотрудничества стало соблюдение принципа субсидиарности, а именно включение и учет интересов и федеральных акторов и регионов в процессы выработки общей политики ЕС. В результате европейской интеграции и европеизации были внесены существенные изменения в Основной закон ФРГ.

Для определения основных внешнеполитических акторов и взаимодействия между ними в процессе принятия внешнеполитических решений применен институциональный подход.

При изучении документов, организационных схем, монографий и научных статей немецких политологов и сотрудников внешнеполитического ведомства ФРГ определены:

- внешнеполитические акторы и особенности их сотрудничества в процессе выработки внешней политики и политики безопасности с акторами наднационального уровня, сетевой подход к которому подчеркнут в «Белой книге по безопасности» 2016 года;

- тенденции по формированию «сетевой внешней политики и политики безопасности».

Инструментарий неинституционального анализа позволил рассмотреть структуры горизонтальных и вертикальных взаимодействий акторов, формальных и неформальных каналов коммуникации в процессе принятия решений:

- выявлено, что для всей иерархии взаимодействия общеевропейских органов власти и национальных характерны взаимодополняемость и взаимообусловленность;

- обобщены наиболее важные аспекты согласования политики ФРГ с ЕС и их взаимовлияние;

- осуществлен анализ выдвинутой исследовательской проблемы – особенностей принятия решений, объединяющей в себе несколько уровней принимаемых решений.

В результате исследований выявлено:

1. Адаптационное давление европеизации выше в тех случаях, когда наблюдается много расхождений в институциональном устройстве. Политическая система Германии относительно легко адаптировалась к условиям европеизации. В результате европейской интеграции политические институты Германии были подвергнуты реформированию:

- созданы департаменты и комитеты по делам ЕС в министерствах;

- внесены изменения в систему права в целом. Поскольку регулирование определенных сфер политики было экспортировано с национального на наднациональный уровень, то это также позволило снизить это давление.

2. Германская внешняя политика получила новый импульс к развитию в результате создания европейских сообществ и позже – ЕС. В проведении собственных внешнеполитических инициатив Германия опирается на международный вес ЕС. Внешняя политика ЕС позволяет защищать свои национальные интересы за рубежом без опасения быть обвиненной в экспансии или гегемонии. Европейская политика является одним из ключевых направлений внешней политики страны.

3. По мере роста взаимозависимости внешнеполитических акторов под влиянием глобализации и евроинтеграции меняются структуры, формируются надгосударственные механизмы и институты управления на региональном уровне. Принимаемые решения во внешней политике Германии неизбежно сталкиваются с интересами Европейского союза. Этот процесс представлен в качестве многоуровневой сети взаимодействия, к анализу которого применимы концепции «европеизации» и «интеграции», «нисходящий» (top-down) и «восходящий» (bottom-up) подходы.

4. Для процесса принятия решений на национальном уровне характерно межведомственное взаимодействие. Несмотря на то, что институты исполнительной власти имеют приоритет в выработке внешней политики и процессе принятия решений, их структуры все время находятся в динамичном процессе трансформации. Бундестаг получил больше полномочий по контролю над европейской политикой ФРГ. Это связано как с меняющейся природой международных отношений, так и с усложнением европейской политики, вследствие которой были внесены поправки в Основной закон страны. Национальная внешняя политика остается приоритетной, как и национальный уровень принятия решений.

5. В практике ЕС процедура принятия решений в области внешней политики наднациональна, степень взаимозависимости и взаимосвязанности стран в соответствующей области политики высока, и при формировании механизма принятия внешнеполитических решений в ЕС учитываются интересы правительств его государств-членов. При этом в определении совместной европейской политики Германия сохраняет большой вес.

6. В сфере энергетической политики, с учетом включенности третьих стран, не входящих в ЕС, существует конфликт интересов наднациональных органов ЕС и национального государства. Отмечается тенденция на усиление наднациональных органов ЕС, а также увеличение влияния общеевропейского регулирования на примере функционирования Энергетического союза, давления европеизации на государства-члены ЕС и их национальные институты. Существуют проблемы в отношении степени централизации принятия решений как результат поиска наиболее

адекватной структуры управления в данной сфере, большого количества акторов, принципа субсидиарности и национального суверенитета в структуре энергопотребления.

Процесс принятия решений в ФРГ на национальном уровне проверен путем проведения эмпирического исследования по взятому кейсу «Северный поток-2». В ходе эмпирического исследования и анализа текстов германских экспертов было отмечено, что для управления европейским энергетическим сектором, с учетом участия третьих стран, не входящих в ЕС, характерно сочетание централизации и децентрализации в принятии решений.

Данный кейс показал сложность принятия решений и проведение согласований. Для сотрудничества характерны сетевые принципы, обусловленные большим количеством иерархических и неиерархических институтов, сложным многоуровневым управлением.

По результатам проведенного эмпирического исследования выявлены зависимости:

- взаимозависимость энергетической и внешней политики:
- влияние внешнеполитических вопросов на реализацию энергетических и экономических проектов.

### **12.3 Основные результаты исследования процесса принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия**

По результатам проведенного исследования процесса принятия внешнеполитических решений в ФРГ в составе ЕС сформулированы следующие выводы:

- механизм принятия решений стал неотъемлемой частью успешного развития интеграционного объединения (ЕС), для которого характерно сочетание правовой гибкости и компромисса между наднациональных и национальных институтов с обязательностью исполнения и контролем;
- в странах ЕС наблюдается относительная прозрачность механизма принятия внешнеполитических решений и публичность внешней политики;
- стратегическое планирование, выраженное в национальных стратегиях, программах партий, коалиционных договорах, формируется с учетом общей стратегии ЕС;
- в практике ЕС процедура принятия решений по внешней политике наднациональна, степень взаимозависимости и взаимосвязанности стран в соответствующей области политики высока. В ст.29 Договора о ЕС в редакции Лиссабонского договора 2007 года определено, что государства-члены следят за соответствием своей национальной политики интересам ЕС;
- при формировании механизма принятия внешнеполитических решений в ЕС учитываются интересы национальных правительств, политика которых является приоритетной. В определении совместной политики ФРГ сохраняет большой вес;

- для энергетической политики ЕС и его национальных государств характерно принятие политических решений с увеличением централизации и влияния наднациональных институтов ЕС;
- внешняя политика ФРГ сохраняет приверженность принципу многосторонности;
- процесс принятия решений в ФРГ основывается на коллегиальном принципе, в который вовлечено большое количество акторов;
- во взаимодействии акторов внешней политики и политики безопасности ФРГ характерно межведомственное горизонтальное сетевое взаимодействие. Выявлены новые тенденции в формировании внешней политики ФРГ: «сетевое взаимодействие» акторов, специфика «сетевой внешней политики и политики безопасности»;
- для парламентской демократии ФРГ характерно увеличение роли Бундестага по контролю над «делами Европы» в Германии при сохраняющихся центристских позициях Правительства во внешней политике и европейской политике, частью которой она является;
- для исполнительных органов власти характерна строгая бюрократическая иерархия;
- для Министерства иностранных дел ФРГ, как и для других министерств, за исключением министерства обороны, характерно тесное взаимодействие с институтами ЕС, создание отделов по работе с органами ЕС.

#### **12.4 Основные практические результаты исследования процесса принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия**

1. Крылова Е.А. Политическая система Германии в условиях современных кризисов. Устойчивость политических систем в условиях глобальных вызовов современности // Сборник тезисов XI Международной молодежной научной конференции «Устойчивость политических систем в условиях глобальных вызовов современности», Факультет политологии СПбГУ. – СПб.: 2021. – С. 265 – 268.

2. Крылова Е.А. Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия. Диссертация на соискание ученой степени кандидата политических наук. – СПбГУ. <https://disser.spbu.ru/zashchita-uchenoj-stepeni-spbgu/475-krylova-ekaterina-aleksandrovna.html>

17 сентября 2021 года состоялась защита кандидатской диссертации научного сотрудника СПбНЦ РАН Крыловой Е.А. в Санкт-Петербургском государственном университете на тему: «Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия» по научной специальности 5.5.4 «Международные отношения».



Копия заключения диссертационного совета СПбГУ по защите кандидатской диссертации Крыловой Е.А. на тему «Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия» 17 сентября 2021 г. представлена на рис. 12.1.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

по защите диссертации Крыловой Екатерины Александровны на тему: «Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия», представленной на соискание ученой степени кандидата политических наук по научной специальности 5.5.4. Международные отношения и состоявшейся в СПбГУ 17 сентября 2021 г.

По результатам защиты и обсуждения диссертационный совет в составе Грибаной Г.И., доктора социологических наук, СПбГУ (председателя); Лагутиной М.Л., доктора политических наук, СПбГУ; Ланцова С.А., доктора политических наук, СПбГУ; Баранова Н.А., доктора политических наук, СПбГУ; Рыхтика М.И., доктора политических наук, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского; Маркуса Корнпробста, PhD, Венская дипломатическая академия, Австрия, заключил, что представленная Крыловой Е.А. диссертация на тему: «Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия» соответствует установленным Порядком присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук критериям оценки диссертаций на соискание ученой степени кандидата политических наук по научной специальности 5.5.4. Международные отношения.

Диссертационный совет (протокол проведения защиты прилагается) принял решение присудить Крыловой Екатерине Александровне ученую степень кандидата политических наук по научной специальности 5.5.4. Международные отношения.

Пункт 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени не нарушен.

Председатель диссертационного совета



Грибанова Г.И.

17.09.2021

Рисунок 12.1 – Копия заключения диссертационного совета СПбГУ по защите кандидатской диссертации Крыловой Е.А. на тему «Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия»

Копия приказа СПбГУ от 23 декабря 2021 года № 12754/1 «О выдаче диплома о присуждении ученой степени Крыловой Е.А.» представлена на рис. 12.2.



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

## ПРИКАЗ

23.12.2021

№ 12754/1

О выдаче диплома о  
присуждении учёной степени  
Крыловой Е.А.

В соответствии с Порядком присуждения учёных степеней в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», на основании решения диссертационного совета СПбГУ А23.21.4908 от 17.09.2021 о присуждении Крыловой Екатерине Александровне учёной степени кандидата политических наук по научной специальности 5.5.4. Международные отношения (аттестационное дело № 21а2602 от 26.02.2021)

### ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Выдать Крыловой Екатерине Александровне диплом о присуждении с 17.09.2021 учёной степени кандидата политических наук.
2. Начальнику Управления по связям с общественностью Скороселовой Д.И. обеспечить размещение настоящего Приказа на сайте СПбГУ в течение 1 рабочего дня с даты его регистрации.
3. За разъяснением содержания настоящего Приказа обращаться посредством сервиса «Виртуальная приемная» на сайте СПбГУ к заместителю ректора по правовым вопросам Пенову Ю.В.
4. Предложения по изменению и/или дополнению настоящего Приказа направлять по адресу электронной почты [org@spbu.ru](mailto:org@spbu.ru).
5. Контроль за исполнением настоящего Приказа оставляю за собой.

Заместитель ректора  
по правовым вопросам

Ю.В. Пенов

Рисунок 12.2 – Копия приказа СПбГУ от 23 декабря 2021 года № 12754/1

«О выдаче диплома о присуждении ученой степени Крыловой Е.А.»

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполненных в 2021 году научных исследований осуществлен анализ научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга с учетом главной цели научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга – обеспечение перехода экономики к преимущественно инновационному типу развития, повышение доли высокотехнологичных наукоемких производств в валовом региональном продукте (ВРП), повышение конкурентоспособности отечественной экономики.

В 2021 году в Санкт-Петербурге:

- 320 организаций выполняли научные исследования и разработки;
- более 72 500 человек выполняли научные исследования и разработки, в том числе: 2427 докторов наук, 7844 кандидатов наук;
- в научно-образовательной сфере работали: 78 академиков РАН, 117 членов-корреспондентов РАН;
- общие затраты на выполнение научных исследований и разработок – более 212,14 млрд. рублей.

Основные выводы, полученные в процессе исследования:

- выполненные исследования соответствуют Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 – 2030 гг.);
- Государственное задание от 24 декабря 2020 года № 075-00689-21-00 на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов в части задания на 2021 год выполнено;
- основные результаты исследований опубликованы, показатель качества на 15 февраля 2021 г. составлял 8,77 КБПР (при плановом значении 8,68 КБПР); на 31 декабря 2021 г. составляет 34,16 КБПР (по данным РИНЦ);
- апробация основных результатов исследований осуществлялась на Международных и Российских научных конференциях, в том числе – по Плану мероприятий Года науки и технологий в России.

Таким образом, цели и задачи, установленные на 2021 год в рамках выполнения Государственного задания в НИР на тему «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга» достигнуты.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Программа региональной молодежной научной конференции «Будущее науки в Санкт-Петербурге»



Санкт-Петербургский  
научный центр РАН



**РЕГИОНАЛЬНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
БУДУЩЕЕ НАУКИ В САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГЕ  
(В РАМКАХ ГОДА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ)  
22 НОЯБРЯ 2021 ГОДА**

### ПРОГРАММА



**ФГБУН Санкт-Петербургский научный центр РАН  
Санкт-Петербург, Университетская набережная, дом 5**

### **Организатор конференции:**

ФГБУН Санкт-Петербургский научный центр РАН

### **Организационный комитет конференции:**

**Румянцев В.А.** – председатель оргкомитета, академик РАН, координатор Профильного Совета по направлению наук о Земле (Отделение наук о Земле РАН)

**Орлова М.И.** – заместитель председателя оргкомитета, доктор биологических наук, ИО директора ФГБУН СПбНЦ РАН

**Инге-Вечтомов С.Г.** – академик РАН, директор СПб Филиала Института общей генетики им. Н.И. Вавилова, ФГБОУ ВО СПбГУ

**Каминский В.Д.** – член-корреспондент РАН, директор ФГБУ ВНИИ геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. акад. И.С. Грамберга

**Кузнецов А.Б.** – член-корреспондент РАН, директор ФГБУН ИГГД РАН

**Сократова И.Н.** – кандидат географических наук, Начальник отдела – Заместитель академика-секретаря по научно-организационной работе Аппарата Президиума Российской академии наук (Отделение наук о Земле РАН)

**Голубева Н.И.** – заместитель директора Департамента координации деятельности научных организаций Минобрнауки России

**Чугуева И.Н.** – заместитель директора Департамента координации деятельности научных организаций Минобрнауки России

**Ганус И.Ю.** – Первый заместитель Председателя Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга

**Родионов В.А.** – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**Быстрова Н.Ю.** – научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**Пожарская О.Д.** – младший научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

### **Редакционный совет конференции:**

**Говорухин В.П.** – председатель редакционного совета, кандидат технических наук, профессор, заместитель директора ФГБУН СПбНЦ РАН по научной работе

**Анохин В.М.** – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**Митропольский И.А.** – доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**Калинов М.И.** – доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**Джапаридзе Л.А.** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**Иванова Е.А.** – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник ФГБУН СПбНЦ РАН

**ПРОГРАММА**  
**Региональной молодёжной научной конференции**  
**БУДУЩЕЕ НАУКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**  
**(в рамках Года науки и технологий в России)**  
**22 ноября 2021 года**

**Место проведения: Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 5**

**Время начала регистрации участников: 09:30**

**БОЛЬШОЙ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛ**

<b>10<sup>00</sup>-</b> <b>10<sup>30</sup></b>	<b>ОТКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ</b>  <b>ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ОРГАНИЗАТОРОВ КОНФЕРЕНЦИИ</b> <b>Орлова М.И.</b> докт. биол. наук – заместитель председателя оргкомитета <b>Сократова И.Н.</b> – канд. геогр. наук, Начальник отдела – Заместитель академика-секретаря по научно-организационной работе Аппарата Президиума Российской академии наук (Отделение наук о Земле РАН) <b>Ганус И.Ю.</b> – Первый заместитель Председателя Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга
	<b>ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОНФЕРЕНЦИИ</b> <b>Говорухин В.П.</b> канд. техн. наук профессор
	<b>Секция: НАУКИ О ЗЕМЛЕ (Время 10<sup>30</sup>-12<sup>20</sup>)</b> <b>Анохин В.М.</b> докт. геогр. наук
<b>10<sup>30</sup>-</b> <b>10<sup>50</sup></b>	<b>Sr-СТРАТИГРАФИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВОЗРАСТА</b> <b>ЭКЗОТИЧЕСКИХ ГЛЫБ В ОТЛОЖЕНИЯХ ГОРНОГО КРЫМА</b> <b>Чеботарёва В.А., Кузнецов А.Б.</b> докт. геол.-мин. наук, член-корр. РАН ФГБУН «ИГГД РАН»
<b>10<sup>50</sup>-</b> <b>11<sup>10</sup></b>	<b>ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ</b> <b>СЕВЕРО-ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ</b> <b>Кушим Е.А., Голубкова Е.Ю.</b> ФГБУН «ИГГД РАН»
<b>11<sup>10</sup>-</b> <b>11<sup>30</sup></b>	<b>РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАК КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ УСЛОВИЙ</b> <b>ОБРАЗОВАНИЯ ПОРФИРОВЫХ И НЕПОРФИРОВЫХ ХОНДР ОБЫКНОВЕННЫХ</b>



ХОНДРИТОВ

Суханова К.Г.

ФГБУН «ИГГД РАН»

---

11 <sup>30</sup> -	ГЕОХРОНОЛОГИЯ ПО ИЗОТОПАМ ГЕЛИЯ
11 <sup>50</sup>	Якубович О.В. канд. геол.-мин. наук ФГБУН «ИГГД РАН»

---

11 <sup>50</sup> -	<b>ПЕРЕРЫВ</b>
12 <sup>00</sup>	

---

12 <sup>00</sup> -	ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЛОЩАДЕЙ ОЗЁР ЮГА ЗАПАДНОЙ
12 <sup>20</sup>	СИБИРИ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ
	Корнеева Н.Ю.
	ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН

---

**Секция: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

(Время 12<sup>20</sup>-13<sup>00</sup>)

Митропольский И.А. докт. физ.-мат. наук, профессор

---

12 <sup>20</sup> -	О ПОИСКЕ РЕШЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ НА ПЕРЕМЕННОМ
12 <sup>40</sup>	ИНТЕРВАЛЕ
	Морозов Н.Ф. <sup>1</sup> докт. физ.-мат. наук, академик РАН, Индейцев Д.А. <sup>2</sup> докт. физ.-мат. наук, член-корр. РАН, Семёнов Б.Н. <sup>1</sup> канд. физ.-мат. наук, Вавилов Д.С. <sup>3</sup> канд. физ.-мат. наук, Кудрявцев А.А. <sup>4</sup>
	<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «СПбГУ»
	<sup>2</sup> ФГБУН «ИПМаш РАН»
	<sup>3</sup> ФГБВОУ ВО «ВКА им. А.Ф. Можайского»
	<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «СПбГПУ Петра Великого»

---

12 <sup>40</sup> -	ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В ВОДЕ С
13 <sup>00</sup>	ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАВА <i>GaIn</i>
	Алиев Т.А., Стрижнева В.К., Балдина А.А., Тимралиева А.А., Николаев К.Г.
	канд. хим. наук, Скорб Е.В. канд. хим. наук
	ФГБОУ ВО «НИУ ИТМО»

---

**Секция: ЭНЕРГЕТИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МЕХАНИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ (Время 13<sup>00</sup>-13<sup>40</sup>)**

Говорухин В.П. канд. техн. наук профессор

13 <sup>20</sup>	13 <sup>00</sup> -	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ К ГАШЕНИЮ КОЛЕБАНИЙ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ УПРУГИХ СИСТЕМАХ <b>Федотов А.В.</b> канд. техн. наук ФГБУН «ИПМаш РАН»
13 <sup>40</sup>	13 <sup>20</sup> -	ИДЕНТИФИКАЦИЯ АВТОКОЛЕБАНИЙ ПРИ КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ РОБОТА С ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ <b>Шагниев О.Б.</b> канд. техн. наук ФГБОУ ВО «СПбГПУ Петра Великого»
14 <sup>00</sup>	13 <sup>40</sup> -	<b>ПЕРЕРЫВ, ФОТОГРАФИРОВАНИЕ</b>
14 <sup>20</sup>	14 <sup>00</sup> -	<b>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ (Время 14<sup>00</sup>-14<sup>20</sup>)</b> <b>Говорухин В.П.</b> канд. техн. наук профессор
14 <sup>10</sup>	14 <sup>00</sup> -	МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ <b>Пожарская О.Д.<sup>1</sup>, Леонтьев Ф.А.<sup>2,1</sup>, Сергеев А.Ю.<sup>2</sup>, Рябчук Д.В.<sup>2</sup></b> <sup>1</sup> ФГБУН «СПбНЦ РАН» <sup>2</sup> ФГБУН «ВСЕГЕИ РАН им. А.П. Карпинского»
14 <sup>20</sup>	14 <sup>10</sup> -	СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ АНСАМБЛИ НА ОСНОВЕ ТРИАМИНОПИРИМИДИНА КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ МАТРИЦА ДЛЯ ИНКАПСУЛЯЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ <b>Тимралиева А.А., Шиловских В.В., Нестеров П.В., Алиев Т.А., Скорб Е.В.</b> канд. хим. наук ФГБОУ ВО «НИУ ИТМО»
		<b>Секция: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ (Время 14<sup>20</sup>-15<sup>20</sup>)</b> <b>Калинов М.И.</b> докт. техн. наук, профессор
14 <sup>40</sup>	14 <sup>20</sup> -	РОЛЬ АКАДЕМИЧЕСКОЙ СЕТИ «РОКСОН» В СОЗДАНИИ ЕДИНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ <b>Кулешов А.А., Щербаков А.А.</b> ФГБУН «СПбНЦ РАН»
	14 <sup>40</sup> -	АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛУАКТИВНОЙ РЛС С



- 15<sup>00</sup> СИГНАЛОМ ПОДСВЕТА WI-FI НА ПРИЁМОПЕРЕДАЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ «USRP»  
Мумладзе Л.Г.  
ФГБОУ ВО «СПбГЭТУ ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина)»
- 15<sup>00</sup>- АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОРТРЕТОВ ОТ ВРАЩАЮЩИХСЯ ВИНТОВ  
15<sup>20</sup> МАЛЫХ БПЛА  
Плотницкая Е.С., Воробьёв Е.Н.  
ФГБОУ ВО «СПбГЭТУ ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина)»

---

## МАЛЫЙ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛ

---

### Секция **ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

(Время 10<sup>30</sup>-11<sup>50</sup>)

Иванова Е.А. канд. историч. наук

- 
- 10<sup>30</sup>-10<sup>50</sup> НАУЧНЫЙ ТУРИЗМ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ  
Крылова Е.А.  
ФГБУН «СПбНЦ РАН»
- 10<sup>50</sup>-11<sup>10</sup> ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ КИНЕМАТОГРАФ: ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ  
Смирнов К.Б. канд. экон. наук  
ФГБОУ ВО «СПб государственный институт кино и телевидения»
- 11<sup>10</sup>-11<sup>30</sup> ПИСЬМА ЙОЗЕФА ФОН ХАММЕРА-ПУРГШТАЛЯ, ХРАНЯЩИЕСЯ В СПбФ АРАН  
Курова О.Н.  
ФГБУН «БАН»
- 11<sup>30</sup>-11<sup>50</sup> КНЯГИНЯ Е.Р. ДАШКОВА И РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ: АКТУАЛЬНОСТЬ МУЗЕЙНОГО ВОПЛОЩЕНИЯ ТЕМЫ (К 180-ЛЕТИЮ ВХОЖДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ В СОСТАВ АКАДЕМИИ НАУК)  
Земцова М.А., Жиркова А.А.  
СПб ГБУ «Музей «Нарвская застава»

---

11<sup>50</sup>-12<sup>00</sup>

**ПЕРЕРЫВ**

<b>Секция: БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА (Время 12<sup>00</sup>-13<sup>40</sup>)</b>			
Джапаридзе Л.А. канд. биол. наук			
12 <sup>00</sup> -12 <sup>20</sup>	ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА <i>CYP3A4</i> КАК ПРЕДИКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ МИОМЫ МАТКИ <b>Кусевицкая М.Б.</b> ГБУЗ «Городская больница №31»		
12 <sup>20</sup> -12 <sup>40</sup>	МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ АМИЛОИДНЫХ АГРЕГАТОВ <i>IN VIVO</i> <b>Бондарев С.А.</b> канд. биол. наук ФГБОУ «СПбГУ»		
12 <sup>40</sup> -13 <sup>00</sup>	ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ: КЛЕТОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОСНОВЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ <b>Матанцева О.В.</b> канд. биол. наук ФГБУН «Институт цитологии РАН»		
13 <sup>00</sup> -13 <sup>20</sup>	«ПОХИТИТЕЛИ ТЕЛ»: АДАПТАЦИЯ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОРНЕГОЛОВЫХ РАКООБРАЗНЫХ К УПРАВЛЕНИЮ СВОИМ ХОЗЯИНОМ <b>Миролюбов А.А.</b> <sup>1</sup> канд. биол. наук, <b>Лянгузова А.Д.</b> <sup>1,2</sup> , <b>Лапшин Н.Е.</b> <sup>2</sup> , <b>Арбузова Н.А.</b> <sup>1,2</sup> , <b>Ласкова Е.П.</b> <sup>2</sup> <sup>1</sup> ФГБУН «ЗИН РАН» <sup>2</sup> ФГБОУ ВО «СПбГУ»		
13 <sup>20</sup> -13 <sup>40</sup>	ВЛИЯНИЕ МАСКЕРА НА ВОСПРИЯТИЕ ДВИЖУЩИХСЯ СИГНАЛОВ <b>Саликова Д.А., Петропавловская Е.А.</b> канд. биол. наук, <b>Шестопалова Л.Б.</b> докт. биол. наук ФГБУН «ИФ РАН им. И.П. Павлова»		
13 <sup>40</sup> -14 <sup>00</sup>	<b>ПЕРЕРЫВ, ФОТОГРАФИРОВАНИЕ</b>		
<b>ДИСТАНЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ И СООБЩЕНИЯ (Время 14<sup>00</sup>-15<sup>30</sup>)</b>			
Говорухин В.П. канд. техн. наук профессор			
Ссылка для подключения к конференции Zoom: <a href="https://us06web.zoom.us/j/88137896807?pwd=Ry81MUphMFRUZVhvSzZWTUw3WDFUUT09">https://us06web.zoom.us/j/88137896807?pwd=Ry81MUphMFRUZVhvSzZWTUw3WDFUUT09</a>			
Идентификатор конференции: 881 3789 6807			
Код доступа: 927030			
<b>Секция ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>			
14 <sup>00</sup> -14 <sup>15</sup>	ДИВЕРСИФИЦИРОВАННАЯ	ПОДДЕРЖКА	РЕЗИДЕНТОВ

---

ИННОВАЦИОННЫХ ПАРКОВ КАК ФАКТОР УСПЕХА ИННОВАЦИОННОГО ПАРКА

**Смирнова Е.А.**

ФГБУН «ИПРЭ РАН»

---

**Секция: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**14<sup>15</sup>-14<sup>30</sup>** УНИПОЛЯРНЫЕ СУБЦИКЛОВЫЕ СВЕТОВЫЕ ИМПУЛЬСЫ:  
ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

**Архипов Р.М.<sup>1</sup>** канд. физ.-мат. наук, **Архипов М.В.<sup>1</sup>** канд. физ.-мат. наук,  
**Розанов Н.Н.<sup>2</sup>** докт. физ.-мат. наук, член-корр.РАН

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «СПб ГУ»

<sup>2</sup> ФГБУН «ФТИ имени А.Ф. Иоффе РАН»

**14<sup>30</sup>-14<sup>45</sup>** АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ФАЗ  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ  
СЕТЕЙ

**Шагниева А.И.**

ФГБОУ ВО «СПб ГУ»

**14<sup>45</sup>-15<sup>00</sup>** НОВЫЙ СПОСОБ ХИМИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ УРАНА ЛЁГКИМИ  
ИЗОТОПАМИ

**Румянцева Д.А.**

ФГБОУ ВО «СПб ГУ»

---

**Секция: ЭНЕРГЕТИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МЕХАНИКА И  
ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**15<sup>00</sup>-15<sup>15</sup>** ВНЕДРЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОКТЯБРЬСКОЙ  
ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

**Назаров Н.В.**

ФГБУН «ИПТ им. Н.С. Соломенко РАН»

---

**Секция: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

**15<sup>15</sup>-15<sup>30</sup>** ТЕНДЕНЦИИ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕВЫХ АТАК НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

**Кляус Т.К.**

ФГБОУ ВО «НИУ ИТМО»

---

## БОЛЬШОЙ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛ

<b>15<sup>30</sup>-</b> <b>15<sup>45</sup></b>	<b>ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ, НАГРАЖДЕНИЕ ПОБЕДИТЕЛЕЙ, ЗАКРЫТИЕ КОНФЕРНЦИИ</b> Говорухин В.П. канд. техн. наук профессор
<b>15<sup>45</sup>-</b> <b>16<sup>15</sup></b>	<b>ОБМЕН МНЕНИЯМИ, ЭКСКУРСИЯ ПО ГЛАВНОМУ ЗДАНИЮ СПбНЦ РАН</b> <b>«ЗДЕСЬ ЗАРОЖДАЛАСЬ РОССИЙСКАЯ НАУКА»</b> Лаврентьева А.В. ведущий специалист

## Главное здание Российской Академии наук

В 1783 году директор Императорской Академии наук в Санкт-Петербурге княгиня Екатерина Романовна Дашкова обратилась к императрице Екатерине II выделить финансирование для нового корпуса Академии. Архитектором был назначен Джакомо Кваренги. Работы по строительству корпуса начались в конце того же года на участке между зданиями Кунсткамеры и Университета.

Строгий классицизм был отличительной чертой архитектуры Дж. Кваренги. Не всем в Петербурге пришёлся по душе такой стиль. Как известно, главным оппонентом в отношении здания Академии наук была Екатерина Романовна. Дж. Кваренги сумел отстоять внешний вид здания, архитектура которого, как отмечали современники, *«проста и благородна»*, фасад, *«обращенный к Адмиралтейству, украшенный восемью колоннами ионического ордера, может служить образцом хорошего вкуса»*. В то же время архитектор пошёл на уступки и согласился на перекомпоновку внутренних помещений. Так появилась знаменитая парадная лестница из вестибюля на второй этаж, без которой уже невозможно представить здание Академии наук. Автором этой лестницы был подрядчик Семён Шестерин.



Большой конференц-зал на втором этаже на рубеже XVIII-XIX веков оставался незаконченным. Современный вид он принял к 100-летию Императорской Академии наук, которое отмечалось в 1825 году. Воплотить замысел Дж. Кваренги удалось итальянскому архитектору Антонио де ла Порто, скульптору Карлу Гофферту и живописцу Фридриху Рихтеру. На протяжении почти двух столетий зал сохраняет свой первоначальный вид.



Здесь же на втором этаже расположен Малый конференц-зал и кабинет директора Императорской Академии наук Е.Р. Дашковой. Обращает на себя внимание необычное для данного здания оформление оконных проёмов кабинета, выходящих на западную сторону здания. Дж. Кваренги уступил просьбе Екатерине Романовне и допустил нарушение строгости, правда, на стене здания, противоположной парадному фасаду. В Большой конференц-зал можно попасть с парадной лестницы только через овальный кабинет директора. Поэтому в связи с утратой этим помещением прямого назначения, на месте кабинета была организована Менделеевская гостиная. В гостиной установлены скульптурные изображения члена-корреспондента Санкт-Петербургской Императорской Академии наук Д.И. Менделеева и академика АН СССР А.Н. Крылова. На внутренней стене помещения размещено полотно А.Г. Николаевой *«Торжественное заседание Академии Наук 1(12) августа 1726 года»* (холст, масло. 1994-1996 гг.), на котором изображено одно из важнейших событий у истоков Академии наук: первое публичное Общее собрание Академии, завершившее организационный период её создания.



К 200-летию Академии наук в 1925 году на верхней площадке парадной лестницы была установлена отреставрированная мозаика *«Полтавская баталия»*, первоначально предназначенная для оформления гробницы Петра I. Автором проекта был М.В. Ломоносов, а картона – художник К.Л. Христинек, работавший, главным образом, в жанре портретной живописи. Выполненная в 1762-1764 годах опытными русскими мастерами, мозаика долгое время хранилась в разных учреждениях. В Главное здание Академии наук

мозаика была перенесена из здания бывшего «Общества поощрения художеств» на ул. Большая Морская, 8.

© Санкт-Петербургский  
научный центр РАН,  
2021

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Список научных мероприятий СПбНЦ РАН в 2021 году

Таблица Б1 – Список научных мероприятий СПбНЦ РАН в 2021 году

	Название мероприятия, дата, место проведения	Организаторы	Участники	Обеспечение
1	<b>11.01 – 27.01.2021 г.</b> Сбор информации и оформление отчета по результатам выполнения Государственного задания за 2020 год ( <b>НИР</b> )	К.т.н. Говорухин В.П., Д.э.н. Бездудная А.Г.	Солдатова О.А., научные сотрудн.	
2	<b>11.01 – 10.02.2021 г.</b> Сбор информации и оформление отчета по результатам выполнения Государственного задания за 2020 год ( <b>Раздел 2</b> )	К.т.н. Говорухин В.П., Д.э.н. Бездудная А.Г.	Солдатова О.А., научные сотрудн.	
3	<p><b>С 20 января по 10 марта 2021 г.</b> Прием документов на конкурс в соответствии с постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 21.11.2005 г. №1788 «О премиях Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся научные результаты в области науки и техники» в следующих номинациях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математика и механика - премия им. П.Л. Чебышева;</li> <li>2. Физика и астрономия - премия им. А.Ф. Иоффе;</li> <li>3. Химические науки - премия им. Д.И. Менделеева;</li> <li>4. Материаловедение - премия им. Д.К. Чернова;</li> <li>5. Геологические, геофизические науки и горное дело - премия им. А.П. Карпинского;</li> <li>6. География, науки об атмосфере и гидросфере - премия им. М.И. Будыко;</li> <li>7. Биологические науки - премия им. Н.И. Вавилова;</li> <li>8. Физиология и медицина - премия им. И.П. Павлова;</li> <li>9. Филологические науки - премия им. С.Ф. Ольденбурга;</li> <li>10. Общественные науки - премия им. В.В. Новожилова;</li> <li>11. Технические науки - премия им. А.Н. Крылова;</li> <li>12. Электро- и радиотехника, электроника и информационные технологии - премия им. А.С. Попова;</li> <li>13. Исторические науки - премия им. Е.В. Тарле;</li> <li>14. Нанотехнологии – премия им. Ж.И. Алферова;</li> </ol>	<p>Д.б.н. Орлова М.И. Николаева Л.Г. Ученые секретари ОНС СПбНЦ РАН:</p> <p>д.ф.-м.н Митропольский И.А - к.х.н. Цыганова Т.А., - к.х.н. Пименова Т.А.,</p> <p>- д.г.н. Анохин В.М., - к.б.н. Джапаридзе Л.А., - к.б.н. Джапаридзе Л.А., - к.и.н. Иванова Е.А.,</p>	<p>121 заявка</p> <p>- 6 номинантов - 11 номинантов</p>	

	<p>15. Естественные и технические науки - премия им. Л. Эйлера;  16. Гуманитарные и общественные науки - премия им. Е.Р. Дашковой.  В номинациях, указанных в пунктах 1-14, присуждается по одной премии.  В номинациях, указанных в пунктах 15-16, присуждается по три премии.  Университетская наб, д. 5, Лит. А, каб. 105</p>	<p>- к.и.н. Иванова Е.А.,  - Николаева Л.Г.  - к.и.н. Иванова Е.А.</p>	<p>- 31 номинант</p>	
--	--	--	----------------------	--

Продолжение таблицы Б1

4	<p><b>1 февраля 2021 г.</b> Совместное заседание ОНС по общественным и гуманитарным наукам СПбНЦ РАН и Совета по общественным и историко-филоло-гическим наукам (ООН, ОИФН) РАН (с докладом «<b>Востоковедение</b></p>	<p>К.и.н. Иванова Е.А.,  Николаева Л.Г.</p>		
---	--	---	--	--



	<b>в России»</b> выступила чл.-корр. РАН, директор Института восточных рукописей Российской академии наук И.Ф. Попова)			
<b>5</b>	<b>5 февраля 2021 г.</b> Онлайн-конференция «Грипп и другие респираторные инфекции: алгоритмы профилактики, диагностики и лечения» (с ООО «Дискавери-мед»).	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.		
<b>6</b>	<b>8 февраля 2021 г.</b> Торжественное собрание работников СПбНЦ РАН, посвященное 297-й годовщине Российской академии наук и открытию Года науки и технологий в России. Университетская наб, д. 5, Лит. А, Большой конференц-зал.	Д.б.н. Орлова М.И.	Работники СПбНЦ РАН – 57 чел. (из .....)	
<b>7</b>	<b>16 февраля 2021 г.</b> Заседание ОНС по химическим наукам, посвященного 100-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук, изобретателя, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР М.М.Сычева (02.02.1921-1991). Набережная Адмирала Макарова, дом	К.х.н. Цыганова Т.А.		
<b>8</b>	<b>26.02.2021 г.</b> Онлайн-конференция «Кардиология: новости, мнения, обучение» (с ООО «Дискавери-мед»).	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.		

Продолжение таблицы Б1

<b>9</b>	<b>С 11 марта по 15 апреля 2021 г.</b> Работа экспертных советов по присуждению премий Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся научные результаты в области науки и техники. Университетская наб, д. 5, Лит. А	Д.ф.-м.н Митропольский ИА Д.г.н. Анохин В.М., Д.т.н. Белый О.В., К.б.н. Джапаридзе Л.А., К.и.н. Иванова Е.А.,		
----------	--	---	--	--

		К.х.н. Пименова Т.А., К.х.н. Цыганова Т.А., Николаева Л.Г.		
10	<b>16 марта 2021 г.</b> Межведомственный семинар «Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов». Университетская наб, д. 5, Лит. А, СПбНЦ РАН, Малый конференц-зал.	Д.б.н. Орлова М.И., Д.т.н. Родионов В.А.	Говорухин В.П., Калинов М.И., Кляус К.М., Быстрова Н.Ю.	
11	<b>19 марта 2021 г.</b> Научно-практическая онлайн-конференция «Поли- и коморбидный пациент на приеме у терапевта» (с ООО «Дискавери-мед»).	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.		
12	<b>23 – 26 марта 2021 г.</b> XIV Всероссийская научная экологическая конференция школьников и студентов «Вода – источник жизни на Земле». Университетская наб, д. 5, Лит. А, Большой конференц-зал.	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.	Солдатова О.А., Пожарская О.Д.	

Продолжение таблицы Б1

13	<b>23-24 марта 2021 г.</b> XXII Международный экологический форум «День Балтийского моря». СПб (on-line формат)	К.т.н. Барина Л.Д., К.ф.-м.н. Забалканская Л.Э.		
14	<b>24 марта 2021 г.</b> Японо-Российская межрегиональная экологическая конференция «Чистое море» (В рамках работы XX Международного форума «Экология большого города»). СПб (on-line формат)	К.т.н. Барина Л.Д., К.ф.-м.н. Забалканская Л.Э.		
15	<b>30 марта 2021 г.</b> Доклад на заседании Ученого совета СПбНЦ РАН на тему: «О премиях Правительства Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургского	Николаева Л.Г.	Члены Ученого совета	

	научного центра Российской академии наук за выдающиеся достижения в области науки и техники и итогах конкурса 2021 года»			
16	31 марта 2021 г. Семинар по молекулярной и эволюционной биологии. Докладчик: д.б.н., профессор <i>Медведев Сергей Глебович</i> (Заведующий лабораторией паразитических членистоногих Зоологического института РАН). Тема доклада: « <i>Таксономические базы данных как средство изучения биологического разнообразия</i> ».	К.б.н. Джапаридзе Л.А.		
17	Апрель 2021 г. Восстановление памятной доски в «Жёлтой гостиной» у мемориала, посвящённого памяти первых российских академиков	Д.б.н. Орлова М.И.	К.т.н. Кляус К.М.	

Продолжение таблицы Б1

18	2 апреля 2021 г. Научно-практическая онлайн-конференция «Междисциплинарные аспекты инфекционных болезней у детей: COVID-19» (с ООО «Дискавери-мед»).	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.		
19	9 апреля 2021 г. Открытая лекция на тему «Освоение космоса. История, современность и будущее отечественной и зарубежной космонавтики» (По тематике Года науки и технологий в России).	Д.т.н. Родионов В.А., Д.т.н. Калинов М.И.	Научные сотрудн.	
20	14 апреля 2021 г. XIII научно-практическая конференция «Актуальные вопросы неврологии» (с ООО «Дискавери-мед»).	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.		
21	15 апреля 2021 г. Межведомственный научно-практический семинар «Профилактика, лечение и реабилитация при коронавирусной инфекции».	Д.т.н. Родионов В.А., Д.м.н. Оникиенко С.Б.	Научные сотрудн.	

22	Научно-практическая онлайн-конференция «Кардиопревенция: настоящее и будущее» (с ООО «Дискавери-мед»).	Д.б.н. Орлова М.И., Быстрова Н.Ю.		
23	12 мая 2021 г. Межведомственный семинар: «Обеспечение безопасности: новые вызовы и угрозы» (По тематике Года науки и технологий в России).	К.т.н. Говорухин В.П., Д.т.н. Родионов В.А. К.т.н. Тихонов С.А., К.т.н. Окованцев А.Н.	Научные сотрудн.	
24	20 апреля 2021 г. Заседание ОНС «Экология и природные ресурсы» по обсуждению предложения о внесении изменений в режим особой охраны государственного природного заказника регионального значения «Кургальский»;	Академик РАН Инге-Вечтомов С.Г., Быстрова Н.Ю.	Орлова М.И., Солдатов О.А., Пожарская О.Д.	

Продолжение таблицы Б1

25	28 апреля 2021 г. День Института истории материальной культуры РАН, посвященный 102-й годовщине института, на котором состоялось торжественное подписание соглашения о создании университетско-академического консорциума «Культурный код» (СПбНЦ РАН);	Д.э.н. Бездудная А.Г.	К.и.н. Иванова Е.А., Николаева Л.Г.	
26	24 мая 2021 г. Совместное заседание ОНС по общественным и гуманитарным наукам СПбНЦ РАН, Совета по общественным и историко-филологическим наукам (ООН, ОИФН) РАН и Ученого совета Института восточных рукописей Российской академии наук. Тема: «Петр Емельянович Скачков (13.02.1892–08.11.1964). Китаевед. Учитель». Докладчик – академик РАН Владимир Степанович Мясников (ИВР РАН).	К.и.н. Иванова Е.А.	Николаева Л.Г.	
27	26 мая 2021 г. Доклад на расширенном заседании Учёного совета СПбНЦ	К.т.н. Кляус К.М.		

	РАН: «Предложения по созданию цифровой модели озера Белое Гатчинского дворцового парка» (Протокол №7 от 26.05.2021)			
28	03 июня 2021 г. Заседание ОНС «Экология и природные ресурсы». Доклад академика РАН С.Г. Инге-Вечтомова на тему: «Структура научного метода в науке и образовании»	Академик Инге-Вечтомов С.Г., Быстрова Н.Ю.	Орлова М.И., Говорухин В.П., Солдатова О.А.	
29	9 июня 2021г. Отбор проб воды в озере Белое Гатчинского дворцово-паркового ансамбля.	Д.б.н. Орлова М.И.	К.т.н. Кляус К.М.	

Продолжение таблицы Б1

30	11 июня 2021 г. Доклад на тему: «Международная сеть оценки ядерных данных. Атлас вращательных полос в нечетно-нечетных ядрах» на Ученом совете СПбНЦ РАН.	Д.ф-м.н. Митропольский И.А.	Члены Ученого совета, научные сотрудники	
31	22 июня 2021 г. Научно-практическая конференция «Фундаментальная наука – Военно-Морскому Флоту» (в рамках Международного военно-морского салона МВМС-2021). Университетская наб, д. 5, Лит. А, СПбНЦ РАН, Большой конференц-зал.	Д.б.н. Орлова М.И., Д.т.н. Родионов В.А., Д.т.н. Калинов М.И.	Говорухин В.П., Ильина Н.Н., Кляус К.М.	Быстрова Н.Ю., Солдатова О.А., Пожарская О.Д.
32	23 июня 2021 г. Организационное совещание членов Рабочей группы по созданию цифровой модели Гатчинского дворцового парка.	Академик РАН Румянцев В.А.	К.т.н. Кляус К.М.	
33	1.06 – 29.06.2021 г. Сбор информации и оформление отчета по мониторингу публикационной результативности СПбНЦ РАН за 2020 год для Минобрнауки России.	К.т.н. Говорухин В.П., Д.э.н. Бездудная А.Г.	Солдатова О.А., научные сотрудн.	
34	13 – 17 сентября 2021 г. III Российская конференция с международным участием «Стекло: наука и практика» GlasSP2021 (совместно с ИХС им.	Д.б.н. Орлова М.И., К.т.н. Говорухин	К.х.н. Пименова Т.Ф.	К.т.н. Кляус К.М., Быстрова Н.Ю.,

	И.В. Гребенщикова РАН) (по плану Года науки и технологий в России).	В.П., К.х.н. Цыганова Т.А.		Николаева Л.Г., Щербаков А.А.
--	---	-------------------------------	--	----------------------------------

Продолжение таблицы Б1

35	14 сентября 2021 г. VI Феодосийские научные чтения (к 210-летию Феодосийского Музея древностей) (по программе второго этапа VI Всероссийской междисциплинарной научно-практической конференции «Крым: наука, культура, политика»).	Д.б.н. Орлова М.И., К.т.н. Говорухин В.П., Д.т.н. Калинов М.И. Д.т.н. Родионов А.А., Д.т.н. Родионов В.А.	К.т.н. Кляус К.М., Быстрова Н.Ю., Кулешов А.А., Пожарская О.Д.	
36	14 сентября 2021 г. Заседание Совета по горению и взрывам в рамках ОНС по материаловедению, механике, прочности СПбНЦ РАН	Чл.-корр. Петров Ю.В., К.х.н. Пименова Т.Ф.	Члены Совета	Щербаков А.А.,
37	16 сентября 2021 г. Совещание научных сотрудников НИО о результатах научной работы за 3-й квартал 2021 года (по плану выполнения Государственного задания №075-00689-21-00 от 24 декабря 2020 г.)	К.т.н. Говорухин В.П.	Научные сотрудн.	
38	16 сентября 2021 г. Круглый стол памяти Колчинского (к 77-летию со Дня рождения)	СПбФ ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН	К.и.н. Иванова Е.А.	
39	17 сентября 2021 г. Защита в СПбГУ диссертации Крыловой Е.А. на соискание ученой степени кандидата политических наук по научной специальности 23.00.04 «Политические проблемы международных отношений, глобального и регионального развития» на тему: «Процесс принятия внешнеполитических решений в Федеративной Республике Германия».	Крылова Е.А.	Говорухин В.П., Донской Д.К., Лаврентьева А.В.	

Продолжение таблицы Б1

40	<p><b>21 – 23 сентября 2021 г.</b> Международная конференция «<b>Современные проблемы электрофизики, электроэнергетики и электротехники</b>», посвященная 90-летию со дня рождения академика РАН Ф.Г. Рутберга. Дворцовая наб., д. 18, ИЭЭ РАН (on-line формат).</p>	<p>Д.б.н. Орлова М.И., К.т.н. Говорухин В.П.</p>	<p>К.х.н. Пименова Т.Ф.</p>	
41	<p><b>28 сентября 2021 г.</b> Семинар с международным участием в рамках проекта ER 55 на тему: «Совершенствование подходов к охране природы для поддержания биоразнообразия и ценностного состояния экосистемы Финского залива в условиях ее многопланового хозяйственного использования и воздействия на нее изменений климата» (в смешанном формате: очно и on-line).</p>	<p>Д.б.н. Орлова М.И.,</p>	<p>К.т.н. Говорухин В.П., Быстрова Н.Ю., Ильина Н.Н., Крылова Е.А., Комитет по природным ресурсам Правительства СПб, Министерство окружающей среды Эстонии, Университет г. Тарту, Институт окружающей среды Финляндии, центр морских исследований в г. Котка (Финляндия)</p>	

Продолжение таблицы Б1

42	<p><b>30.09.2021 г.</b> Семинар к международному дню перевода</p>	<p>К.т.н. Говорухин</p>	<p>Научные</p>	
----	---	-------------------------	----------------	--

	«Практика переводческой деятельности при подготовке научных статей»	В.П. Донской Д.К.	сотрудн. Отдел МПиП	
43	<b>6 – 8 октября 2021 г. V школа-конференция для молодых ученых «Молекулярно-генетические и клеточные аспекты растительно-микробных взаимодействий».</b>	Д.б.н. Цыганов В.Е., К.б.н. Джапаридзе Л.А.	Быстрова Н.Ю., Пожарская О.Д. Солдатова О.А.	
44	<b>21 – 22 октября 2021 г.</b> Мероприятия по плану Фестиваля науки.	Д.б.н. Орлова М.И., Донской Д.К.	Говорухин В.П., Крылова Е.А., Лаврентьева А.В.	
45	<b>18 ноября 2021 г.</b> Семинар, посвященный Дню Философии в Санкт-Петербурге «Не будем проклинать изгнание» (К 99-летию «Философского парохода»)	К.т.н. Говорухин В.П.	Научные сотрудн.	
46	<b>22 ноября 2021 г.</b> Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге»	Академик РАН Румянцев В.А., Д.б.н. Орлова М.И.	Говорухин В.П., Кляус К.М., научные сотрудн.	Быстрова Н.Ю., Пожарская О.Д. Солдатова О.А.
47	<b>25 ноября 2021 г.</b> Совещание научных сотрудников НИО о результатах научной работы за 11 месяцев 2021 года / По плану выполнения Государственного задания №075-00689-21-00 от 24 декабря 2020 г.	К.т.н. Говорухин В.П.	Научные сотрудн.	



48	26 ноября 2021 г. Прохождение опроса по вопросам развития искусственного интеллекта / Письмо Минобрнауки России от 23.11.2021 г. МН-19/806	К.т.н. Говорухин В.П.	Николаев В.А., Кулешов А.А.	
49	03 декабря 2021 г. Совещание соисполнителей НИР «Биоцид» / По плану выполнения НИР «Биоцид»	Д.б.н. Орлова М.И.	Нестерчук А.А. БГТУ «ВОЕНМЕХ», ИХС РАН	
50	07 декабря 2021 г. Семинар по эволюционной и молекулярной биологии на тему: «Carcino-evo-devo, единая теория биологического развития». Докладчик: д.б.н., профессор Козлов А.П. (Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН и СПбПУ Петра Великого) / По плану работы ОНС «Биология и медицина».	К.б.н. Джапаридзе Л.А.		

Продолжение таблицы Б1

51	15 декабря 2021 г. Заседание ОНМКС по решению комплексных проблем интегральной транспортной инфраструктуры на тему: «Необходимость формирования комплексной системы научно-технологического сопровождения реализации Стратегия развития транспорта России на период до 2035 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р». Докладчик: к.с.н. Рыбкин В.Г. / По плану работы ОНМКС	Д.б.н. Орлова М.И., К.т.н. Говорухин В.П.	К.т.н. Кляус К.М. Нестерчук А.А.	
----	---	--	---	--

52	<b>15 декабря 2021 г.</b> Семинар по проекту ER55 на тему: «Наполнение баз данных и подготовка публикаций». Докладчик: д.б.н. Орлова М.И. / По плану работы по проекту ER55	Д.б.н. Орлова М.И.	СПбНЦ РАН Тартусский университет	
53	<b>16 декабря 2021 г.</b> Межведомственный междисциплинарный семинар на тему: «Электростатическая защита кораблей из композитных материалов и борьба с помехами РЭС, создаваемых наведенным электростатическим полем». Докладчик: д.т.н., профессор Родионов В.А.	Д.б.н. Орлова М.И. Д.т.н. Родионов В.А.	СПбНЦ РАН, СПП РАН, ОАО «Средне-Невский СРЗ»	
54	<b>17 декабря 2021 г.</b> Заседание ОНС по химическим наукам на тему: «Новая модель структурирования химических элементов». Докладчик: член-корреспондент РАН Гусев Борис Владимирович / К 310-летию со Дня рождения М.В. Ломоносова, по плану работы ОНС по химическим наукам	К.т.н. Говорухин В.П., К.х.н. Цыганова Т.А.	Научн. сотрудн.	
55	<b>20 декабря 2021 г.</b> Заседание ОНС по общественным и гуманитарным наукам СПбНЦ РАН на тему: «Презентация книги «Материалы к Истории Института лингвистических исследований РАН», изданной к 100-летию Института» / По плану работы ОНС по общественным и гуманитарным наукам	К.и.н. Иванова Е.А.	Николаева Л.Г., Члены ОНС	
56	<b>21 декабря 2021 г.</b> Заседание ОНС по проблемам материаловедения, механики, прочности на тему: «Формирование многомасштабной структуры при ударном нагружении твердого тела» / По плану работы ОНС по проблемам материаловедения, механики, прочности.	К.х.н. Пименова Т.Ф.	Члены ОНС	
57	<b>23 декабря 2021 г.</b> Совещание научных сотрудников НИО о результатах	К.т.н. Говорухин В.П.	Научн. сотрудн.	

	научной работы за 2021 год и планирование научной работы на 2022 год / По плану выполнения Государственного задания №075-00689-21-00 от 24 декабря 2020 г.			
<b>58</b>	<b>28 декабря 2021 г.</b> Торжественное собрание работников СПбНЦ РАН с подведением итогов работы СПбНЦ РАН в Год науки и технологий в России.	Д.б.н. Орлова М.И.	Работники СПбНЦ РАН	

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Монографии, публикации и доклады научных работников СПбНЦ РАН в 2021 году

ИО директора СПбНЦ РАН д.б.н. Орлова М.И.

#### Монография

1. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов: монография. – Под ред. д.б.н. М.И. Орловой, д.т.н. В.А. Родионова. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 132 с.

#### Публикации (научные статьи)

1. Орлова М.И. Источники биопомех и разработка биологически обоснованного подхода к комплексной защите систем охлаждения и технического водоснабжения от обрастания на примере объекта традиционной энергетики. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов: монография. – Под ред. д.б.н. М.И. Орловой, д.т.н. В.А. Родионова. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – С. 9 – 32.

2. Орлова М.И. Исследования сообществ обрастания и тестирования противообрастающих покрытий . Проблемы и перспективы. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов: монография. – Под ред. д.б.н. М.И. Орловой, д.т.н. В.А. Родионова. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – С. 33 – 40.

#### Научные доклады

1. Орлова М.И. Екатерина Романовна Дашкова и Главное здание Академии наук. Прошлое и настоящее / XXV Международные Дашковские чтения, 25 мая 2021 г. – СПб.: СПбГБУ «Музей «Нарвская застава», пр. Стачек, д. 45.

2. Говорухин В.П., Исаев А.В., Калинов М.И., Орлова М.И., Родионов В.А. Использование данных спутникового мониторинга для прогноза экологического состояния прибрежной акватории Крымского полуострова // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Крым: наука, культура, политика». Феодосия: МБУК ФМД, 2021. – 348 с. - С. 143-149.

Заместитель директора СПбНЦ РАН по научной работе к.т.н., профессор Говорухин В.П.

#### Монографии

1. Фундаментальная наука – Военно-Морскому Флоту: монография в 2 томах. Том 1. Современная эволюция методов познания управляемых процессов военно-морской деятельности – **Говорухин В.П.**, Калинов М.И., Родионов В.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 171 с.

2. Фундаментальная наука – Военно-Морскому Флоту: монография в 2 томах. Том 2. Методологические основы создания и применения технологий и систем для военно-морской деятельности – Говорухин В.П., Калинов М.И., Родионов В.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 123 с.

3. Транспортная реформа в Санкт-Петербурге: монография. – Родионов В.А., Говорухин В.П., Нестерчук А.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 110 с.

#### Публикации (научные статьи)

1. Говорухин В.П., Кляус К.М., Родионов А.А., Малова Т.И. «Северный океан есть пространное поле, где усугубиться может Российская слава»: 255 лет второй полярной экспедиции В.Я. Чичагова. – Журнал «// Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, №4. – С. 119 - 123.

#### Научные доклады

1. Говорухин В.П., Исаев А.В., Калинов М.И., Орлова М.И., Родионов В.А. Использование данных спутникового мониторинга для прогноза экологического состояния прибрежной акватории Крымского полуострова // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Крым: наука, культура, политика». Феодосия: МБУК ФМД, 2021. – 348 с. - С. 143-149.

2. Говорухин В.П. Научный потенциал Северо-Запада (доклад) // III Петербургский форум межрегиональной кооперации и партнерства Северо-Западного федерального округа. – СПб.: Конгрессный центр «Петроконгресс», 18 ноября 2021 г.

Ученый секретарь СПбНЦ РАН д.б.н. Цыганов В.Е.

#### Публикации (научные статьи)

1. Kusakin PG, Serova TA, Gogoleva NE, Gogolev YV, Tsyganov VE. Laser Microdissection of *Pisum sativum* L. Nodules Followed by RNA-Seq Analysis Revealed Crucial Transcriptomic Changes During Infected Cell Differentiation. – *Agronomy* (Q1). – 2021; 11(12):2504. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122504>

2. Tsyganova AV, Kitaeva AB, Gorshkov AP, Kusakin PG, Sadovskaya AR, Borisov YG, Tsyganov VE. *Glycyrrhiza uralensis* Nodules: Histological and Ultrastructural Organization and Tubulin Cytoskeleton Dynamics. – *Agronomy* (Q1). 2021; 11(12):2508. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122508>

## Научные сотрудники СПбНЦ РАН:

### Главные научные сотрудники:

- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ Родионов Анатолий Александрович – главный редактор журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика»;
- д.т.н., профессор Родионов Владислав Александрович.

### Ведущие научные сотрудники:

- д.г.н., профессор Анохин В.М.;
- д.т.н., профессор Калинов М.И.;
- д.ф.-м.н., профессор Митропольский И.А.;
- к.т.н. Баринова Л.Д.

### Старшие научные сотрудники:

- к.б.н. Джапаридзе Л.А.;
- к.и.н. Иванова Е.А.;
- к.т.н. Кляус К.М.;
- к.т.н. Николаев В.А.;
- к.х.н. Пименова Т.Ф.;
- к.х.н. Цыганова Т.А.;
- к.ф.-м.н. Терещенко П.Е.

### Научные сотрудники:

- к.полит.н. Крылова Е.А.;
- к.воен.н. Нестерчук А.А.;
- Быстрова Н.Ю.;
- Николаева Л.Г.

### Младшие научные сотрудники:

- Ильина Н.Н.;
- Кулешов А.А.;
- Пожарская О.Д.;
- Солдатова О.А.

#### Монографии:

1. Проблемы создания защитных покрытий нового поколения от коррозии, биообрастания и обледенения для морских, береговых и сухопутных объектов: монография. – Под ред. д.б.н. М.И. Орловой, д.т.н. В.А. Родионова. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 132 с.
2. Фундаментальная наука – Военно-Морскому Флоту: монография в 2 томах. Том 1. Современная эволюция методов познания управляемых процессов военно-морской деятельности – Говорухин В.П., Калинов М.И., Родионов В.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 171 с.
3. Фундаментальная наука – Военно-Морскому Флоту: монография в 2 томах. Том 2. Методологические основы создания и применения технологий и систем для военно-морской деятельности – Говорухин В.П., Калинов М.И., Родионов В.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 123 с.
4. Транспортная реформа в Санкт-Петербурге: монография. – Родионов В.А., Говорухин В.П., Нестерчук А.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 110 с.
5. Кляус К.М. Численные методы нелинейной оптимизации в задачах математического моделирования. Общая характеристика. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 112 с.

#### Публикации (научные статьи)

1. Говорухин В.П., Кляус К.М., Родионов А.А., Малова Т.И. Северный океан есть пространное поле, где усугубиться может российская слава: 255 лет второй полярной экспедиции В.Я. Чичагова // Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, №4. – С. 119 - 123.
2. Иванова Е.А., Николаева Л.Г. Показатели публикационной активности России по экономическим наукам в информационной базе Scopus» // Финансы и бизнес, Т. 17, 2021, № 2. - С. 112-125 (ВАК).
3. Иванова Е.А., Николаева Л.Г. Петербургские академические организации гуманитарного профиля – важное звено в публикационной активности российских ученых // Проблемы деятельности ученого и научных коллективов: Международный ежегодник. Вып. 7(37). СПб: ИИЕТ РАН, 2021.
4. Родионов А.А. Предисловие // Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, № 3. – С. 4

5. Коваленко В.В., Родионов А.А., Ванкевич Р.Е. Методические основы построения систем оперативной океанографии в приложении к задачам подводного наблюдения // Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, № 3. – С. 4 – 19.
6. Родионов А.А., Андросов А.А., Фофонова В.В., Кузнецов И.С., Вольцингер Н.Е. Моделирование приливной динамики северных проливов Курильской гряды // Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, № 3. – С. 20 – 34.
7. Родионов А.А., Корчагин Н.Н., Нейман В.Г., Мирабель А.П. Океан, атмосфера, Земля и Космос в трудах выдающегося ученого и организатора науки Андрея Сергеевича Монины // Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, № 3. – С. 130 – 134.
8. Родионов А.А., Малова Т.И. Катастрофическое наводнение Невы 1721 г. (к 300-летию события) // Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (Scopus). – 2021, Том 14, № 3. – С. 111 – 118.
9. Tsyganova T. A., Rakhimova O. V. Investigation of the technical characteristics of the primer-enamel for rust (3 in 1), modified with porous glass // Glass Physics and Chemistry. – 2021. – Vol. 47. – N 6. – P. 691–695. Библиогр.: с. 9. DOI: 10.1134/S1087659621060298. – квартал – Q3 (Scopus). 2020 Impact Factor – 0.883.
10. T. A. Tsyganova and O. V. Rakhimova Studying the Toxicity of High-Silica Porous Glass by Biotesting // Glass Physics and Chemistry, 2021, Vol. 47, No. 1, pp. 66–69. DOI: 10.1134/S1087659621010120
11. Белый О.В., Барина Л.Д., Забалканская Л.Э. Основные тенденции инновационного развития городского рельсового транспорта в XXI веке // Журнал «Транспорт: наука, техника, управление», № 6. - С.41-47.
12. Дудакова Д.С., Анохин В.М., Поздняков Ш.Р., Дудаков М.О., Юдин С.Н. Подводные ландшафты островов Мантсинсаари и Лункулансаари в зоне рифейских поднятий в восточной части Ладожского озера // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2021. - Т. 85. № 3. - С. 433-445. (Scopus)
13. Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Курашов Е.А., Анохин В.М. Вселение дрейссены полиморфной (*dreissena polymorpha (pallas 1771)*, *dreissenidae*) в Ладожское озеро // Зоологический журнал. 2021. Т. 100. № 4. С. 363-373. (WoS)
14. Калинов М.И., Родионов В.А., Черкашин В.Г. Методический подход к прогнозированию результатов совместного применения космических аппаратов



многоярусной космической системы наблюдения // (в журнале «Информатизация и связь»).

15. Дьяченко А.Т., Митропольский И.А. О спектре протонов в столкновениях тяжелых ионов  $^{12}\text{C}+^9\text{Be}$  при энергиях 0.3-2.0 ГэВ/нуклон в рамках гидродинамического подхода // Известия РАН, серия физика, 2021. - Т.85, №5. - С.716- 722.

16. A.T .D'yachenko, I.A. Mitropolsky. Spectrum of Protons in Collisions of Heavy Ions  $^{12}\text{C}+^9\text{Be}$  at Energies of 0.3-2.0 GeV/Nucleon, in Terms on the Hydrodynamic Approach // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2021, v.85, no.5. - pp. 554-559.

17. Терещенко Е. Д., Терещенко П. Е. Влияние слоистости литосферы на возбуждение крайне низкочастотных электромагнитных волн горизонтальным диполем // Радиотехника и электроника, 2021, том 66, No 4. - С. 339–344, DOI 10.31857/S0033849421040148

18. Tereshchenko E. D. and Tereshchenko P. E. Influence of Layering of the Lithosphere on Excitation of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Waves by a Horizontal Dipole // Journal of Communications Technology and Electronics, 2021, Vol. 66, No. 4. - pp. 397–402, DOI: 10.1134/S1064226921040148.

19. Крылова Е.А. Перезагрузка мирового туризма: научный туризм // Научный журнал «Власть и общество», №2 (22), 2021.

20. Krylova E.A. «Reboot» of world tourism: scientific tourism // Science Magazine «Internauka», № (180), 2021.

21. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Снижение вредных выбросов в атмосферу в энергетических установках при использовании водотопливных эмульсий // Сборник материалов XXI Международного экологического форума "День Балтийского моря". – СПб.: Изд-во ООО "Свое издательство", 2021. – С. 46-51. /на рус. и англ. яз. – ISBN 978-5-4386-2067-9.

#### Научные доклады

1. Говорухин В.П., Исаев А.В., Калинов М.И., Орлова М.И., Родионов В.А. Использование данных спутникового мониторинга для прогноза экологического состояния прибрежной акватории Крымского полуострова // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Крым: наука, культура, политика». Феодосия: МБУК ФМД, 2021. – 348 с. - С. 143-149.

2. Калинов М.И., Родионов В.А. Прогнозирование результатов применения космической системы радиолокационного наблюдения за судоходством по маршруту Северного морского пути. Сборник тезисов 32-й Международной научно-технической

конференции «Экстремальная робототехника», – СПб.: ООО «РА ФОРТУНА», 2021. – 200 с. С. 29-30.

3. Крылова Е.А. Политическая система Германии в условиях современных кризисов. Устойчивость политических систем в условиях глобальных вызовов современности. Сборник тезисов XI Международной молодежной научной конференции «Устойчивость политических систем в условиях глобальных вызовов современности» – Санкт-Петербург, Факультет политологии СПбГУ, 2021. – С. 265-268.

4. Крылова Е.А. Научный туризм в Северо-Западном регионе РФ // Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (в рамках Года науки и технологий в России). – СПб: СПбНЦ РАН, 22 ноября 2021 г.

5. Кулешов А.А., Щербаков А.А. Роль академической сети РОКСОН в создании единого научно-образовательного информационного пространства в Санкт-Петербурге // Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (в рамках Года науки и технологий в России). – СПб: СПбНЦ РАН, 22 ноября 2021 г.

6. Пожарская О.Д. Междисциплинарные исследования подводных ландшафтов западной части Восточно-Сибирского моря: первые результаты Петербурге // Региональная молодежная научная конференция «Будущее науки в Санкт-Петербурге» (в рамках Года науки и технологий в России). – СПб: СПбНЦ РАН, 22 ноября 2021 г.

7. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Совершенствование системы обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Дании за последние 25 лет // Сборник докладов участников Конференции им. Л.Н. Карлина, РГГМУ, 2021 г.

8. Венцюлис Л.С., Воронов Н.В., Быстрова Н.Ю. Экономическая и экологическая эффективность сокращения вывоза отходов на полигоны в странах региона Балтийского моря // Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Обращение с отходами: современное состояние и перспективы», 2021 г.

9. Пожарская О.Д. К вопросу о развитии системы нормативной документации, регламентирующей деятельность в области обращения с отходами. Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Обращение с отходами: современное состояние и перспективы», 2021 г.

10. Цыганова Т.А., Рахимова О.В. Биоактивные пористые стекла // «Стекло: наука и практика» GlasSP2021: Сборник тезисов Третьей Российской конференции с международным участием (г. Санкт-Петербург, 13–17 сентября 2021). – СПб.: ООО Издательство «ЛЕМА», 2021. С. 159–160. Библиогр.: с. 3. ISBN 978-5-00105-649-2.

Вода – источник жизни на Земле / Материалы XIV Всероссийской научной экологической Конференции школьников, студентов и молодежи, посвященной Всемирным дням Воды и Земли. – СПб.: ООО «Р-КОПИ», 2021. – 184 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Издание журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» в 2021 году

Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук является учредителем журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (ISSN 2073-6673).

Журнал издается с 2008 г., с 2013 г. под руководством Отделения наук о Земле РАН, выходит 4 раза в год.

Главный редактор журнала – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Родионов Анатолий Александрович.

Настоящий состав редакционной коллегии и редакционного совета утвержден постановлением Бюро отделения наук о Земле РАН №13000/2-7 от 18 февраля 2020 г., представлен на сайте журнала <http://hydrophysics.info/>.

Журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика»:

- включен в список Высшей аттестационной комиссии (ВАК);
- входит в ядро Российского индекса научного цитирования (РИНЦ);
- индексируется в базах: Russian Science Citation Index (RSCI), которая доступна на платформе Web of Science («Сеть Науки»), и Scopus (с 2017 г.).

Рейтинг журнала за 2021 год вырос по всем индексам научного цитирования перечисленных библиографических баз данных.

В 2021 г. издано 4 выпуска журнала, два из которых тематические:

- Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в океане. Научный редактор: Т.В. Белоненко (№ 1, 2021 г.)

- Оперативная океанография, гидроакустика, гидрооптика. Проблемы учета гидрофизических условий. Научные редакторы: А.А. Родионов, В.В. Малый, М.А. Родионов (№ 3, 2021 г.)

В 2021 г. Бюро Отделения наук о Земле РАН постановило поддержать предложение Главного редактора Родионова А.А. о создании переводной англоязычной версии журнала «Fundamental and Applied Hydrophysics», которая будет издаваться в электронном виде и распространяться в открытом доступе. В англоязычную версию будут входить избранные статьи журнала «Фундаментальная и прикладная Гидрофизика». Отбор осуществляется редколлегией Журнала, решение утверждается главным редактором.

### **Г1 Анализ публикационной активности журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика»**

Основным критерием качества журнала в современных реалиях выступают индексы цитируемости, рассчитываемые в рамках библиографических баз данных научного цитирования.

Российская национальная библиографическая база данных научного цитирования (РИНЦ <https://elibrary.ru/>) аккумулирует более 12 миллионов публикаций российских авторов, а также по информации о цитировании этих публикаций из более 6000 российских журналов рассчитывает импакт-фактор РИНЦ за двухлетний и пятилетний периоды.

Двухлетний и пятилетний импакт-факторы РИНЦ журнала за 2020 г. составили 0,709 и 0,566, для сравнения за 2019 г. они же — 0,603 и 0,510.

На рисунке Д1 представлена диаграмма, отражающая количество цитирований в 2020 г. публикаций журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» за предыдущие годы. Общее количество цитирований в 2020 г. составило 179, из них самоцитирований – 31, для сравнения в 2019 г. общее количество цитирований составило 155. Можно отметить, что максимальный рост цитирований конкретной статьи наблюдается через 2-3 года после ее публикации.



Рисунок Г1 – Количество цитирований публикаций журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» за 2008-2020 годы в 2020 г.

[https://elibrary.ru/title\\_profile.asp?id=28483](https://elibrary.ru/title_profile.asp?id=28483)

Вследствие специфики проведения научных исследований в различных областях науки, количество цитирований может отличаться, в этом случае более показательными становятся индексы, рассчитываемые для отдельных предметных областей. В РИНЦ таким индексом является SCIENCE INDEX.

В 2020 г. журнал занимал 15-е место в рейтинге SCIENCE INDEX по тематике «Геофизика» (рисунок Г2). Учитывая обширность предметной области в данной тематике, занимаемое место можно считать достижением, в списке присутствуют только несколько журналов, рассматривающих проблемы «Гидрофизики» и опережающих в рейтинге журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика». К ним относятся в порядке их упоминания в рейтинге следующие журналы: «Океанология», «Гидрология и метеорология», «Известия РАН, Физика атмосферы и океана», «Проблемы Арктики и Антарктики», «Морской гидрофизический журнал». Журнал «Океанология» занимает 7-е место.



Рисунок Г 2 – Рейтинг журналов Science Index по тематике «Геофизика» в 2020 г.

[https://elibrary.ru/title\\_profile.asp?id=28483](https://elibrary.ru/title_profile.asp?id=28483)

С 2017 г. журнал «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» индексируется в базе Scopus, в течение предыдущих нескольких лет была проведена масштабная работа по приведению журнала в соответствие международным стандартам. Сейчас журнал входит в 3-й квартиль по системе подсчета рейтинга научного журнала (SJR Scopus) по разделам «Geophysics» и «Water Science and Technology».

Количество цитирований растёт ежегодно (рисунок Д3).

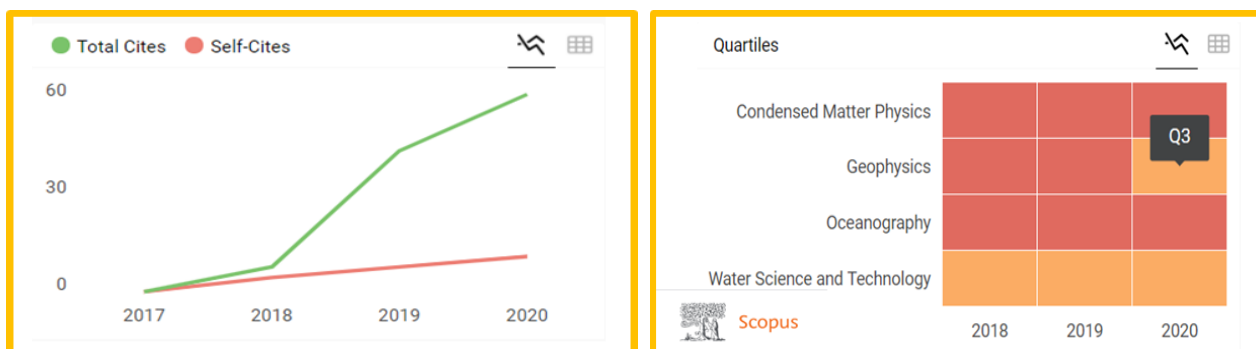


Рисунок Г3 – Цитируемость (общее количество цитирований по годам – зеленая кривая, самоцитирований – красная кривая) и квантили журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» по тематическим категориям в базе Scopus.

(<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100824452&tip=sid&clean=0>)

### Г1.1 Статистический отчет редакции за 2021 г.

Поступило в редакцию статей на предмет публикации – 53.

Опубликовано 43 научные статьи.

Отказано в публикации – 10 статей (по итогам рецензирования: 5, несоответствие тематике: 5)

Общее количество авторов – 123.

Количество авторов, имеющих ученую степень доктора наук, – 36.

Количество авторов, имеющих ученую степень кандидата наук, – 63.

Поступило рецензий – 83.

Рецензии, подготовленные членами редколлегии, – 23.

Рецензии, подготовленные членами редакционного совета, – 4.

Рецензии ученых специалистов, привлеченных дополнительно, – 56.

### Г1.2 Выпуски 2021 г.

Всего в 2021 г. было опубликовано 4 номера.

***Т. 14, № 1, 2021г. – Тематический выпуск «Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в океане». Научный редактор: Т.В. Белоненко***

Выпуск посвящен мезомасштабным и субмезомасштабным процессам в океане. Его тематика охватывает различные аспекты динамики этих процессов, причём география исследований представлена достаточно широко. В частности, анализируется сравнительное влияние топографии,  $\beta$ -эффекта и градиента меридиональной изменчивости фоновое течения на распространение баротропных топографических волн Россби в регионе Антарктического циркумполярного течения. Исследуется сезонная изменчивость термохалинной структуры циклонических и антициклонических мезомасштабных вихрей для района Лофотенской котловины на основе данных спутниковой альтиметрии и комбинированного массива, соединяющего в себе



гидрологические профили с различных платформ. Изучаются особенности гидрофизических процессов на шельфе и колебания уровня моря в Японском море. Анализируются инерционные колебания в Черном море. Представлены результаты теоретического исследования пограничного слоя экмановского типа над анизотропной подстилающей поверхностью. Приводятся результаты численного моделирования распространения волн цунами из нескольких сейсмических очагов Азово-Черноморского бассейна, представляющих потенциальную опасность для Керченского пролива. Анализируется изменчивость качества воды в Ладожском озере на основе спутниковых данных. Предложен новый метод оценки параметров анизотропии мелкомасштабной турбулентности по данным акустических профилографов. Представлено исследование динамики морского льда в Печорском море зимой 2019/2020, а также дана систематизация летних характеристик короткопериодных внутренних волн в Курило-Камчатском регионе. Таким образом, выпуск содержит обширный материал по теме «Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в океане», который будет способствовать решению новых задач в данном направлении.

### **Г1.3 Т. 14, № 2, 2021г. – Регулярный выпуск**

Выпуск посвящен теоретическим и прикладным вопросам гидрофизики. Представлена модель одномерного приводного пограничного слоя атмосферы с параметризацией стратификации и элементов ветрового волнения. Продемонстрирован метод расчета турбулентных напряжений, основанный на использовании пары трехлучевых акустических доплеровских профилографов скорости. Описана система измерения полей скорости течения методом PIV (анемометрии по изображениям частиц) в исследованиях турбулентного пограничного слоя в модернизированном гидродинамическом лотке АО ИО РАН. Исследуется возбуждение поверхностных волн донным низкочастотным гармоническим вибратором и анализируется возможность их регистрации когерентным радиолокатором. Представлены и проанализированы результаты численного моделирования частотно-временной интерференционной картины, формируемой широкополосным источником звука, и ее двумерного Фурье-преобразования в присутствии интенсивных внутренних волн. Разработана методика оценки влияния мощных низкочастотных звуковых полей на светящиеся планктонные морские организмы на основе определения параметров биолуминесценции, являющейся одним из важнейших индикаторов функционального состояния гидробионтов. На основе эмпирических данных установлены климатические количественные соотношения между температурой поверхности воды, приводного воздуха и площадями стратифицированной

и изотермической областей в Ладожском озере в период существования весенней фронтальной зоны (термобары). Представлена модель массопереноса в Куйбышевском водохранилище, разработанная на основе системы уравнений «мелкой воды», модели конвективно-диффузионного переноса растворенного вещества, а также аналитических формул для расчета общего расхода наносов и мутности воды. Разработаны практические рекомендации по комплексному использованию гидроакустических и магнитометрических средств обнаружения химбоеприпасов с учетом специфики рельефа дна и характеристик грунта на примере захоронений в Борнхольмской котловине Балтийского моря.

**Г1.4 Т. 14, № 3, 2021г. – Тематический выпуск «Оперативная океанография, гидроакустика, гидрооптика. Проблемы учета гидрофизических условий». Научные редакторы: А.А. Родионов, В.В. Малый, М.А. Родионов**

В специальном выпуске журнала собраны статьи, посвященные решению задач гидроакустики и гидрооптики с учетом влияния морской среды. Выпуск открывается статьей, в которой проанализированы методические аспекты построения систем оперативной океанографии, нацеленных на решение практических задач ВМФ с применением средств подводного наблюдения. Показано, что для решения задач в динамически активных районах океана, в т. ч. в проливных зонах со сложным рельефом дна, недостаточно применения гидроакустических моделей — необходимо переходить к полной постановке задачи. Проанализированы научно-технические подходы к практическому использованию океанологических данных в вопросах гидроакустического подводного наблюдения. Оценена эффективность алгоритмов согласованной со средой обработки данных. Изучено влияние сверхмедленных изменений сигнала на помехоустойчивость трактов шумопеленгования. Исследованы особенности формирования импульсных откликов в подводных звуковых каналах при распространении широкополосных сигналов. Рассмотрены структура и кинематические характеристики звукового поля в инфразвуковом диапазоне частот. Замыкает гидроакустическую часть выпуска статья, посвященная дифракции звука на взволнованной поверхности в средних диапазонах частот.

В гидрооптическую часть выпуска вошли статьи, в которых приводятся результаты лидарного зондирования вод Черного моря с целью оценки вертикальной структуры среды и регистрации внутренних волн. На основе математического моделирования и экспериментальных данных проводится анализ проявления пленок поверхностно-активных веществ в изображениях круга Снеллиуса. С помощью контактных и

дистанционных средств измерений получены и проанализированы гидробиологические и гидрооптические характеристики субмезомасштабных структур в заливе Петра Великого.

В заключение выпуска приводятся результаты численного моделирования эволюции субмезомасштабных вихрей в северной Балтике в различные сезоны.

#### **Г1.5 Т. 14, № 4, 2021г. – Регулярный выпуск**

В очередном выпуске журнала представлены научные статьи, освещающие фундаментальные и прикладные вопросы гидрофизики. Обсуждается сравнительный анализ симметричных неустойчивых возмущений геострофического течения с постоянным вертикальным и горизонтальным сдвигом скорости в безграничной области и области с боковыми границами. В терминах интеграла Фурье построено двумерное аналитическое решение эталонного уравнения для вертикальной фокусировки монохроматической волны, которое применяется для описания динамики волн Россби при их взаимодействии со сдвиговыми течениями. Оценены изменения в содержании и притоках пресной воды в верхний слой Арктического бассейна от десятилетия к десятилетию с 1950-х до 2010-х годов и их связь с солёностной аномалией в Северной Атлантике. Рассмотрена пространственно-временная изменчивость характеристик Полярной фронтальной зоны в Баренцевом море по данным спутникового зондирования и ее связь с глобальными атмосферными процессами. Представлены результаты верификации и применения автоматического алгоритма определения апвеллинга по данным реанализа в юго-восточной части Балтийского моря за 2010—2019 гг. Обсуждаются результаты экспериментов с региональной моделью климатической системы Земли, в которых ослабление света рассчитывается с учетом обратной связи между температурой воды и фитопланктоном для Индийского океана. Представлены результаты расчетов внутренней фосфорной нагрузки на экосистему Чудско-Псковского озера за счет вторичного поступления фосфора из донных отложений. Рассмотрен процесс обработки стереосъемки взволнованной водной поверхности, приведены результаты восстановления рельефов морской поверхности и пространственных спектров ветровых волн при нескольких скоростях ветра. Обсуждается использование метода прямого численного моделирования двумерного потенциального течения со свободной поверхностью для оценки рассеяния звука на поверхности воды без наложения явных ограничений на форму поверхности. Завершает выпуск статья, посвященная анализу исторических сведений о катастрофическом наводнении Невы 1721 г.

#### **Г1.6 Статьи 2021 г., заслуживающие наибольшего внимания**

Сандалюк Н.В., Белоненко Т.В. Сезонная изменчивость термохалинной структуры мезомасштабных вихрей в регионе Лофотенской котловины // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2021. Т. 14, № 1. С. 15–30. doi: 10.7868/S2073667321010020

В работе представлены результаты исследования сезонной изменчивости термохалинной структуры циклонических и антициклонических мезомасштабных вихрей для района Лофотенской котловины на основе данных спутниковой альтиметрии и комбинированного массива, соединяющего в себе гидрологические профили с различных платформ. Для термохалинной структуры антициклонических вихрей выявлена сильная сезонная изменчивость, проявляющаяся в заглаблении положительных аномалий в летний период, когда ядро принимает линзовидную форму. Показано, что характерной особенностью термохалинной структуры циклонических вихрей в исследуемом регионе является наличие поверхностного слоя с положительными аномалиями солёности. Установлено, что зональный вихревой транспорт имеет преимущественно западное направление как в летний, так и в зимний периоды, при этом наблюдается ярко выраженная сезонность, проявляющаяся в интенсификации зонального и меридионального вихревого транспорта в зимний период.

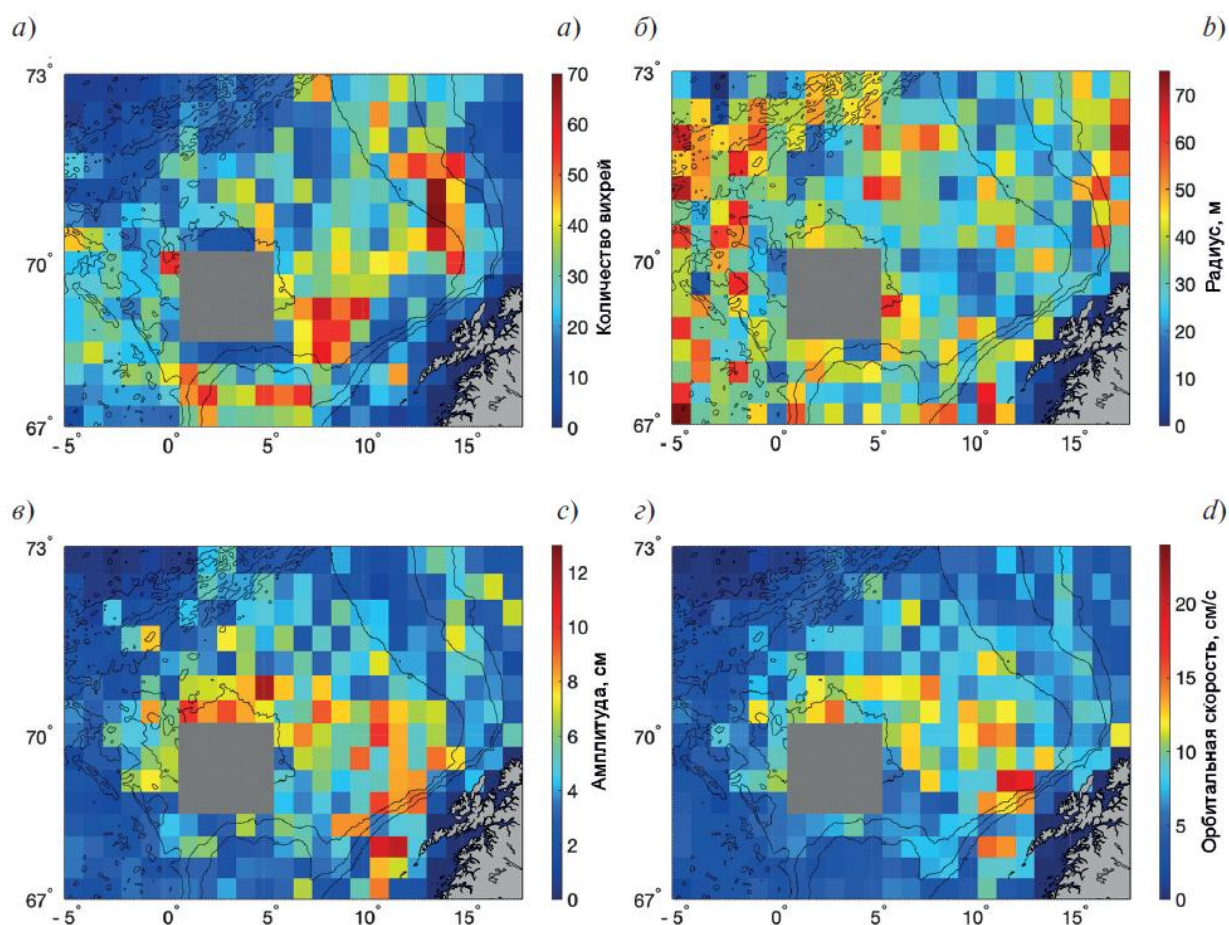


Рисунок Д4 – Максимальные диапазоны сезонной изменчивости числа наблюдаемых вихрей (а), амплитуды вихрей (б), радиуса вихрей (в) и орбитальной скорости вихрей (г) в Лофотенской котловине, рассчитанные в ячейках  $1 \times 35^\circ$  за период 1993—2017 гг. Серым цветом обозначена зона Лофотенского вихря (исключена из анализа).

Бритенков А.К., Машукова О.В., Боголюбов Б.Н., Сибирцова Е.Н., Скуратовская Е.Н., Мельник А.В., Силаков М.И. Методика исследования влияния низкочастотных акустических полей высокой интенсивности на морские светящиеся планктонные организмы // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2021. Т. 14, № 2. С. 65–77. doi: 10.7868/S2073667321020064

Акустическое загрязнение является опасной антропогенной нагрузкой на экосистемы Мирового океана. В настоящее время гидроакустические излучатели используются в широком спектре приложений, уже не ограничиваясь традиционными задачами дальней звукоподводной связи, телеуправления, освещения подводной обстановки, акустической термометрии океанского климата, мониторинга подводных объектов, геолого-, сейсмо- и рыбопромысловой разведки. Во многих из перечисленных приложений, в частности в задачах обеспечения дальней звукоподводной связи, а также

при проведении геолого- и сейсморазведки, необходимы мощные источники низкочастотных гидроакустических полей. Создаваемое такими гидроакустическими излучателями звуковое давление достигает нескольких тысяч, а в некоторых случаях – десятков тысяч Па (приведённых к 1 м). Воздействие звуковых полей столь высокой интенсивности на гидробионтов практически не изучено. Основной проблемой подобных исследований является сложность регистрации результатов воздействия мощных акустических полей на морские экосистемы. Настоящая работа посвящена разработке методики проведения исследований влияния мощных низкочастотных звуковых полей на светящиеся планктонные морские организмы. Методика основана на определении параметров биолюминесценции, являющейся одним из важнейших индикаторов функционального состояния гидробионтов.

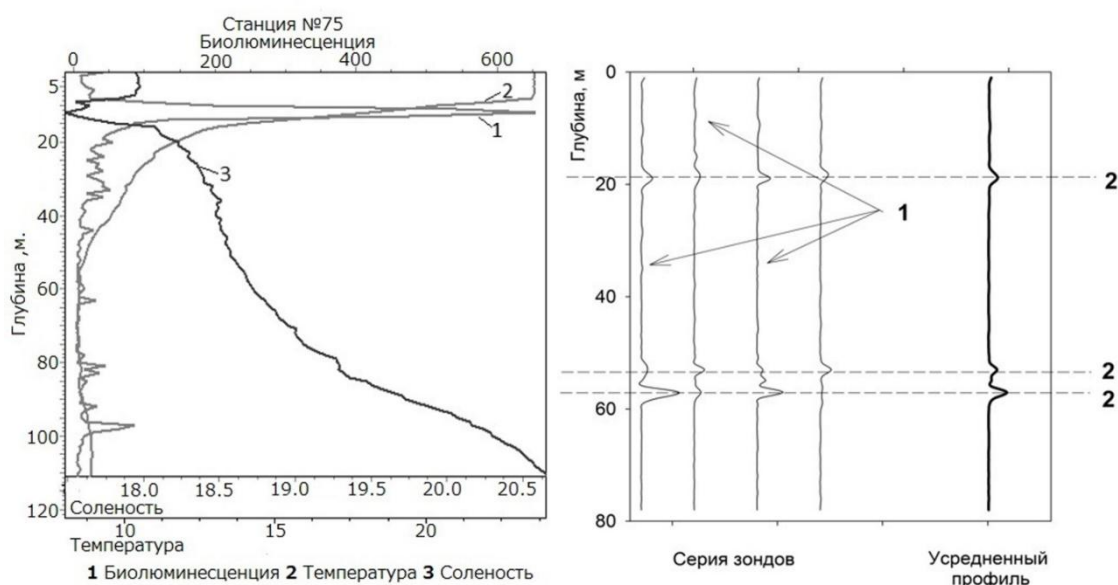


Рисунок Г5 – Вертикальные профили измеряемых параметров «Сальпа-М»: *а* – вертикальные профили температуры, солёности и биолюминесценции, *б* – вертикальные профили биолюминесценции одной серии зондирования «Сальпа-М» и усредненный профиль биолюминесценции. 1 – сигналы одиночных организмов, 2 – слои скопления светящихся видов (пики биолюминесценции).

Родионов А.А., Андросов А.А., Фофонова В.В., Кузнецов И.С., Вольцингер Н.Е. Моделирование приливной динамики северных проливов Курильской гряды // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2021. Т. 14, № 3. С. 20–34. doi: 10.7868/S2073667321030023

Решается краевая задача для уравнений движения, неразрывности, конституентов плотности и характеристик турбулентности в 3D-области северных Курильских проливов

с граничными условиями, определяемыми решением глобальной модели. Краевая задача реализуется методом конечных объемов на неструктурированной сетке в гидростатическом приближении. Детализированное моделирование приливной динамики Четвертого пролива выполняется в негидростатической постановке. Результаты представляют поля скоростей приливной волны M2 и суммарного прилива восьми гармоник M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, Q1 с синодическим периодом 29.5 суток и остаточную циркуляцию в регионе гряды. Дается сравнение хода вертикальной скорости в приливном цикле волны M2 для двух подобластей Четвертого пролива при решении краевой задачи в негидростатической постановке и в гидростатическом приближении. Приводится диаграмма Хоффмюллера хода динамических характеристик в синодическом месяце. На примере Четвертого пролива показано, что учет динамической компоненты давления необходим для корректного определения транспорта через Курильские проливы.

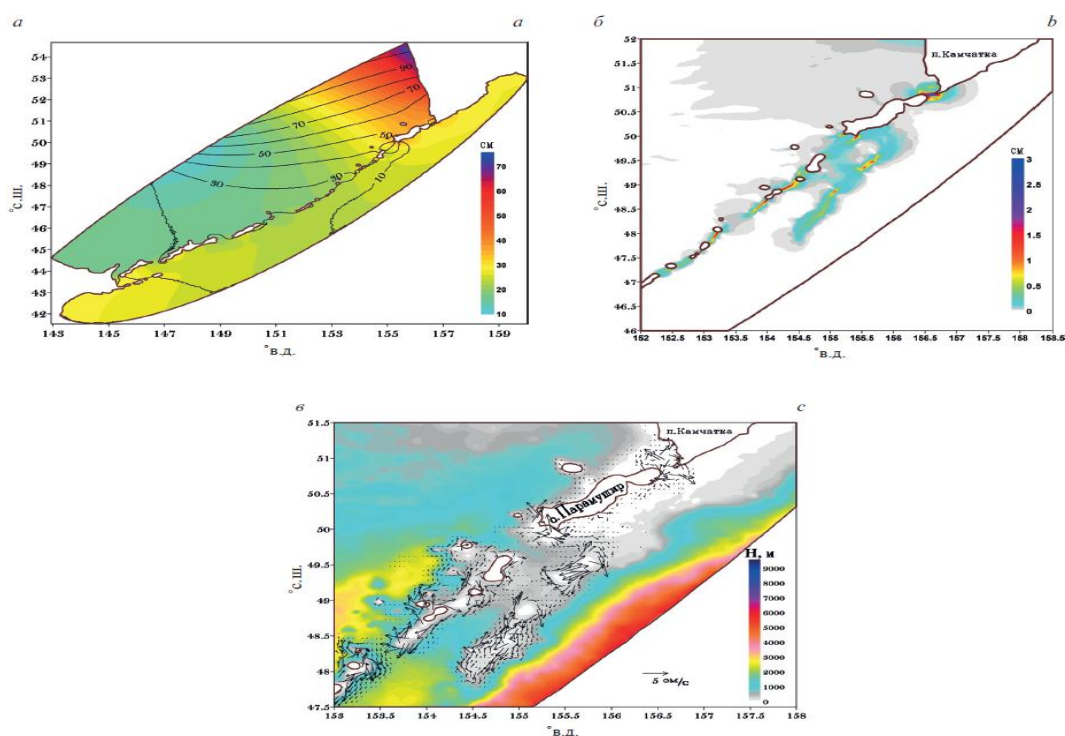


Рисунок Г6 – Приливная динамика волны M2. *а* – приливная карта. Цветом обозначены амплитуды, сплошными линиями – фазы; *б* – амплитуды нелинейной волны M4 в проливах, прилегающих к южной оконечности п-ова Камчатка; *в* – остаточная циркуляция (средняя по вертикали) прилива волны M2 вблизи южной оконечности п-ова Камчатка и области Четвертого пролива.

Алексеев Г.В., Смирнов А.В., Пнюшков А.В., Вязилова А.Е., Кулаков М.Ю., Глок Н.И. Изменения содержания пресной воды в верхнем слое Арктического бассейна с



В начале 1990-х годов в климатической системе Арктики произошел сдвиг в сторону потепления, которое сопровождалось изменениями температуры и солености водных масс Арктического бассейна под влиянием возросших притока атлантической воды, поступления со стоком рек, осадками и от таяния льда. Оцениваются изменения в содержании и притоках пресной воды в верхний слой Арктического бассейна от десятилетия к десятилетию с 1950-х до 2010-х годов и связь между изменениями в Арктическом бассейне и в тропической Северной Атлантике. Полученные результаты показывают, что содержание пресной воды (СПВ) в верхнем слое Арктического бассейна в 1990- 2000-е годы понижалось в Евразийской и росло в Американо-Азиатской его частях. В среднем во всём бассейне преобладал рост из-за большего вклада Американо-Азиатской части, занимающей 61% площади бассейна. Наибольшее содержание пресной воды во всём бассейне получено в 1960-е годы, предшествующие отрицательной солёностной аномалии в Северной Атлантике в 1960 – 1970-х годах. Сокращение СПВ в Евразийском бассейне произошло в результате увеличенного с 1990-х годов притока атлантической воды и осолонения верхнего 100-метрового слоя вопреки росту осадков и речного стока в Арктический бассейн. Накопление пресной воды происходит в круговороте Бофорта и во всей Американо-Азиатской части бассейна. В круговороте Бофорта СПВ в слое 0-100 м увеличилось в 2000 – 2010-х годах на 36% по сравнению с 1970-ми годами. Более всего (на 46%) СПВ увеличилось в этот период в верхнем 50 м слое.

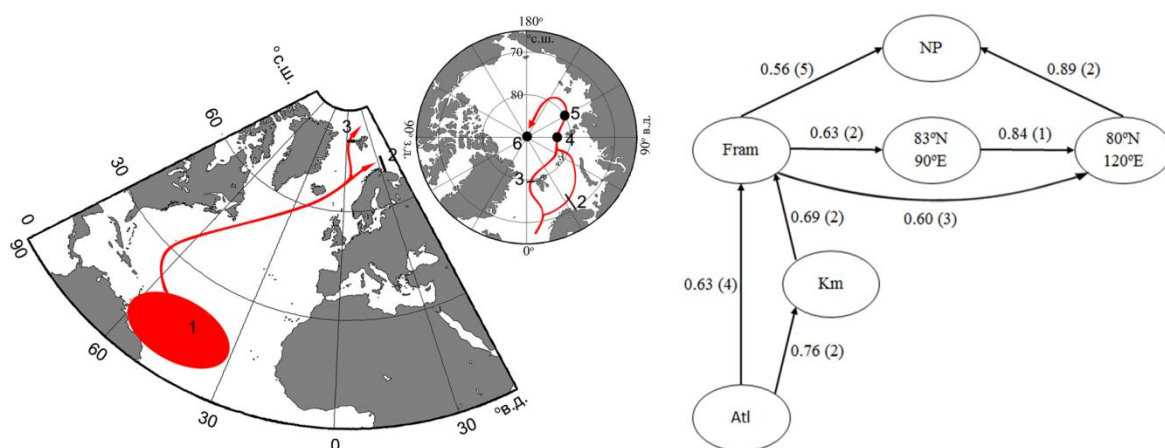


Рисунок Г4 – Распространение сигнала потепления из тропической Северной Атлантики в Арктический бассейн. а) схема распространения сигнала потепления (1 – область в



тропической Северной Атлантике; 2 – разрез по Кольскому меридиану в Баренцевом море; 3 – пролив Фрама; 4 – район с центром 83°с.ш., 90°в.д.; 5 – район 80°с.ш., 120°в.д.; 6 – район Северного полюса), б) граф корреляционных связей между изменениями температуры воды в районах 1–6 с учетом запаздываний (в скобках, годы).

Таблица Г1 – Тематический указатель статей за 2021 г.

	<b>ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГИДРОФИЗИКИ</b>	Выпуск	Страницы
1.	Гневышев В.Г., Фролова А.В., Колдунов А.В., Белоненко Т.В. Топографический эффект для волн Россби на зональном сдвиговом потоке (на англ. яз.)	1	4—14
2.	Кузьмина Н.П., Журбас Н.В. Симметричная неустойчивость геострофических течений с конечным поперечным масштабом	4	3—13
3.	Гневышев В.Г., Белоненко Т.В. Параболические ловушки волн Россби в океане	4	14—24
<b>ДИНАМИКА ОКЕАНА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ</b>			
4.	Сандалюк Н.В., Белоненко Т.В. Сезонная изменчивость термохалинной структуры мезомасштабных вихрей в регионе Лофотенской котловины	1	15—30
5.	Ингель Л.Х. Пограничный слой экмановского типа над анизотропной подстилающей поверхностью	1	63—66
6.	Булгаков К.Ю., Фокина К.В. Моделирование приводного слоя с параметризацией стратификации и элементов влияния ветрового волнения	2	3—16
7.	Алексеев Г.В., Смирнов А.В., Пнюшков А.В., Вязилова А.Е., Кулаков М.Ю., Глок Н.И. Изменения содержания пресной воды в верхнем слое Арктического бассейна с 1950-х по 2010-е годы	4	25—38
<b>ВЕТРОВЫЕ, ДЛИННЫЕ НЕПРИЛИВНЫЕ И ВНУТРЕННИЕ ВОЛНЫ</b>			
8.	Морозов А.Н., Маньковская Е.В., Федоров С.В. Инерционные колебания в северной части Черного моря по данным натурных наблюдений	1	43—53
9.	Белоконь А.Ю., Фомин В.В. Моделирование распространения волн цунами в Керченском проливе	1	67—78
10.	Свергун Е.И., Зимин А.В., Лазуткина Е.С. Характеристики проявлений короткопериодных внутренних волн Курило-Камчатского региона по данным спутниковых наблюдений в летний период	1	106—115
11.	Богатов Н.А., Мольков А.А. Восстановление характеристик ветровых волн в атлантике по данным судовой стереосъемки	4	90—97

<b>РЕГИОНАЛЬНАЯ ГИДРОФИЗИКА</b>			
12.	Кошелева А.В., Ярошук И.О., Храпченков Ф.Ф., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Швырев А.Н., Коротченко Р.А. Апвеллинг на узком шельфе Японского моря в 2011 г. (на англ. яз.)	1	31—42
13.	Трусенкова О.О., Лобанов В.Б., Примачев Е.В. Внутригодовая изменчивость уровня Японского моря в северо-западной прибрежной зоне (на англ. яз.)	1	54—62
14.	Поздняков Д.В., Филатов Н.Н. Вариации качества воды в Ладожском озере	1	79—85
15.	Заболотских Е.В., Балашова Е.А. Динамика морского льда в Печорском море зимой 2019/2020	1	97—105
16.	Науменко М.А. Особенности климатических соотношений температуры поверхности воды и приводного слоя воздуха в период весеннего прогрева Ладожского озера	2	78—88
17.	Рахуба А.В., Шмакова М.В., Кондратьев С.А. Численное моделирование массопереноса в проточном водоеме	2	89—97
18.	Родионов А.А., Андросов А.А., Фофонова В.В., Кузнецов И.С., Вольцингер Н.Е. Моделирование приливной динамики северных проливов Курильской гряды	3	20—34
19.	Вяли Г., Журбас В.М. Сезонность субмезомасштабных когерентных вихрей в северной Балтике: модельное исследование (на англ. яз.)	3	122—129
20.	Коник А.А., Зимин А.В., Козлов И.Е. Пространственно-временная изменчивость характеристик полярной фронтальной зоны в Баренцевом море в первые два десятилетия XXI века	4	39—51
21.	Капустина М.В., Зимин А.В. Пространственно-временные характеристики апвеллингов в юго-восточной Балтике в 2010-2019 гг.	4	52—63
<b>ДИНАМИКА И ГИДРОДИНАМИКА МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ</b>			
22.	Коваленко В.В., Родионов А.А., Ванкевич Р.Е. Методические основы построения систем оперативной океанографии в приложении к задачам подводного наблюдения	3	4—19
<b>ГИДРОАКУСТИКА</b>			
23.	Кузькин В.М., Ляхов Г.А., Пересёлков С.А., Казначеева Е.С. Передача информации через случайно-неоднородную океаническую среду	2	54—64
24.	Ермолаев В.И., Михальчук А.В. Оптимизация применения гидроакустических средств в условиях пространственно-временной изменчивости среды	3	35—46

25.	Чиров Д.В. Статистический метод оценки эффективности согласованной со средой обработки сигналов	3	47—57
26.	Консон А.Д., Волкова А.А. Влияние сверхмедленных флуктуаций сигнала на помехоустойчивость шумопеленгования (на англ. яз.)	3	58—64
27.	Буренин А.В., Войтенко Е.А., Лебедев М.С., Моргунов Ю.Н., Тагильцев А.А. Исследование особенностей формирования импульсных откликов в подводных звуковых каналах при дальнем распространении широкополосных сигналов	3	65—70
28.	Касаткин Б.А., Касаткин С.Б. Скалярно-векторная структура и кинематические характеристики звукового поля в инфразвуковом диапазоне частот	3	71—85
29.	Разумов Д.Д., Салин М.Б. Особенности дифракции звука на взволнованной водной поверхности в среднем диапазоне частот	4	98—110
<b>ГИДРООПТИКА</b>			
30.	Глухов В.А., Гольдин Ю.А., Родионов М.А. Лидарный метод регистрации внутренних волн в водах с двухслойной стратификацией гидрооптических характеристик	3	86—97
31.	Мольков А.А. Проявление пленок поверхностно-активных веществ в изображении круга Снеллиуса: численный эксперимент (на англ. яз.)	3	98—110
32.	Липинская Н.А., Салюк П.А. Анализ гидробиологических и гидрооптических характеристик в субмезомасштабных вихрях в заливе Петра Великого с помощью одновременных in-situ и дистанционных измерений	3	111—121
<b>ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ</b>			
33.	Сеин Д.В., Дворников А.Ю., Мартьянов С.Д., Кабос У., Рябченко В.А., Грёгер М., Мишра А.К., Кумар П., Горчаков В.А. Влияние обратной связи температура воды - фитопланктон на температуру верхнего слоя Индийского океана	4	64—76
34.	Кондратьев С.А., Брюханов А.Ю., Игнатьева Н.В., Шмакова М.В., Обломкова Н.С., Коробченкова К.Д. Внешняя и внутренняя фосфорная нагрузка на крупный трансграничный водоем в условиях минимальной проточности	4	77—89
<b>ГИДРОБИОНИКА</b>			
35.	Бритенков А.К., Машукова О.В., Боголюбов Б.Н., Сибирцова Е.Н., Скуратовская Е.Н., Мельник А.В., Силаков М.И. Методика исследования влияния низкочастотных акустических полей высокой интенсивности на морские светящиеся планктонные организмы	2	65—77
<b>МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ</b>			
36.	Волков С.Ю., Богданов С.Р., Здоровеннова Г.Э., Тержевик А.Ю., Здоровеннов Р.Э., Пальшин Н.И., Ефремова Т.В., Кириллин Г.Б. Метод оценки параметров анизотропии мелкомасштабной турбулентности по данным акустических профилографов (на англ.	1	86—96

	яз.)		
37.	Богданов С.Р., Здоровеннов Р.Э., Пальшин Н.И., Здоровеннова Г.Э., Тержевик А.Ю., Гавриленко Г.Г., Волков С.Ю., Ефремова Т.В., Кулдин Н.А., Кириллин Г.Б. Расчет турбулентных напряжений в конвективно-перемешанном слое в мелководном озере подо льдом с использованием двух ADCP (на англ. яз.; перевод Е.С. Кочетковой)	2	17—28
38.	Вдовин М.И., Исаченко И.А., Кандауров А.А., Сергеев Д.А., Чубаренко И.П. Исследование характеристик турбулентного пограничного слоя PIV-методом в условиях лабораторного моделирования течения над морским дном (на англ. яз.)	2	29—38
39.	Переслегин С.В., Левченко Д.Г., Карпов И.О. Вибрационная волна на поверхности воды: параметрическое возбуждение и радиолокационное наблюдение	2	39—53
40.	Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А. Проблема обнаружения затопленных химических боеприпасов в Балтийском море	2	98—103
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>			
41.	Малова Т.И., Родионов А.А. Катастрофическое наводнение Невы 1721 г. (к 300-летию события)	4	111—118
<b>ХРОНИКА</b>			
42.	Корчагин Н.Н., Нейман В.Г., Родионов А.А., Мирабель А.П. Океан, атмосфера, Земля и Космос в трудах выдающегося ученого и организатора науки Андрея Сергеевича Монины	3	130—134
	Памяти Станислава Алексеевича Смирнова	3	135—136
43.	Говорухин В.П., Кляус К.М., Родионов А.А., Малова Т.И. «Северный океан есть пространное поле, где усугубиться может российская слава»: 255 лет второй полярной экспедиции В.Я. Чичагова	4	119—123

### Г1.7 Анонс на 2022 год

На 2022 год запланированы два тематических выпуска:

- № 1 «Взаимодействие атмосферы и океана»;
- № 3 «По материалам конференции “Современные проблемы оптики естественных вод” (ONW’2021)».

Первый номер посвящен памяти выдающегося ученого Сергея Сергеевича Зилитинкевича. Научные редакторы выпуска: д.ф-м.н., профессор Репина Ирина Анатольевна (Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, г. Москва) и д.ф-м.н., профессор Чаликов Дмитрий Викторович (Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН).

Третий тематический номер посвящен памяти Олега Викторовича Копелевича. Научные редакторы выпуска: д.ф-м.н. Лучинин Александр Григорьевич (Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород) и к.ф-м.н. Родионов Максим Анатольевич (Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН).

Тематический выпуск №1, 2022 «Взаимодействие атмосферы и океана» посвящен памяти выдающегося ученого Сергея Сергеевича Зилитинкевича.

Проблема исследования взаимодействия атмосферы и океана является одной из центральных в геофизике. В настоящее время очевидно, что без учета реальных характеристик взаимодействия атмосферы и океана невозможно успешное развитие как моделирования атмосферной циркуляции, так и создаваемых на его основе методов долгосрочного и сверхсрочного прогноза погоды и климата. Поэтому исследование взаимодействия гидросферы и атмосферы становится все более необходимым для понимания природы процессов, протекающих на нашей планете, и дальнейшего развития гидрологии, метеорологии и океанологии. Основу взаимодействия океана с атмосферой составляет обмен энергией и веществом, содержащимися в водной и воздушной средах. Обмен этот усложнен преобразованиями форм энергии, изменениями фазового состояния и физико-химической структуры веществ, переходящих из одной среды в другую. В совокупности эти процессы определяют сложную изменчивость динамического и физико-химического состояния атмосферы и океана, имеющую широкий диапазон проявлений. Поэтому в настоящее время все в большей степени становятся необходимыми строгие количественные критерии этой изменчивости. С этих позиций атмосфера и океан рассматриваются как единая термодинамическая система. Процессы взаимодействия происходят одновременно, на разных уровнях и разных пространственно-временных масштабах, и разномасштабные процессы взаимодействуют друг с другом. Недостаточное знание структуры приводного слоя атмосферы и обмена количеством движения, теплом и влагой с волнующейся водной поверхностью при различных стратификациях атмосферы является в настоящее время одним из основных препятствий для правильного функционирования оперативных, глобальных и региональных моделей прогноза погоды и экспертных моделей для климата и его изменений. Развитие методов прогноза ветрового волнения на морях и океанах тесно связано с уровнем развития теоретических и экспериментальных исследований процессов генерации, развития, распространения и затухания волн. Современная статистическая теория морского волнения накладывает определенные требования на соотношения характерных масштабов взаимодействия волн с ветром (накачка и диссипация) и взаимодействий между волнами (нелинейного переноса).

В проблеме крупномасштабного взаимодействия атмосферы и океана также существует ряд нерешенных задач. К ним относятся невыясненная роль океана в формировании межсезонной и межгодовой изменчивости атмосферной циркуляции в средних широтах; недостаточное знание совместных колебательных мод атмосферы и океана на декадных временных масштабах и др. Спецвыпуск журнала планирует осветить эти и многие другие проблемы взаимодействия атмосферы и океана и представить обзор современных исследований по этой тематике.

*Научные редакторы выпуска:*

- д.ф-м.н., профессор Репина Ирина Анатольевна (Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, г. Москва)
- д.ф-м.н., профессор Чаликов Дмитрий Викторович (Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН)

К рассмотрению принимались материалы новых исследований по следующим направлениям:

- физические процессы в пограничных слоях атмосферы и океана;
- турбулентность и роль мезомасштабных процессов;
- волны на поверхности океана;
- взаимодействие атмосферы и океана в прибрежных зонах и полярных районах;
- дистанционные методы исследования взаимодействия атмосферы и океана;
- газообмен и перенос аэрозолей на границе раздела океан-атмосфера;
- крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы.

Тематический выпуск №3, 2022 посвящен памяти Олега Викторовича Копелевича. Приглашение представить статьи в редакцию получили авторы наиболее интересных докладов XI Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы оптики естественных вод» (ONW'2021). На конференции выступили российские и зарубежные специалисты в области оптики природных вод и других направлений исследований морских и пресных вод, использующих оптические данные и методы. Конференция проводилась в Санкт-Петербурге с 29 сентября по 1 октября 2021 г. (СПбФ ИО РАН).

Организаторы конференции:

- Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (СПбФ ИО РАН), Санкт-Петербург;
- Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН), Москва;

- Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН), Нижний Новгород;
- Морской гидрофизический институт Российской академии наук (МГИ РАН), Севастополь;
- Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева (ТОИ ДВО РАН), Владивосток;
- Оптическое общество имени Д.С. Рождественского, Санкт-Петербург

*Научные редакторы выпуска:*

- д.ф-м.н. Лучинин Александр Григорьевич (Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород)
- к.ф-м.н. Родионов Максим Анатольевич (Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН)

К рассмотрению принимались материалы новых исследований по следующим направлениям:

- фундаментальные проблемы теории переноса излучения;
- оптические свойства природных вод;
- распространение света в воде и подводная съемка;
- дистанционное зондирование, включая лидары и спутниковые оптические и микроволновые датчики;
- оптика морской атмосферы и морской поверхности;
- приборы для измерения оптических свойств воды;
- оптика полярных морей;
- изменчивость оптических характеристик морской воды в зависимости от гидрофизических процессов.

### **Г1.7 Перспективы дальнейшего развития журнала**

Для дальнейшего развития журнала и повышения его значимости в научном мире необходимо решить следующие задачи:

- Увеличение охвата заинтересованной аудитории
- Привлечение новых авторов
- Повышение цитируемости журнала
- Включение в международную базу данных Web of Science («Сеть Науки»).

Решение вышеприведенных задач затруднительно для русскоязычного журнала, издаваемого только в печатном виде.

Главный редактор Анатолий Александрович Родионов выступил с предложением о создании переводной (на английском языке) электронной версии журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика».

1. Наименование переводной версии Журнала – Fundamental and Applied Hydrophysics.

2. В переводную версию Журнала будут входить избранные статьи журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика». Отбор будет осуществляться редколлегией Журнала, решение будет утверждаться главным редактором Журнала.

3. Минимальная периодичность издания Переводной версии Журнала будет составлять 2 раза в год, максимальная периодичность и объем не регламентируются.

4. Форма издания переводной версии Журнала – сетевое электронное издание (online), с последующим присвоением отдельного eISSN.

5. Территория распространения переводной версии Журнала: РФ и зарубежные страны.

6. Издателем переводной версии Журнала предлагается СПбНЦ РАН (далее - Издатель).

7. Финансирование издания переводной версии Журнала будет осуществляться Издателем.

8. Права на перевод, редакционно-издательское оформление, выпуск и распространение переводной версии Журнала предлагается передать Издателю.

9. Права на размещение переводной версии Журнала в базах научного цитирования предлагается передать Издателю.

10. Электронное издание переводной версии Журнала будет размещено на сайте Издателя <http://www.spbrc.nw.ru/>»

Бюро Отделения Наук о Земле РАН поддержало предложение главного редактора (Постановление № 13000/5-7 от 29 июня 2021 г.).

Представление было рассмотрено на заседании Ученого совета Санкт-Петербургского научного центра РАН, который также постановил поддержать создание переводной электронной версии журнала (Протокол № 10/3 от 24 августа 2021 г.).

После одобрения началась активная работа по созданию современного двуязычного сайта журнала, запуска электронной редакции, подготовки англоязычного номера.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Краткая характеристика научно-образовательного потенциала ИВС РАН и ИПМаш РАН, реализующих проекты программы мегагрантов в Санкт-Петербурге

В Санкт-Петербурге функционирует ряд академических институтов, относящихся к разным отделениям РАН, исследования которых направлены на создание фундаментальных заделов в междисциплинарной области материаловедения, механики, прочности.

Институт проблем машиноведения РАН (ИПМаш РАН) относится к ведению Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления (ОЭММПУ) РАН, проводит фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования, направленные на получение и применение новых знаний в области механики и процессов управления, физики, химии. Институт является одним из ведущих центров в области механики, прикладной математики, проблем материаловедения.

ИПМаш РАН возник в 1986 как Ленинградский филиал Института машиноведения имени А. А. Благонравова АН СССР. В 1991 году он был преобразован в самостоятельный институт. Область исследований Института — динамика, прочность и надежность машин и конструкций, в том числе морских, арктических и подводных, работающих в экстремальных условиях. Основные сферы интересов Института: механика, термодинамика и кинетика переходных процессов в наноматериалах и «умных» материалах, фазовые переходы и дефекты структуры, динамика вибрационных, волновых и виброударных процессов, теория и методы процессов управления в сложных физических и технических системах, нано- и микротрибология.

Научные направления исследований института:

- решение фундаментальных проблем в области механики и прикладной математики, связанных с созданием методов и средств определения и обеспечения надёжности машин и конструкций, работающих в экстремальных условиях;
- исследования в области механики, термодинамики и кинетики неравновесных процессов в наноматериалах и материалах с управляемыми свойствами, структурно-фазовых превращений, дефектов структуры, свойств и работоспособности в объёме и тонких слоях;
- исследования динамики вибрационных, волновых и виброударных процессов и устройств применительно к проблемам машиностроения, физике Земли и энергетике, явления самосинхронизации, вибрационного перемещения, локализация волн, трансформация реологических свойств;

- разработка теории и методов управления нелинейными процессами в сложных физико-технических системах;

- исследования нано- и микротрибологии межконтактного взаимодействия твердых тел.

Исследования Института направлены на повышение надежности машин и конструкций, работающих в экстремальных условиях. Основными направлениями интересов института являются механика, термодинамика, кинетика переходных процессов в наноматериалах и «умных» материалах, фазовые переходы и дефекты структуры, проблемы динамики вибрационных, волновых и виброударных процессов, теории и методы процессов управления в сложных физических и технических системах, нано - и микротрибология.

Стратегической целью Института является упрочение лидирующей исследовательской позиции в области фундаментальной механики в части проведения междисциплинарных исследований по механике материалов и конструкций в совокупности с современными подходами управления. Благоприятные условия для обеспечения национального лидерства в этом направлении созданы, основанными в институте школами действительных членов и членов-корреспондентов РАН:

- академика РАН Морозова Н.Ф. – в области динамики и устойчивости;

- члена-корреспондента РАН Индейцева А.Д. – в области механики многокомпонентных сред;

- члена-корреспондента РАН Петрова Ю.В. – в области экстремальных состояний материалов и конструкций,

- члена-корреспондента РАН Кривцова А.М. – в области молекулярной динамики;

- члена-корреспондента РАН Леонова Г.А. – в области управления.

В 2020 г. статус ведущей научной школы в области «математики и механики» завоевал коллектив под руководством профессора Кузнецова Н.В.

Одним из перспективных направлений, развиваемых в институте, является изучение поведения материалов и конструкций в экстремальных условиях, что представляется чрезвычайно важным для предотвращения техногенных катастроф.

Интеграция научных исследований статического и динамического поведения материалов на нано-, микро-, мезо- и макроуровнях позволит не только прогнозировать свойства, но и создавать фундаментальные основы проектирования материалов с требуемыми механическими свойствами.

Кадры института представлены 117 сотрудниками, в том числе:

- 1 академик РАН;

- 4 члена-корреспондента РАН;
- 49 докторов наук;
- 44 кандидата наук.

Число опубликованных работ в изданиях из списка WoS за последние три года:  
681.

Число работ, опубликованных совместно с зарубежными организациями за последние три года: 247.

В структуру ИПМаш РАН входят 18 лабораторий, НОЦ и УНУ:

- лаборатория математического моделирования волновых процессов;
- лаборатория мехатроники;
- лаборатория механики наноматериалов и теории дефектов;
- лаборатория математических методов механики материалов;
- лаборатория численных моделей механики материалов и конструкций;
- лаборатория микромеханики материалов;
- лаборатория трения и износа;
- лаборатория вибрационной механики;
- лаборатория «Дискретные модели механики»;
- лаборатория физики разрушения;
- лаборатория «Модифицирование поверхностей материалов»;
- лаборатория структурных и фазовых превращений в конденсированных средах;
- лаборатория управления сложными системами;
- лаборатория методов анализа надежности;
- лаборатория интеллектуальных электромеханических систем;
- лаборатория интегрированных систем автоматизированного проектирования;
- отдел экстремальных состояний материалов и конструкций;
- лаборатория прикладных исследований.
- научно-образовательный центр ИПМаш РАН «Искусственный интеллект в киберфизических системах» (НОЦ ИИ-КФС);
- уникальная научная установка «Физика, химия и механика кристаллов и тонких плёнок».

Научно-образовательные центры института и УНУ:

- научно-образовательный центр ИПМаш РАН «Искусственный интеллект в киберфизических системах» (НОЦ ИИ-КФС) с пятью профильными отделениями создан для объединения усилий различных научных групп ИПМаш РАН, работающих в области развития и применения интеллектуальных систем управления и систем искусственного

интеллекта. Центральной задачей НОЦ ИИ-КФС является научное обеспечение Национальной стратегии развития искусственного интеллекта (Указ Президента РФ №490 от 10.10.2019 г.), проведение фундаментальных и прикладных исследований в области алгоритмов, математических методов и технологий искусственного интеллекта. Основная область применения разрабатываемых решений — киберфизические системы, включающие вычислительные и физические компоненты;

- комплексная установка «Физика, химия и механика кристаллов и тонких плёнок». В состав установки входит ультрафиолетовый эллипсометр J.A. Wollam VUV-VASE. Эллипсометр имеет уникальные характеристики по определению качества, состава и политипа тонких плёнок и гетероструктур широкозонных полупроводников и является одним из нескольких экземпляров действующих в Европе. Также в комплекс входят экспериментальные установки-реакторы для роста тонких плёнок методом замещения атомов, разработанные коллективом ИПМаш РАН. Комплекс предназначен для полной характеристики тонких плёнок, дающий возможность изучать за короткий промежуток времени: морфологию поверхности, толщины, механические свойства, электрические и электрооптические свойства, химический состав, структуру и кристаллическое совершенство.

Институт имеет свою аспирантуру, ведется обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации по направлениям:

- «Математика и механика», направленность «Механика деформируемого твердого тела»;
- «Машиностроение», направленность «Трение и износ в машинах»;
- «Управление в технических системах», направленность «Информационно-измерительные и управляющие системы в машиностроении».

В институте действуют диссертационные советы:

1. Диссертационный совет, специальности:

- «Механика деформируемого твёрдого тела» – физико-математические науки, технические науки;
- «Трение и износ в машинах» – технические науки.

2. Диссертационный совет, специальности:

- «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» – технические науки;
- «Информационно-измерительные и управляющие системы в машиностроении» – технические науки.

Институт ведет широкое международное сотрудничество. Целый ряд известных ученых ИПМаш РАН являются членами редакционных советов ряда престижных

международных журналов: ZAMM, Acta Mechanica, Structural Control and Health Monitoring, Mechanics of Advanced Materials and Modern Processes и др.

Институт является учредителем и издает следующие международные журналы:

- MATERIALS PHYSICS AND MECHANICS (MPM ). ISBN 1605-2730, индексируемый в международных базах: Chemical Abstracts, Cambridge Scientific Abstracts, Web of Science Emerging Sources Citation Index (ESCI) and Elsevier Bibliographic Databases (in particular, SCOPUS);

- CYBERNETICS AND PHYSICS Open Access Journal (CAP);

- Proceedings of the International Summer School–Conference (APM);

- Journal REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE" (RAMS).

Результатом проводимой институтом политики международной кооперации стало избрание ряда сотрудников института в руководящие органы и комитеты ключевых международных научных организаций:

- в Международный союз теоретической и прикладной механики (IUTAM);

- в Европейское общество механиков (EUROMECH).

По показателю «Число публикаций в журналах, входящих в WOS и Scopus, отнесенных на одного сотрудника», институт занимает 3-е место в группе из 15 организаций Отделения ОЭММПУ РАН.

Доктор физико-математических наук, профессор Кузнецов Николай Владимирович, который руководит лабораторией информационно-управляющих систем ИПМаш РАН и кафедрой прикладной кибернетики СПбГУ, успешно выполняет множество грантов и проектов в ИПМаш РАН и включен в список самых цитируемых учёных мира, согласно данным WOS за 2020 год. Общемировое количество ученых в списке самых цитируемых учёных мира составляет 6167 человек. Из Российской Федерации в данный список включено 6 учёных, одним из которых и стал Н.В. Кузнецов.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук

(ИВС РАН)

Институт создан в 1948 году с целью проведения фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований в области химии, физической химии и физики высокомолекулярных соединений. Ведутся исследования в области синтеза и химической модификации полимеров и биологически активных веществ, механизмов образования полимеров, физики и физико-химии макромолекул, структуры термостойких и

самоорганизующихся полимерных систем, физико-химических свойств, конформационной статистики, спектроскопии и хроматографии полимеров.

Основные научные направления деятельности института в настоящее время:

- химия высокомолекулярных соединений, изучение закономерностей образования, химических и структурных превращений высокомолекулярных соединений;
- разработка принципов создания функциональных полимерных материалов, в том числе высокопрочных и высокотермостойких конструкционных материалов, а также нанокompозитов;
- теоретическая и экспериментальная физика и механика полимеров, компьютерное моделирование сложных макромолекулярных систем;
- разработка научных основ синтеза нового поколения биоактивных полимеров; направленная модификация природными и синтетическими высокомолекулярными соединениями лекарственных и биологически активных веществ для их применения в медицине, биоинженерии и биотехнологии.

Структура института представлена двумя крупными отделами:

- отдел химии полимеров состоит из 11 лабораторий;
- отдел физики полимеров состоит из 8 лабораторий.

Общая численность сотрудников института превышает 200 человек.

В ИВС РАН по публикационной активности 15 сотрудников входят в число наиболее активно работающих российских ученых, из которых 8 человек имеют суммарное цитирование по ISI (WOS) более 1000: Е.Б. Жулина (6755), Т.М. Бирштейн (5605), О.В. Борисов (4292), Ю.Я. Готлиб (2242), И.Ю. Сапурина (2110), Т.Б. Тенникова (1882), А.А. Гуртовенко (1176), А.В. Люлин (1114).

Уникальное научное оборудование ИВС РАН:

- жидкостной хроматограф "Shimadzu LC-20 Prominence" с рефрактометрическим и спектрофотометрическим (на основе диодной матрицы) детекторами;
- сканирующий электронный микроскоп SUPRA 55 VP фирмы Carl Zeiss, Германия;
- спектрометр ЯМР AVANCE II -500 WB фирмы Bruker, США;
- разрывная машина для механических испытаний Shimadzu AGS-100kNXD;
- ультрацентрифуга XLI Proteomelab, США;
- газовый хроматограф "Shimadzu GC-2010Plus" и др.

В ИВС РАН создана базовая кафедра медицинской физики Санкт-Петербургского государственного политехнического университета имени Петра Великого

Также в Институте функционируют четыре научно-образовательных центра (НОЦ):

- «Физика полимеров, биополимеров, жидких кристаллов и дисперсных систем» – совместно с физическим факультетом Санкт-Петербургского государственного университета;

- «Полимеры в биотехнологии и медицине» – совместно с Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом им. Петра Великого;

- «Технологии создания и модификации природных и синтетических полимеров и их физико-химические исследования» – совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом растительных полимеров;

- «Компьютерное моделирование наносистем в науке о материалах и биологии» – совместно с Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургским государственным университетом.

Институт ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации, в институте действует Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения.

ИВС РАН является обладателем 61 действующего патента.

За период с 2010 по 2021 годы молодые ученые ИВС РАН отмечены:

- стипендией Президента РФ молодым российским ученым;
- стипендией Президента РФ молодым аспирантам;
- стипендией Правительства РФ молодым аспирантам

Также ИВС РАН выиграл Грант Президента РФ молодым российским ученым – кандидатам наук.

В ИВС РАН в период с 2014 по 2021 годы, в рамках Программы мегагрантов Правительства РФ, созданы три международных лаборатории, возглавляемые ведущими зарубежными учеными:

- лаборатория многомасштабного экспериментального исследования и моделирования полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения. Руководитель лаборатории – ведущий европейский ученый, профессор Хосе Кенни (Jose Kenny), заведующий лабораторией Университета г. Перуджи (Италия) и директор Европейского центра наноструктурированных полимеров (ECNP), г. Мадрид (Испания). Профиль лаборатории - многомасштабное экспериментальное исследование и моделирование полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения;

- лаборатория полимерных биоматериалов и систем, руководитель - ведущий ученый, профессор Микко Карттунен (Финляндия). Кафедра химии и прикладной математики, Университет Западного Онтарио (Канада). Профиль лаборатории - разработка новых бионанокompозитных материалов с использованием методов многомасштабного компьютерного моделирования для прогнозирования их свойств и структуры, проведение комплексных химических и физических экспериментов для получения и оптимизации конечных продуктов;

- лаборатория биомиметических полимеров, руководитель – ведущий ученый Сергей Шейко, США. Профиль лаборатории – разработка полимерных сеток (эластомеров и гелей) на основе молекулярных щеток для создания материалов, которые точно копируют механическое поведение биологических тканей, от мягких (мозга) до прочных (кожа).

ИВС РАН как один из ведущих центров в области химии и физики высокомолекулярных соединений регулярно проводит международные симпозиумы, конференции молодых ученых и семинары, которые привлекают ведущих ученых из зарубежных стран, а также научную общественность российских научных и учебных организаций.

ИВС РАН является организатором одного из главных международных форумов о полимерах в России:

- «Молекулярный порядок и подвижность в полимерных системах», который проводится раз в три года,

- ежегодной Международных конференций молодых ученых «Современные проблемы науки о полимерах»;

- ежегодной Международной конференции по термопластичным полимерам.

ИВС РАН также входит в число организаторов «Всероссийской конференции по органической химии» с международным участием.

Учеными ИВС РАН проводятся совместные исследования в рамках:

- 26-ти межакадемических соглашений;

- Седьмой Европейской рамочной программы (проекты FP7-NMR-2011 и FP7-SPIDER);

- программы трехстороннего сотрудничества с Францией и Чехией;

- международных грантов РФФИ с Финляндией, Румынией и Белоруссией;

- научных программ немецкого научно-исследовательского общества (DFG) с Ганновером (Германия) и немецким центром синхротронных и электронных исследований (HASYLAB DESY, Гамбург);



- программы КОНТАКТ с Чешской Республикой.

Примерами длительного плодотворного сотрудничества являются работы ИВС РАН с Институтом макромолекулярной химии АН Чешской Республики, Институтом исследования полимеров им. Лейбница в г. Дрезден (Германия), Институтом химии макромолекул им. П. Пони Румынской Академии, Отделением материаловедения Горного института Парижа.

Ряд сотрудников ИВС РАН являются членами редколлегии иностранных журналов, таких как: Eurasian Chemico-Technological Journal; Research & Reviews in Polymer; Advances in Analytical Chemistry; Journal of Applied Polymer Science; Journal of Applied Polymer Science; Carbon Journal, Elsevier.

Индустриальные партнеры института:

- в апреле 2016 года был подписан Меморандум о сотрудничестве с АО «Объединенная судостроительная корпорация» (АО «ОСК»). Признавая ведущую роль ИВС РАН в Российской Федерации в области разработки, исследования и характеристики полимеров и материалов на их основе, в рамках данного меморандума о сотрудничестве, АО «ОСК» делегирует ИВС РАН координацию работ по выявлению и формированию научно-технического задела и инноваций в области разработки и использования новых полимерных, композиционных и гибридных материалов, конструирования изделий на их основе, технологий их производства для решения соответствующих индустриальных задач современного судостроения;

- в 2019 г. в Институте начал работать Центр Химии материалов для судостроения. Центр создан в рамках меморандума о сотрудничестве между ИВС РАН и АО «ОСК», подписанного в 2016 году, на базе ИВС РАН при активном участии АО «Средне-Невский судостроительный завод» (АО «СНСЗ») и Санкт-Петербургского композитного кластера. Деятельность Центра направлена на разработку и испытания уникальных образцов изделий из полимерных композитных материалов. Одним из первых проектов Центра стал проект создания композитного крепежа, в котором нуждается для своих судов АО «Средне-Невский судостроительный завод».

В августе 2019 года Институт выиграл открытый конкурс Министерства промышленности и торговли РФ на проведение опытно-конструкторских работ по направлению «Разработка технологии крепления элементов насыщения судового оборудования и систем к конструкциям из ПКМ с использованием термопластов и высокопрочных адгезионных составов», шифр «Композитный крепеж». Объем финансирования работ по государственному контракту — 90 миллионов рублей. Конечной целью является разработка технологии формования высокопрочных крепежных

элементов из термостойких полимерных композитов и клеевых составов для монтажа крепежа к корпусу судна, а также передача технологии на завод для разворачивания полноценного производства. На базе Центра будет создано опытное производство изделий из ПКМ.

Вывод:

Санкт-Петербург располагает уникальными возможностями для научных исследований и разработок в области создания новых материалов и технологий (процессов) их получения и использования. Эта область является приоритетной (СНТР), научно - образовательный потенциал в этой области является конкурентным преимуществом Санкт-Петербурга, как было показано научными исследованиями, проведенными в СПбНЦ РАН в рамках Государственного задания на платформе Объединенного научного совета по проблемам материаловедения, механики, прочности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Приложение №4.1А. Список участников Региональной объединенной сети образования и науки (РОКСОН)

	<b>Организация</b>	<b>Узел подключения</b>	<b>Тип подключения</b>
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН)	3	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт истории Российской академии наук (СПБИИ РАН)	1	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук (ИЭФБ РАН)	1	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (ИПТ РАН)	2	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук (ЗИН РАН)	1,3	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН)	1	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное учреждение культуры Дом ученых им. М.Горького Российской академии наук (Дом ученых им. М. Горького РАН)	3	ВОЛС/ОВ
	Федеральное государственное бюджетное	3	ВОЛС/ОВ

	<b>Организация</b>	<b>Узел подключения</b>	<b>Тип подключения</b>
	учреждение науки Институт восточных рукописей Российской академии наук (ИВР РАН)		
	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории материальной культуры Российской академии наук (ИИМК РАН)	3	ВОЛС/ОВ
0	Санкт-Петербургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук (СПбФ ИИЕТ РАН)	1	ВОЛС/ МВ
1	Центральный музей почвоведения имени В.В. Докучаева - филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В Докучаева»	1	ВОЛС/ОВ
2	Санкт-Петербургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (СПбФ ИЗМИРАН)	1	ВОЛС
3	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики и электроэнергетики Российской академии наук (ИЭЭ РАН)	3	ВОЛС/ОВ
4	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института русской литературы (Пушкинский Дом) Российской академии наук	1	ВОЛС/ОВ, МВ
5	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и	1	ВОЛС/ МВ

	<b>Организация</b>	<b>Узел подключения</b>	<b>Тип подключения</b>
	геохронологии докембрия Российской академии наук (ИГГД РАН)		
6	Санкт-Петербургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (СПбФ ИО РАН)	1	ВОЛС/ОВ
7	Санкт-Петербургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Архива Российской академии наук (СПФ АРАН)	1	ВОЛС/ОВ
8	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Библиотека Российской академии наук (БАН)	1	ВОЛС/ОВ
9	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) Российской академии наук	1	ВОЛС/ОВ
0	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН)	2	ВОЛС/ОВ
1	Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»	1	ВОЛС/ОВ
2	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук	1,2	ВОЛС/ОВ, МВ
3	Академический университет имени академика Ж.И. Алферова	1	ВОЛС /ОВ
	Федеральное государственное бюджетное	4	ВОЛС/ОВ

	<b>Организация</b>	<b>Узел подключения</b>	<b>Тип подключения</b>
4	учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук (ГАО РАН)		
5	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук	1	ВОЛС/ОВ
6	Санкт-Петербургский филиал Специальной астрофизической обсерватории (САО РАН)	4	ВОЛС/ОВ
7	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук	3	ВОЛС/ОВ
8	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП)	3,4	ВОЛС/ОВ
9	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН)	2	ВОЛС/ОВ
0	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии Российской академии наук (ИНЦ РАН)	1	ВОЛС/ОВ

В таблице использованы следующие обозначения узлов подключения:

1. Академический узел (Университетская наб., д. 5, пом. 129).
2. Василеостровский узел (14 линия ВО д. 29, пом. 101а).
3. Адмиралтейский узел (ул. Большая морская, д. 18, пом. 126а).

4. Боровая ул., д. 57, пом. 414.

Использованы следующие обозначения:

ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи.

ОВ – одномодовое волокно.

МВ – многомодовое волокно.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
**Соглашение о намерениях по интеграции сетей НИКС и**  
**РОКСОН**

**СОГЛАШЕНИЕ О НАМЕРЕНИЯХ № \_\_\_\_\_**

Санкт-Петербург

«01» 12 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук (далее – СПбНЦ РАН), в лице врио председателя Президиума СПбНЦ РАН Орловой Марины Ивановны, с одной стороны, и Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук – филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (далее – МСЦ РАН), в лице директора Шабанова Бориса Михайловича, с другой стороны, совместно именуемые Стороны,

принимая во внимание, что:

СПбНЦ РАН в г. Санкт-Петербурге выполняет функции оператора Региональной объединенной компьютерной сети образования, науки и культуры Санкт-Петербурга (далее - РОКСОН), созданной в 1994 году, пользователями которой являются более 30 организаций РАН и их филиалов,

МСЦ РАН, по итогам проведенных мероприятий по интеграции Федеральной университетской сети RUNNet и сети Российской академии наук RASNet, выполняет функции администратора и оператора Национальной исследовательской компьютерной сети нового поколения (далее – НИКС),

согласовали следующие намерения:

1. Стороны исходят из того, что интересам каждой из них соответствует формирование на территории г. Санкт-Петербурга единой научно-образовательной сети с включением сети РОКСОН в общую федеральную инфраструктуру сети НИКС путем их интеграции.

Намеченный процесс интеграции научно-образовательных сетей НИКС и РОКСОН позволит:

- добиться повышения качества обслуживания подключенных к сетям пользователей – научных и образовательных организаций, подведомственных



Минобрнауки России, за счет объединения имеющихся сетевых ресурсов и расширения сервисного сопровождения;

- исключить дублирующие затраты, возникающие при эксплуатации сетей и оказании услуг пользователям;
- ускорить достижение отдельных целей и решение задач в рамках национального проекта «Наука», способствовать выполнению других национальных проектов и программ;
- сформировать в г. Санкт-Петербурге единую среду научного и научно-технического взаимодействия подведомственных Минобрнауки России научных и образовательных организаций;
- осуществлять управление объединенной сетью и техническую поддержку пользователей в рамках единого центра, сформированного из опытных и высококвалифицированных сотрудников обеих организаций.

2. В перечисленных целях Стороны намерены осуществить следующие действия:

- ходатайствовать перед Минобрнауки России о необходимости интеграции сетей НИКС и РОКСОН;
- определить способ и порядок проведения интеграционных мероприятий, удовлетворяющий требованиям Сторон;
- подготовить совместный План мероприятий по осуществлению интеграции сетей НИКС и РОКСОН;
- формировать единую позицию при необходимости предоставления разъяснений Минобрнауки России по вопросам осуществляемой Сторонами операторской деятельности;
- оказывать друг другу консультативную помощь по вопросам, связанным с осуществлением интеграции сетей НИКС и РОКСОН, при необходимости, создавать совместные рабочие группы, собирать информацию, готовить документы и пр.

Координаторами мероприятий, выполняемых в рамках Соглашения, являются:

- со стороны СПбНЦ РАН – начальник отдела телекоммуникаций СПбНЦ РАН Николаев Владимир Александрович, +7 (812) 328-21-21, nikolaev@mail.nw.ru;
- со стороны МСЦ РАН – директор СПбО МСЦ РАН Евсеев Антон Владимирович, +7 (812) 670-20-10 (доб. 2214), evseev@runnet.ru.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Проведение в СПбНЦ РАН фестиваля НАУКА 0+ (По плану Года науки и технологий в России)

15 мая 2021 года ВРИО Председателя СПбНЦ РАН д.б.н. Орлова М.И. и заместитель Председателя СПбНЦ РАН по научной работе к.т.н., профессор Говорухин В.П. приняли активное участие во Всероссийском Форуме популяризаторов науки – 2021 в рамках Всероссийского Фестиваля науки НАУКА 0+ (по плану Года науки и технологий в России).



Рисунок 31 – Дипломы Орловой М.И. и Говорухина В.П. – активных участников Всероссийского Форума популяризаторов науки 15 мая 2021 г.

Организация и программа проведения в СПбНЦ РАН Фестиваля науки НАУКА 0+:

Для участия во Всероссийском Фестивале науки НАУКА 0+ в августе 2021г. от СПбНЦ РАН подана официальная заявка на проведение 21 – 22 октября 2021 г. в СПбНЦ РАН Фестиваля науки НАУКА 0+.

Программа Фестиваля науки НАУКА 0+ в СПбНЦ РАН:

- 21 октября 2021 года (четверг):
- 17.00 – 18.00 Экскурсия по историческому Главному зданию Академии наук «Здесь зарождалась Российская наука»;

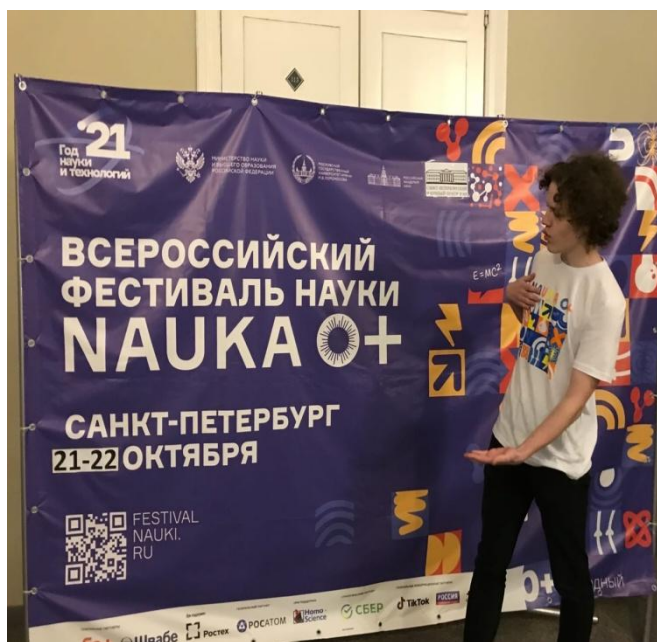
- 19.00 – 20.00 Научно-популярная лекция «Спектр-Рентген-Гамма» и другие астрономические новости». Лектор: к.ф-м. н., старший научный сотрудник Лаборатории физики звёзд ГАО Пулковской обсерватории РАН, ведущий "Заметок астронома" канала QWERTY на YouTube, лауреат премии РАН за лучшие работы по популяризации науки Масленников Кирилл Львович.

- 22 октября 2021 г. (пятница):

- 17.00 – 18.00 Экскурсия по историческому Главному зданию Академии наук «Здесь зарождалась Российская наука»;

- 19.00 – 20.00 Научно-популярная лекция «Стресс и пандемия». Лектор:–д.б.н., лауреат премии «Просветитель», старший научный сотрудник лаборатории сравнительной генетики поведения Института физиологии им. И.П. Павлова РАН Жуков Дмитрий Анатольевич.

21 – 22 октября 2021 г. в СПбНЦ РАН был проведен науки НАУКА 0+ (по плану Года науки и технологий в России)



а)



б)

Рисунок 32 – Проведение 21 – 22 октября 2021 г. Фестиваля науки NAUKA 0+ в СПбНЦ РАН:

а) тематический стенд Фестиваля; б) экскурсия «Здесь зарождалась Российская наука»

Мероприятия по научной популяризации Всероссийского фестиваля науки Nauka 0 + на официальных сайтах и в электронных изданиях Санкт-Петербурга:

1. Публикация на официальном сайте Комитет по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга анонса о проведении в СПбНЦ РАН 21 – 22 октября 2021 г. Фестиваля науки NAUKA 0+. <http://knvsh.gov.spb.ru/news/view/3351/>

2. Petersburg2

<https://peterburg2.ru/events/festival-nauki-nauka-0-v-sanktpeterburgskom-nauchnom-centre-ran-2122-oktyabrya-2021-g-199699.html>

3. Информационный бизнес-портал Санкт-Петербурга

<https://78online.ru/2021/10/13/festival-nauki-nauka-0-v-sankt-peterburgskom-nauchnom-centre-ran-21-22-oktyabrya-2021-g/>

3. Журнал «Naked Science»

<https://naked-science.ru/events/stress-i-pandemiya>

<https://naked-science.ru/events/spektr-rentgen-gamma-i-drugie-astronomicheskie-novosti>

4. Газета «Фонтанка»

<https://www.fontanka.ru/2021/10/15/70196774/?rec=editorial>

<https://www.fontanka.ru/2021/10/15/70196618/>

5. Журнал «Элементы»:

[https://elementy.ru/events/442748/Festival\\_NAUKA\\_0\\_Lektsiya\\_Kirilla\\_Maslennikova\\_Spektr\\_Rentgen\\_Gamma\\_i\\_drugie\\_astronomicheskie\\_novosti](https://elementy.ru/events/442748/Festival_NAUKA_0_Lektsiya_Kirilla_Maslennikova_Spektr_Rentgen_Gamma_i_drugie_astronomicheskie_novosti)

[https://elementy.ru/events/442747/Festival\\_NAUKA\\_0\\_Lektsiya\\_Dmitriya\\_Zhukova\\_Stress\\_i\\_pandemiya](https://elementy.ru/events/442747/Festival_NAUKA_0_Lektsiya_Dmitriya_Zhukova_Stress_i_pandemiya).