

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственная академия)

*На правах рукописи*



САВИНОВА Валерия Анатольевна

**ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ  
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

Специальность 2.1.12 – Архитектура зданий и сооружений.

Творческие концепции архитектурной деятельности

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание степени кандидата архитектуры

Том 1

Научный руководитель  
кандидат архитектуры, профессор  
Охлопкова Ольга Александровна

Москва – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ТОМ 1

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. МИРОВОЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ .....	16
1.1. Научно-исследовательские объекты. Понятие, основные факты, география.....	16
1.2. Этапы исторического развития научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	18
1.2.1. Арктические научно-исследовательские объекты.....	19
1.2.2. Антарктические научно-исследовательские объекты.....	25
1.3. Мировой опыт проектирования научно-исследовательских объектов в полярных регионах (середина XX - начало XXI вв.).....	30
1.3.1. Научно-исследовательские станции.....	30
1.3.2. Научно-исследовательские комплексы.....	37
1.3.3. Научно-исследовательские центры.....	40
1.4. Отечественный опыт проектирования арктических научно- исследовательских объектов. Современное состояние вопроса.....	43
1.5. Типология, функциональное зонирование и планировочные особенности научно-исследовательских объектов.....	45
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1.....	48
ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ И ПРИЁМЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ.....	51
2.1. Общая характеристика и анализ Арктической зоны России .....	51
2.1.1. Северный морской путь. Характеристика и анализ.....	54
2.1.2. Характеристика Европейской области АЗРФ.....	55
2.1.3. Характеристика Западно-Сибирской области АЗРФ.....	62

2.1.4. Характеристика Восточно-Сибирской области АЗРФ.....	65
2.1.5. Характеристика Дальневосточной области АЗРФ.....	67
2.2. Факторы, формирующие архитектуру научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	69
2.2.1. Природно-климатические факторы.....	70
2.2.2. Строительные факторы.....	73
2.2.3. Антропогенные факторы.....	75
2.2.4. Психофизиологические факторы.....	77
2.3. Принципы и приёмы формирования архитектуры современных научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	81
2.3.1. Принцип природно-климатического формообразования.....	82
2.3.2. Принцип оптимизации технологических процессов.....	85
2.3.3. Принцип устойчивости.....	87
2.3.4. Принцип гуманизации внутренней среды.....	89
2.3.5. Принцип автономности.....	93
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2.....	94
ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СТРУКТУРЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ.....	97
3.1. Стратегия развития и научного освоения арктической зоны РФ и экспертные предложения по ее внедрению.....	97
3.1.1. Стратегии развития и освоения АЗРФ.....	97
3.1.2. Концепция каркасно-кластерного подхода как часть стратегий по развитию Арктической зоны.....	103
3.1.3. Архитектурная стратегия по развитию системы научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	109
3.2 Структурные модели научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	113
3.3. Этапы формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	115

3.4. Внедрение проектных предложений для различных типов НИО на основе разработанных принципов, приемов и структурных моделей.....	116
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.....	119
ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ.....	121
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	125
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	127
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	131

## ТОМ 2. Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Иллюстративный материал .....	3
А.1. Научно-исследовательские объекты. Понятие, основные факты, география.....	3
А.2. Этапы исторического развития научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	6
А.3. Мировой опыт проектирования научно-исследовательских объектов в полярных регионах (середина XX - начало XXI вв.).....	23
А.4. Отечественный опыт строительства НИО. Современное состояние вопроса.....	55
А.5. Функциональное зонирование и архитектурно-планировочные особенности научно-исследовательских объектов.....	59
А.6. Общая характеристика и анализ Арктической зоны России.....	64
А.7. Факторы, формирующие архитектуру научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	75
А.8. Принципы и приёмы формирования архитектуры современных научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	80
А.9. Стратегия развития и научного освоения арктической зоны РФ и экспертные предложения по ее внедрению.....	86
А.10. Структурные модели научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	90

А.11 Стратегия формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	93
А.12. Внедрение проектных предложений для различных типов НИО на основе разработанных принципов, приемов и структурных моделей.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Таблицы .....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Список источников иллюстративного материала .....	240

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Арктика в настоящее время остается малоосвоенным и малонаселенным регионом. Причина этого – экстремальный полярный климат, оказывающий существенное влияние на все аспекты жизни и работы, и, как следствие, низкая степень освоения и развития этой огромной территории. Тем не менее, на протяжении XX века отечественный и зарубежный интерес к полярному региону постоянно возрастал, и в настоящее время можно говорить о его многократном усилении.

Строительство арктических объектов также значительно активизировалось на протяжении XX века, а в XXI веке существенно увеличилось. Область арктической архитектуры относительно молода, но уже сейчас в мировой практике можно наблюдать попытки модернизации приёмов и принципов, положенных в ее основу в XX веке, и трансформацию подходов к современной архитектуре арктического региона в целом.

О росте отечественного интереса в глубоком изучении и освоении Арктики свидетельствует Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года». Арктика всегда была и в настоящее время является одним из наиболее важных регионов РФ: она обладает значительным пространством, огромным потенциалом энергетических, биологических и сырьевых ресурсов, а также транспортных арктических путей как внутреннего, так и внешнего значения. Постоянный научный мониторинг необходим этим сферам региона. Российская Арктика сейчас - это самая большая и самая населенная часть всей мировой Арктики. Поэтому изучение Арктики и развитие отечественной арктической архитектуры представляется безусловно актуальным для последующего роста и развития региона, и будет способствовать его более быстрому и устойчивому освоению.

Необходимо отметить, что для России остро стоит вопрос модернизации и обновления современной архитектуры научно-исследовательских зданий и

сооружений в Арктике. Большая часть эксплуатируемых в настоящее время сооружений были возведены в XX веке и с тех пор не обновлялись, ремонтные или реконструкционные работы не проводились.

Представленное исследование посвящено изучению особенностей архитектурной организации зданий и сооружений научно-исследовательских объектов, расположенных в Арктической зоне России, и формулированию принципиальных основ их проектирования и строительства, что позволит создавать современные здания, оберегающие жизнь и здоровье людей с одной стороны, и сохранять арктическую среду с другой.

**Степень изученности проблемы:** в мировой практике масштабные и комплексные изучения проблем и развития арктических территорий начались в середине XX века. Ввиду выраженного междисциплинарного характера проблемы, к работе над ней привлекались специалисты широкого спектра из разных областей науки.

Общие вопросы архитектуры северных регионов изучались в работах нескольких проектных и научных организаций: СССР: Ленинградский институт экспериментального проектирования, «Ленгипроарктика», Советские НИИ: «Комигражданпроект» и местное «ПечорНИИпроект» НИИ оснований и подземных сооружений

Вопросы экономической географии арктических регионов изучают А. Н. Пилясов, Н. Ю. Замятина, Л. Хаски.

Изучению вечной мерзлоты и сопряженных с ней строительных работ посвящены труды ученых – М. И. Сумгина, В. К. Яновского, Л. А. Братцева, В. А. Кудрявцева, М. С. Водолазкина. Непосредственно аспекты строительства в вечной мерзлоте изучали П. И. Мельников, Н. И. Быков, В. И. Аксенов, А. В. Брушков, Г. В. Лепинских, Н. Ф. Цыбина, А. Н. Хименков, Л. В. Чистотинов, А. Л. Данилов.

Опыт строительства научно-исследовательских станций в Арктике и Антарктике отражен в работах таких полярных исследователей, как Ф. Нансен, Р.

Амундсен, Э. Норденшольд, Р. Скотт, Д. Франклин, Э. Шеклтон, Э. Толль, В. Ю. Визе.

Вопросам архитектуры научно-исследовательских объектов посвящены работы Д. А. Метаньева и И. В. Диановой-Клоковой.

Изучению особенностей строительства в северных регионах посвящены работы таких исследователей, как А. И. Шипков, Э. П. Путинцев, Н. В. Суханов, В. В. Докучаева, Л. Г. Балаян, Т. В. Брагина, А. В. Махровская, Б. В. Муравьева, Л. С. Нейфах, Б. М. Полуй, А. В. Рябушина, Н. А. Сапрыкина, Р. Эрскина, А. В. Яковлева, Ю. В. Комаренко, Ю. И. Корюкина, Н. С. Сычев.

Развитием североведения в СССР занимались С. В. Славин, К. П. Космачев, М. К. Бандман. Аспекты современного североведения отражены в работах А. Г. Гранберга, В. Н. Лаженцева.

Проблемам воздействия арктической среды на организм человека посвящены работы Л. Е. Панина, Д. Г. Тихонова, А. П. Авцына, Б. Н. Зырянова, Т. Ф. Соколова, П. С. Терещенко, В. Н. Петрова.

Нормативная документация в области промышленного и гражданского строительства, строительной климатологии, санитарно-эпидемиологические требования и гигиенические нормы в настоящее время учитывают особенности строительства в Арктической зоне РФ, но продолжают постоянно совершенствоваться и обновляться на основе вновь получаемой информации.

В целом можно заключить, что проблема современного развития архитектурных приёмов, учитывающих специфику арктической зоны, недостаточно исследована и нуждается в дальнейшем изучении.

**Научная гипотеза:** разработка приемов и принципов формирования архитектурно-строительных решений на основе применения передовых строительных технологий, новых конструкций и оптимальных эргономических решений позволит создавать оберегающие здоровье и жизнь людей условия для работы на научно-исследовательских объектах круглогодичного использования в арктической зоне России.



Такой подход к проектированию и строительству научно-исследовательских объектов в условиях экстремального климата позволит повысить их соответствие современным архитектурным требованиям.

**Объектом исследования** являются существующие научно-исследовательские объекты, расположенные в полярных регионах.

**Предметом исследования** являются научно обоснованные подходы к проектированию научно-исследовательских объектов, особенности комплекса архитектурных, конструктивных и инженерных решений и методы определения оптимальности архитектуры современных научно-исследовательских объектов в Арктической зоне России.

**Цель исследования** состоит в выявлении и разработке принципов формирования современной архитектуры научно-исследовательских объектов, предназначенных для эксплуатации в Арктической зоне России.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

1. Проанализировать мировой опыт проектирования, эксплуатации и строительства научно-исследовательских объектов, расположенных в Арктическом и Антарктическом регионах.
2. Изучить природно-климатические и другие условия Арктической зоны России, требующие применения специальных архитектурных приёмов.
3. Определить ряд факторов, оказывающих влияние на формирование архитектуры полярных научно-исследовательских объектов.
4. Выявить наиболее перспективные архитектурные принципы и приёмы формирования научно-исследовательских объектов в условиях Арктической зоны России, на основе мирового опыта проектирования таких сооружений.
5. Создать модели архитектурной структуры научно-исследовательских объектов различных типов для проектирования в арктической зоне РФ.
6. Предложить стратегию формирования сети научно-исследовательских объектов в арктической зоне России на основе анализа их современного состояния.

**Методология и методика исследования** основана на комплексном подходе, включающем следующие аспекты:

- графоаналитический анализ и обобщение опыта архитектурно-композиционных и функционально-планировочных решений в сфере проектирования и возведения научно-исследовательских объектов в полярных регионах мира;

- комплексный анализ теоретических знаний о климате Арктической зоны России и других факторов, влияющих на формирование объемно-планировочных и архитектурно-пространственных решений современных научно-исследовательских объектов (на основании изучения материалов статей, книг, электронных источников);

- систематизацию и классификацию изучаемого материала;

- методы научно-технического прогнозирования, в том числе экстраполяция, для составления стратегии обновления сети научно-исследовательских объектов в России и определения основных тенденций формирования архитектуры таких объектов;

- апробацию результатов исследования с помощью компьютерного моделирования и экспериментального проектирования.

### **Границы исследования**

*Временные границы* исследования охватывают период развития научно-исследовательских объектов с конца XIX века до настоящего времени (первая четверть XXI века). Современный мировой опыт проектирования и строительства научно-исследовательских объектов изучен с последней четверти XX века до настоящего времени.

*Географические границы* исследования включают Арктический регион, ограниченный северной широтой 66° 33' и территории арктических государств (Россия, США, Канада, Дания, Исландия, Норвегия, Швеция, Финляндия) и Антарктический регион, ограниченный антарктической конвергенцией (включающий материк Антарктиду, приближенные к ней группы островов и воды Южного океана)

*Типологические границы* исследования включают научно-исследовательские объекты, расположенные в полярных регионах и аспекты их архитектурного формирования. Природно-климатические, строительные, антропогенные и психофизиологические факторы изучаются в зависимости от степени учета их влияния при проектировании, строительстве и эксплуатации данных сооружений.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

Выявлены и описаны основные исторические этапы и особенности развития научно-исследовательских объектов в полярных регионах (Арктика и Антарктика).

Проведенная оценка современного состояния существующих научно-исследовательских объектов позволила констатировать острую необходимость в разработке новых подходов к архитектурному формированию таких сооружений. Проведенное исследование показывает, что в настоящее время в АЗРФ эксплуатируются 116 научно-исследовательских станций, из которых так или иначе были обновлены только 46 зданий.

Определены степень и характер учета влияния природно-климатических, строительных, антропогенных и психофизиологических факторов на архитектуру научно-исследовательских объектов с целью снижения воздействия экстремальной среды в полярных регионах. На основе этого сформулированы научно обоснованные принципы архитектурного формирования современных научно-исследовательских объектов в Арктической зоне России. Использование сформулированных принципов в проектировании и строительстве позволит значительно повысить комфорт научных сотрудников, работающих в Арктической зоне России и обезопасить полярную среду от антропогенного воздействия.

По результатам проведенной оценки состояния существующих научно-исследовательских объектов в арктической зоне России предложены архитектурные решения в области реставрации, реконструкции и строительства новых НИО. Полученные результаты исследования направлены на комплексное развитие и обновление научно-исследовательских объектов региона.

Реализация предложенных подходов к последовательности обновления существующей сети научно-исследовательских станций в перспективе может позволить ликвидировать аварийное положение и обветшание многих эксплуатируемых в настоящее время научных станций и центров в российской Арктике, возникшее за длительное отсутствие ремонтных и реставрационных работ.

**Теоретическая значимость** состоит в том, что результаты проведенного исследования объединяют и систематизируют широкий круг знаний об аспектах строительства и эксплуатации зданий в условиях полярных регионов, обобщают большой пласт исторических данных, а также предлагают разработку и апробацию принципов формирования современной архитектуры научно-исследовательских объектов в Арктической зоне.

**Практическая значимость** заключается в возможности применения результатов исследования при:

- разработке архитектурных решений в проектной практике для научно-исследовательских станций, комплексов и центров, определенных в соответствии с предложенной классификацией НИО;

- разработке разделов строительных нормативов для проектирования научно-исследовательских объектов в Арктической зоне России, уточняющих состав и площади помещений, используемые конструктивные системы, облицовочные материалы и архитектурные приёмы, направленные на снижение влияние экстремальной среды на здания, организм человека и экосистемы;

- создании учебно-методических пособий, лекционных материалов, разработке курсовых программ, и при проведении экспериментального и дипломного проектирования.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Типологическая классификация полярных научно-исследовательских объектов, включающая научно-исследовательские станции, комплексы и центры, основанная на анализе мирового опыта проектирования и строительства научно-

исследовательских объектов, расположенных в арктическом и антарктическом регионах.

2. Принципы архитектурного формирования научно-исследовательских объектов, базирующихся на современных архитектурных приемах формообразования и снижения влияния экстремальной среды полярных регионов на организм людей и эксплуатацию зданий;

3. Архитектурные модели структурной организации научно-исследовательских объектов различных типов для проектирования в арктической зоне РФ. К ним относятся: научно-исследовательские станции (полуавтоматическая НИС, стандартная гидрометеорологическая НИС, расширенная НИС), научно-исследовательские комплексы (комплекс-поселение и комплекс-здание), научно-исследовательские центры (университетский центр, просветительский центр, центр культуры КМНС).

### **Степень достоверности и апробация результатов**

1. Основные результаты научной работы опубликованы в 24 статьях, общим объемом 14,06 п.л. (в том числе 5 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации) и одном учебно-методическом пособии.

2. Выводы и результаты исследования представлены на 18 научных конференциях, в том числе: «Наука, образование и экспериментальное проектирование» Москва, МАРХИ 2019 – 2021 гг., «Глобальные проблемы Арктики и Антарктики» Архангельск, СВАФУ 2020 г., "Полярные чтения" Санкт-Петербург, ААНИИ 2021-2022 гг., Международный Арктический саммит «Арктика и шельфовые проекты: перспективы, инновации и развитие регионов» 2021 г., Международная научно-практическая конференция «Дни Арктики в Санкт-Петербурге – 2021: международное научное сотрудничество в Арктике в эпоху изменения климата» 2021 г., Международная научно-практическая конференция "Проблемы территориального развития Арктической зоны и пути их решения (ARCTD 2021)" 2021 г., Arctic CCS: Community & Citizen Science (CCS) in the Far North. Arctic Research Consortium of the United States 2021,

«Арктика: гуманитарные векторы развития», Москва, МГЛУ 2022 г., Российский энергетический форум Уфа, 2022 г., "Дни Сибири и Арктики", Москва, 2022 г.

3. Основные принципы и приёмы формирования архитектуры научно-исследовательских объектов внедрены при создании следующих архитектурных концепций:

- "Научный центр овцебыководства", выполненный по заказу Семейной общины коренных малочисленных народов Севера "Хаски-тыал" (Хаски ветер) и проекта овцебык.рф.

- "Научно-познавательный центр в городе Тикси", выполненный в сотрудничестве с НКО "Маяк Арктики".

4. Экспериментальные проекты и основные положения и выводы исследования представлены на следующих конкурсах:

- диплом II степени в конкурсе лучших публикаций МАРХИ в 2019 г. за статью "Особенности проектирования и строительства в Арктическом регионе"

- диплом за лучший секционный доклад на тему "Проектирование современных научно-исследовательских станций в условиях Арктического региона", представленный на всероссийской конференции с международным участием «Глобальные проблемы Арктики и Антарктики», 2020 г.

- фестиваль Salone Nautico di Venezia 2021, в рамках выставки MUVE Yacht projects диплом Second Special Mention (проект Lanterna дрейфующая)

- V Международная архитектурно-дизайнерская премия «Золотой Трезини» 2022 г., диплом Special Mention (проект Observepoint. Arctic)

- фестиваль The Lisbon Architecture Triennale and Millennium bcp 2022 г., позиция в шорт-листе (проекты: Observepoint. Arctic, Научный центр овцебыководства, Lanterna дрейфующая)

- VI открытый архитектурный конкурс приволжского федерального округа "АрхНовация", номинация конкурс молодых архитекторов, Бронзовый диплом (проекты: Observepoint. Arctic, Научный центр овцебыководства, Научно-познавательный центр в г. Тикси)

- финалист конкурса "Билет в Арктику" АНО Чистая Арктика. (проекты: Научный центр овцебыководства, Этерна)

5. Основные положения и выводы исследования были апробированы в процессе курсового и дипломного проектирования студентов кафедр «Архитектура промышленных сооружений» (в сотрудничестве с проф. О.А. Охлопковой) МАРХИ (уровень подготовки – бакалавриат).

### **Структура работы**

Диссертационная работа состоит из двух томов. Том I (147 стр.) включает текстовую часть, состоящую из введения, трех глав, заключения, и библиографии (148 источников). Том II (250 стр.) содержит три приложения, в том числе графические листы, полностью иллюстрирующие текст научной работы.

## ГЛАВА 1. МИРОВОЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ

Первая глава посвящена решению первой задачи исследования: анализу мирового опыта проектирования и строительства научно-исследовательских объектов, расположенных в Арктическом и Антарктическом регионах, с целью выявления их типологии и архитектурно-планировочных особенностей. В рамках комплексного, системного и исторического подходов рассматриваются научно-исследовательские объекты, возведенные в период с конца XIX-ого по первую четверть XXI вв. Также проводится исследование, направленное на систематизацию существующих научно-исследовательских полярных объектов и выявление их типов.

### **1.1. Научно-исследовательские объекты. Понятие, основные факты, география.**

Главным объектом рассмотрения настоящей исследовательской работы будут являться научно-исследовательские объекты всех типов, расположенные в полярных регионах мира (Арктика, Антарктика). Под термином **научно-исследовательский объект** (далее НИО) понимается здание или комплекс зданий, чье основное назначение заключается в обеспечении условий для проведения научных изысканий научными работниками (рис. 1 приложение А. 1). НИО это один из наиболее характерных видов не только арктической, но полярной архитектуры: российскую Арктику отличает сеть автономных строений, созданных специально для проведения наблюдений за климатом [18], а все поселения в Антарктике сформированы научно-исследовательскими сооружениями [38]. На территории России к научно-исследовательским объектам чаще всего применяется термин "полярная станция"<sup>1</sup>. В документах Росгидромета, управляющим частью научно-исследовательских объектов,

---

<sup>1</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.



рассмотренных в данной работе, используется термин "труднодоступная гидрометеорологическая станция<sup>2</sup>" по РД. 52.04.700-2008. Типовое положение о труднодоступной гидрометеорологической станции Росгидромета.

НИО в полярных районах размещают как страны, непосредственно владеющие полярными территориями (РФ, Канада, Норвегия), так и другие страны (рис. 1 приложение А. 1). Так, арктическими НИО управляют 17 стран, а антарктическими - 33. Стоит отметить, что у РФ весомые показатели по количеству НИО: арктических 116 - что составляет абсолютное большинство, а антарктических - 7, что является третьим результатом после южноамериканских стран.

Основных факторов размещения НИО в конкретном месте несколько (рис. 1 приложение А.1). Это могут быть политические интересы, что верно для стран Южной Америки (Аргентина, Чили), Великобритании и других государств, имеющих территориальные притязания в Антарктике [39]. К таким НИО относятся, например, база Эсперанца (Аргентина) или станция Ротера (Великобритания). Это могут быть уникальные природные или символические места. Например, геомагнитный Южный полюс, на котором расположена станция Восток [73] или географический Южный полюс, где возведена станция Амундсен-Скотт [78]. Наконец, это могут быть стратегически важные места, что верно для ряда станций в составе военных баз (Сермелик, Закенберг) или для большинства отечественных станций, расположенных вдоль трассы Северного морского пути [78].

К основным проблемам НИО (рис. 1 приложение А.1) можно отнести следующие: расположение в труднодоступных местах с экстремальным климатом, опасная для человеческого организма среда, обусловленная суровым климатом, и превышение многими зданиями НИО сроков эксплуатации, что отрицательно сказывается на комфорте научных сотрудников и общем состоянии конструкций [77].

---

<sup>2</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.

География распространения, как уже было отмечено выше, охватывает арктический и антарктический районы. К основным районам размещения НИО в Арктике относятся: Шпицберген (Норвегия), Южная Гренландия (Дания), Канадский архипелаг (Канада), Северная Аляска (США) (рис. 2 приложение А.1). К основным районам размещения НИО в Антарктике относятся: антарктический архипелаг, шельфовый ледник и остров Росса, Земля Адели, Земля Мак-Робертсона, географический Южный полюс, области внутриматериковой Антарктиды и земля Королевы Мод. В отечественной практике основными районами размещения НИО в Арктике являются: Север Мурманской области, арктические регионы Республики Карелия, архипелаг Новая Земля и остров Вайгач, полуостров Канин, архипелаги Земля Франца-Иосифа, Таймыр и Северная Земля, арктические регионы Якутии, архипелаг Новосибирские острова, прибрежные районы Чукотского АО и остров Врангеля (рис. 2 приложение А.1).

Архитектура научно-исследовательских объектов значительно различается не только между типами объектов, но и внутри типов. На это влияют различные факторы, которые будут подробно рассмотрены далее.

## **1.2. Этапы исторического развития научно-исследовательских объектов в полярных регионах**

Несмотря на достаточно недолгую историю развития архитектуры научно-исследовательских объектов с конца XIX-ого до первой четверти XXI-ого вв., эти объекты, тем не менее, имеют значительные различия в разные периоды развития. Для систематизации и выявления общих закономерностей развития научно-исследовательских объектов необходимо было провести подробное рассмотрение этапов развития научных объектов. Также является важным определением для каждого этапа характерных особенностей формирования объемно-пространственной композиции и планировочных решений. Особого внимания заслуживает появление и развитие применения специальных архитектурных приёмов формообразования научных объектов.

### 1.2.1. Арктические научно-исследовательские объекты

Арктика (арктический регион) – это регион вокруг Северного полюса, ограниченный с юга Северным полярным кругом ( $66,33^{\circ}$  северной широты), включает территории семи стран: Канады, США, Дании, Норвегии, Финляндии, РФ. При этом, согласно конвенции ООН по морскому праву 1982 г., внешельфовая зона Арктики имеет международный статус.

Мировой опыт освоения Арктики берет начало в VIII - IX в., когда отдельные, малоизвестные истории экспедиции из Европы отправлялись в плавание к берегам Канады и Гренландии [94]. В период с IX по XIX в. было совершено значительное количество научных экспедиций [68], однако все они проводились на научно-исследовательских судах и строениях, которые однозначно можно было бы определить, как НИО, возведено не было.

В конце XIX в. возникают первые здания, которые можно называть НИО. Это **первый этап** исторического развития НИО. Важным для первого этапа развития архитектуры НИО является сам факт возникновения новой для того времени архитектурной типологии: научной станции. Все объекты, возведенные на этом этапе, имеют общий вид: одиночный одноэтажный деревянный объем предназначенный для зимовок и проведения научных изысканий и не учитывавший экстремальных условий арктического региона и не имеющий никаких специальных мероприятий по снижению воздействий экстремальной среды.

НИО возводились как в ходе одиночных экспедиций: экспедиции Джона Франклина (1819-1827 гг.) [93], экспедиции Адольфа Грили 1881 года [131], экспедиции Роберта Пири (1891-1892 гг. и 1893-1895 гг.) [131], экспедиции Джексона-Хермсворта (1894-1897 гг.) [137]; так и в ходе международной научной акции "Международный полярный год" [55] (далее МПГ) в 1882 г. Последняя призывала страны всего мира провести комплексные исследования Северного ледовитого океана на протяжении нескольких лет по единому для всех участников плану. Более 9 стран организовали полярные станции, общим числом 14 (12 в Арктике и 2 в Антарктике) для этих целей, в число которых входили **Ян-**

*Майен* (Австрия), *Барроу* (США), *Малые Кормакулы* (Российская Империя), *Кейп-Торсден* (Швеция) [55] (рис. 3 приложение А.2). Стоит отметить, что именно акция МПГ стала отправной точкой для переноса части исследований с научных судов в специально построенные для научных изысканий здания. 14 возведенных в период первого МПГ станций стали первыми в новой архитектурной типологии, хотя понимания о конкретной типологии тогда не было. Их облик одноэтажного деревянного здания со скатной кровлей надолго определил конструкции и объемно-пространственную композицию НИО.

Отечественный опыт строительства НИО начинается с открытия ряда станций в Мурманской и Архангельской областях в конце XIX в (рис. 4 приложение А.2, табл. 2 приложение Б.1).

Архитектуру НИО этого периода представляют простые одноэтажные строения со скатной кровлей, выполненные из древесины (табл. 1 приложение Б.1). О единстве приёмов, техник возведения и функциональных зон говорить нельзя, т.к. в этот период экспедициями возводились чаще вспомогательные здания, не расцениваемые как некое конкретное, типологически определенное строение. Стоит, однако, отметить возведение не только общих домов для жилья и научных работ: уже в период, например, первого МПГ экспедициями возводились отдельные научные павильоны для конкретных приборов и процессов (магнитные и астрономические наблюдения) [55]. Из особенностей периода стоит отметить достаточно большое количество спорных и даже вовсе неподходящих для арктического региона архитектурных решений (табл. 1 приложение Б.1). Чаще других встречается плохое устройство теплоизоляции: или вовсе отсутствующее [131], либо выполненное мхом и водорослями [137].

Характерные для периода строения: *форт Энтерпрайз* (1819-1820 гг., 1-ая экспедиция Д. Франклина) и *форт Франклин* (1825-1827 гг., вторая экспедиция Д. Франклина), *форт Конгер* (1881 г., экспедиция А. Грили), *база второй экспедиции Р. Пири* (1893 г.) и *база Элмвуд* (1894 г., экспедиция Джексона-Хермсворта).

**Второй этап** развития арктических НИС приходится на первую половину XX в. Этот этап отмечен возросшим числом как научных экспедиций, так и возводимых научных сооружений [95]. Некоторые из возведенных в это время построек используются и в настоящее время. Идея научных станций активно развивается. Это уже удобные деревянные дома, различные по функциям: кают-компания, лаборатории, складские помещения [120]. Говорить об архитектурном единообразии ещё нельзя, однако здания этого периода гораздо лучше приспособлены к арктическому региону: появляются свайные фундаменты, возрастает качество самой архитектуры. НИО больше не представлены одним ветхим строением, теперь базы составляют несколько зданий, с зачастую разделенными функциями и отдельными помещениями для электрогенераторов [109]. Можно отметить и одновременное открытие 4 станций в 1947 г. (*база Бранлундхис, Метеорологическая станция Хервигамна, Обсерватория залива Резольют и станция Юрика*), что связано с совместным решением США и Канады увеличить количество атмосферных наблюдений в регионе. Характерные для периода строения: *база Орлиное гнездо* (открыта - 1931 г., закрыта - 1934 г.), *Айсмитте* - станция третьей гренландской экспедиции Альфреда Вегенера (открыта - 1930 г., закрыта - 1931 г.), *база Бранлундхис* (открыта 1947 г., закрыта - 1972 г.), *база Данеборг* (открыта - 1944 г., используется в настоящее время) (рис. 5 приложение А.2, табл. 3 приложение Б.1).

В Российской Империи, отделом торговых портов Министерства торговли и промышленности, возводится ряд НИО. Это станции *Вайгач* (открыта - 1912 г.) и *Югорский Шар* (открыта - 1913 г., закрыта - 1993 г.) на острове Вайгач, *Марресале* на западном берегу Ямала (открыта - 1914 г.) [21]. Все строения выполнены из древесины, со скатными кровлями. Это первые НИО в стране с момента возведения станций в рамках первого МПГ, и продолжение развития идеи отдельной типологии и специальных арктических научных сооружений в отечественной среде.

Следующий период открытия отечественных станций начинается в конце 20-ых гг. XX в. и не спадает до конца периода [90]. Ареал возведения охватывает

практически всю территорию нынешней российской Арктики (рис. 6, 7 приложение А.2). Все НИО этого периода имеют достаточно схожую конструктивную систему: простые одноэтажные строения, выполненные из дерева, со скатной кровлей. Количество строений разнится от одного здания, до комплекса из жилых, научных и технических, однако в ряде станций можно отметить тенденцию трёх "обязательных" строений: главного жилого здания, дизельной электростанции и склада (табл. 4 приложение Б.1).

Второй этап с уверенностью можно назвать наиболее значимым для отечественной практики возведения НИО. За период в почти 30 лет (с середины 20-ых по конец 40-ых гг.) была создана сеть НИО по всему арктическому региону СССР [64], имеющему значительные размеры, было возведено 116 НИО (рис. 6, 7 приложение А.2). Значительная часть сооружений этого периода эксплуатируется и в настоящее время. В период 20-ых гг. было возведено 16 НИО, в 30-ые гг. - 66 НИО, а в 40-ые гг. - 34. Наибольшее число станций было открыто в 1935 году. Подобная активность связана с проходившим в 1932-1933 гг. вторым МПГ [107]. Характерные для периода строения: *Валькаркай* (открыта - 1935 г.), *Усть-Кара* (открыта 1933 г.), *Бухта Тихая* (открыта - 1929 г., закрыта - 1960 г.). Особо стоит отметить, что значительное число отечественных станций, открытых во второй период, используются в нынешнее время, однако ни разу с момента своего открытия они не подвергались реконструкции.

Отдельно стоит отметить такой вид НИО, как научно-исследовательские мерзлотоведческие станции (далее НИМС). Их отличает специализация на изучении вечной мерзлоты и отличное от приведенных выше станций расположение: не вдоль трассы СМП, а в глубине материка [38]. Всего за период XX в. было открыто 14 таких НИО, из них 5 НИМС расположены в арктическом регионе: *Амдерминская*, *Воркутинская*, *Тиксинская*, *Диксонская*, *Норильская*, *Анадырская*, *Игарская* [11]. Архитектура станции на первом этапе не отличалась от возведенных в это время НИО вдоль СМП: малоэтажные здания из дерева на системе опор, рассчитанные на небольшое количество персонала. Однако уже к концу этапа, в 1940-ых гг., в комплекс НИМС в Воркуте входило: главное

каменное здание, ледяная камера, животноводческие хозяйства (конюшня и свинарник), теплица, несколько жилых зданий [71].

**Третий этап** развития архитектуры арктических НИС приходится на период второй половины XX в. Характерные для периода строения: *Субарктическая исследовательская станция Кево* (открыта - 1958 г.), *Исследовательский центр Иглулика* (открыта - 1975 г.), *Биологическая станция Кильписъярви* (открыта - 1964 г.), *Сермилик* (открыта - 1970 г.), *Закенберг* (открыта - 1997 г.). Общее количество открытых НИО заметно возрастает: если на втором этапе развития зарубежных НИО было открыто только 11 объектов, то на третьем этапе их уже 30. Ареал расположения НИО заметно расширяется (рис. 8. приложение А.2) Особенно большое количество НИО (12 объектов) было открыто в посёлке Нью-Олесунн, на Шпицбергене (табл. 5 приложение Б.1). С одной стороны, для периода характерно развитие идей архитектуры второго периода: увеличение количества зданий, входящих в состав станций и баз, увеличение разнообразия функциональных зон и помещений, устройство дополнительных технических сооружений: электрогенераторных и взлетно-посадочных полос (далее ВВП) (табл. 5 приложение Б.1). С другой стороны, можно говорить о появлении первых специальных архитектурных приёмов формообразования и снижения проявлений среды. Это и обширное использование свайного фундамента, и создание аэродинамической формы ограждающих конструкций, например, в архитектуре *исследовательского центра Иглулик*. Продолжает развиваться идея НИО: возникают не только отдельные НИС, состоящие из пары зданий, но и НИК - отличающиеся большим числом сооружений, а также первые НИЦ в Арктике (табл. 5 приложение Б.1).

Для отечественной практики третьего этапа характерен общий спад строительства НИО после 1940 гг.: до конца XX в. было открыто только 38 НИО (рис. 9 приложение А.2, табл. 6 приложение Б.1). Часть сети станций, открытых на втором этапе, была разрушена во время ВМВ, [72], однако большинство продолжает эксплуатироваться в настоящее время. Характерные для периода строения: *Земля Бунге* (открыта - 1953 г., закрыта 1987 г.), *остров Голомянный*

(открыта - 1954 г.) и *Купол Вавилова* (открыта - 1974 г., закрыта - 1988 г.). Архитектура станций типична скорее для второго этапа развития: одноэтажные здания со скатной кровлей, выполненные из древесины.

В конце XX века наблюдается широкомасштабное закрытие части НИО, обусловленное экономическими и политическими причинами [67]. Сейчас на продолживших работу арктических НИО, построенных на втором и третьем этапе развития, все ещё проводятся научные изыскания, хотя большая часть строений давно превысила срок эксплуатации.

**Четвертый этап** развития арктических НИО приходится на первую четверть XXI в. Опыт проектирования и строительства НИО в зарубежной практике отмечен такими проектами как: *Канадская высокоарктическая исследовательская станция* (открыта - 2017 г.), *Свердруп* (открыта - 1999 г.), *Исследовательский центр Свальбарда* (открыт - 2005 г.) [126]. Можно отметить и станции, входящие в состав военных баз: *Исследовательская станция Виллум* в составе *базы Норд* (открыта - 2013 г.) и *PEARL* в составе *базы Юрика* (открыта - 2005 г.) (рис. 10 приложение А.2, табл. 7 приложение Б.1). Для них характерен новый подход к арктической архитектуре: использование специальных архитектурных приёмов формообразования и снижения проявлений экстремальной среды: сочетание свайного фундамента и системы опор под зданием, широкое использование скосов в ограждающих конструкциях, устройство оконных проёмов под углом.

Опыт в отечественной практике отмечен НИО: *МС Тикси* (открыта - 2013 г.), *остров Самойловский* (открыта - 2010 г.) [26], *Снежинка* (открыта - 2025 г.). Архитектура зданий также отмечена применением специальных архитектурных приёмов, все здания расположены на свайном фундаменте и системе опор, применяется функциональное зонирование (рис. 11 приложение А.2, табл. 8 приложение Б.1). Однако в сравнении с зарубежным опытом проектирования и строительства НИО отечественный опыт в большинстве практически не учитывает характеристики места строительства и создает минимальные условия лишь для эпизодического вахтового пребывания в регионе [75].



Подводя итог, стоит отметить, что за менее чем полтора века своего развития, арктические НИО прошли путь от простых деревянных, абсолютно не приспособленных к условиям региона зданий, до сложных построек и комплексов, учитывающих все многообразие факторов арктического региона (табл. 9 приложение Б.1). Для зарубежного опыта характерен рост открытия НИО на протяжении 4 этапов развития, и невысокие показатели закрытых НИО (рис. 12 приложение А.2). Для отечественной практики возведения НИО характерен резкий рост на 2-ом этапе развития и значительно закрытие объектов в конце 3-его, при общем достаточно большом количестве как созданных станций, так и тех, что продолжают работу в настоящее время (рис. 12 приложение А.2).

### 1.2.2. Антарктические научно-исследовательские объекты

Антарктика (антарктический регион) - регион, примыкающий к Южному полюсу, ограниченный с севера южным полярным кругом ( $60^{\circ}$  южной широты), включает материк Антарктида и прилегающие острова [39]. Не находится под суверенитетом какой-либо страны по договору об Антарктике 1959 г.

О существовании земли на Южном полюсе стало известно в эпоху великих географических открытий (XV-XVI вв.) [70], однако непосредственно континент был открыт в 1820 г. русской антарктической экспедицией [9].

**Первый этап** развития НИО в Антарктике начинается в 1899 г. Тогда было возведено первое капитальное строение на континенте в ходе зимовки Карстена Борхгревинка на мысе Адэр [70]. В последующие 15 лет до экспедиции Дугласа Моусона в 1914 г., был совершен ряд экспедиций, в ходе которых возводились здания для зимовок и проведения научных работ (табл. 10 приложение Б.1). Характерные для периода строения: *станция на мысе Хат-Пойнт* (Британская национальная антарктическая экспедиция, 1901–1904 гг.), *станция на острове Сноу Хилл* (Шведская антарктическая экспедиция, 1901–1904 гг.), *станция на мысе Ройдс* (первая экспедиция Э. Шеклтона, 1907–1909 гг.), *станция на мысе Эванс* (Британская антарктическая экспедиция, 1910–1913 гг.), *Фрамхейм* (Норвежская антарктическая экспедиция 1910–1912 гг.), *станция на мысе*

*Деннисон* и *станция на мысе Маккуори* (Австралийская антарктическая экспедиция 1911–1914 гг.) (рис. 13 приложение А.2, табл. 10 приложение Б.1). За достаточно короткий промежуток в 15 лет первые НИО на континенте прошли путь развития от малоприспособленных к экстремальным условиям австралийских домов до зданий, построенных с вниманием к особенностям региона [74]. Однако даже в конце этапа развития архитектура НИО представляла собой одноэтажное строение из дерева со скатной кровлей. Те здания, что сохранились до нынешнего времени, признаны исторически важными объектами и находятся под особой охраной.

**Второй этап** развития антарктических НИО приходится на период с 1930-ых по 1950-ые гг. XX в. Одна станция была построена в 1929 г., а следующие сооружения на Южном полюсе появились только с началом 1940-ых гг. Период характерен следующим: использование нового оборудования, технологий и средств связи, обеспечивающих взаимодействие экспедиции с остальным миром, что обусловило непрерывный характер работы НИО [116]. Отличие от первого этапа развития состоит в заметном увеличении не только числа возведенных станций, но и количества стран, организовавших экспедиции (табл. 11 приложение Б.1). Для второго этапа все ещё характерны одиночные одноэтажные объемы, но уже с помещениями с дополнительными функциями и применением специальных архитектурных приёмов формообразования для снижения влияния природно-климатических факторов. Отличает второй период развития ряд инноваций, в частности объединение множества жилых и общественных объемов единой системой переходов под снегом, защищавшим участников экспедиции от экстремальных условий при переходах между объемами станции. Ареал расположения станций охватывает в основном острова Антарктического архипелага (рис. 14 приложение А.2).

Стоит отметить ряд американских и британских станций, возведение и использование которых было сопряжено с военными операциями (американские Highjump (1946 г.) [128] и Deep Freeze (1956 г.) [111] и британская Tabarin (1943-

1946 г.)) [128]. Характерные для периода строения: *Десепин* (открыта - 1948 г.), *британские базы А, В, С, Н*.

**Третий этап** развития антарктических НИО приходится на вторую половину XX века. Его условно можно связать с проведенной в 1957-1958 гг. научной акцией "Международный геофизический год" [17] (далее МГГ) и с заключенным в 1959 г. Договором об Антарктиде. В рамках проведения акции представители 11 государств построили 57 НИО [17]. Это был своеобразный скачок: ни до, ни после подобного "бума" в строительстве НИО в Антарктике не было. Важно отметить и то, что некоторое количество открытых для нужд МГГ НИО (8 объектов) были закрыты по окончании акции или в последующие несколько лет (табл. 12 приложение Б.1). Характерно для периода открытие странами станций на период акции и возобновление присутствия в Антарктике только в конце XX-XXI вв. Например, Норвегия: открытие станции *Норвегия* в 1957 г., закрытие в 1960 г., открытие следующей станции *Троль* только в 1990 г. Характерные для периода строения: *Моусон* (открыта - 1954 г.), *Дейвис* (открыта - 1957 г.), *Скотт Бейс* (открыта - 1957 г., реконструкция - 1977 г.), *Амундсен-Скотт* (открыта - 1975 г., открытие нового здания - 2003 г.).

Архитектура третьего этапа отмечена отходом от классического "деревянного дома" в сторону более инновационной структуры, приспособленной к условиям региона. Например, проводятся различные эксперименты (алюминиевый купол на *Амундсен-Скотт* [103], создание ряда оранжерей [104]) по поиску наиболее подходящих для Антарктики приёмов, ставятся эксперименты с применением новых материалов: оргстекло, пенополистерол (табл. 12 приложение Б.1). К 80-ым гг. наблюдается активный отказ от дерева - как основного строительного материала - в пользу стали. Также происходит активный поиск новых форм и приёмов, например, установка зданий НИО *Бельграно III* на сплошные гусеницы или две стальные трубы как основная оболочка на станции *Ноймейер II* [117].

Ареал открытия НИО продолжает быть значительно связан с Антарктическим архипелагом, где в третий период открыто 42 станции.

Значительная часть станций (25 объектов) расположены на побережье, и 18 - в отдаленных от берега или внутриконтинентальных областях (рис. 15 приложение А.2). Такое распределение очевидно связано с климатическими условиями, которые накладывают очень много ограничений и трудностей по доставке, строительству и эксплуатации во внутриконтинентальные районы.

Примечателен третий этап и появлением крупных формирований, которые в данной работе типологизируются как НИК. Это объекты: *МакМёрдо* (открыта - 1956 г.), *Дюмон Д'Юрвилль* (открыта - 1956 г.), *Марамбио* (открыта - 1969 г.), *Фрей* (открыта - 1969 г.) и *Бельграно II* (открыта - 1979 г.). Возникшие как типичные базы периода, в последующие 50 лет объекты значительно расширились, их состав превысил 1-2 здания. *Эсперанца*, созданная в 1975 г., сразу включала 55 зданий. В черте НИК возводятся ВВП и аэродромы, создаются отдельные складские, технические помещения, жилые и общественные и даже культовые.

Начало отечественного опыта развития НИО в антарктическом регионе также было приурочено к акции МГГ. Первая советская антарктическая экспедиция была организована в 1955 г. и уже в 1956-ом г. состоялось открытие станции *Мирный*, которая функционирует до сих пор [39]. Всего СССР в период с 1956 по 1988 гг. было открыто 22 НИО (рис. 16 приложение А.2, табл. 13 приложение Б.1). До сих пор используемые НИО: *Мирный* (открыта - 1956 г.), *Восток* (открыта - 1957 г.), *Новолазоревская* (открыта - 1961 г.), *Беллинсгаузен* (открыта - 1968 г.), *Прогресс* (открыта - 1988 г.).

Все станции соответствуют условному усредненному типу станций третьего этапа развития антарктических НИО: это простые прямоугольные объемы, выполненные из дерева, имеющие один этаж и несколько помещений. Учитывают экстремальные факторы региона, но снижают их воздействие на человека не в полной мере. Можно сказать, что развитие отечественных НИО в Антарктике ограничено этим периодом.

**Четвертый этап** развития антарктических НИО начинается в конце XX в и продолжается в XXI веке. Начало периода ярко отмечено строительством НИО

SANAE IV (1997 г.), где были спроектированы три прямоугольных объёма аэродинамической формы, расположенные на участке на системе опор над землёй таким образом, чтобы преобладающие ветра снижали снеговую нагрузку на здание.

Период отмечен прежде всего широкомасштабным внедрением в архитектуру НИО специальных архитектурных приёмов, снижающих воздействие экстремальных природно-климатических факторов. Этот процесс позволяет выделить из всех антарктических НИО примеры современной архитектуры. Характерные для периода строения: *Амундсен-Скотт* (2003 г.), *Принцесс Элизабет* (2009 г.), *Бхарти* (2012 г.), *Халли VI* (2013 г.), *Ноймейер III* (2013 г.). К примерам специальных архитектурных приёмов формообразования стоит отнести: устройство свайных фундаментов, гидравлические опоры под зданием, "опоры-лыжи", создание аэродинамического объёма, внедрение элементов возобновляемой ветровой и солнечной энергетики, применение инновационных отделочных и утеплительных материалов (табл. 14 приложение Б.1).

Кроме того, продолжается расширение таких НИК как *МакМёрдо*, *Марамбио*, *Фрей* и *Бельграно II*: увеличивается как количество строений, так и проживающих в комплексах людей (рис. 17 приложение А.2, табл. 14 приложение Б.1).

Отечественный опыт возведения НИО в четвертом этапе не велик. Отмечен расконсервацией ряда станций (*Молодёжная* в 2006 г. для сезонных работ, *Русская* и *Ленинградская* в 2007-2008 гг.), возведением нового зимовочного комплекса для станции *Прогресс* (2013 г.) и возведением нового здания станции *Восток* (2025 г.). Последний проект примечателен внедрением современных архитектурных приёмов снижения воздействия негативных природно-климатических факторов, что также позволяет причислить его к инновационным примерам современной архитектуры.

Подводя итог, стоит отметить, что развитие антарктических НИО схоже с арктическими: они также прошли путь от непригодных к условиям региона деревянных домов до современных, сложных зданий, учитывающих факторы

региона. Но стоит также отметить и большее количество примеров современной архитектуры 4-ого этапа в среде антарктических НИО в сравнении с арктическими. Такой тип, как НИК представлен в большей степени в Антарктике (табл. 15 приложение Б.1). Для зарубежного опыта характерен скачкообразный рост открытия НИО на третьем этапе развития, и невысокие показатели закрытых НИО (рис. 18 приложение А.2). Отечественная практика возведения НИО ограничена 3 этапом развития и закрытием большей части созданных НИО (рис. 18 приложение А.2).

### **1.3. Мировой опыт проектирования научно-исследовательских объектов в полярных регионах (XX - начало XXI вв.)**

Для проведения комплексного исследования и для выявления архитектурных приемов формообразования и снижения влияния экстремального климата, необходимо прежде всего рассмотреть существующие научно-исследовательские объекты всех типов (рис. 19 приложение А.3). Ограничение выборки было проведено по нескольким критериям: это географические границы и временные.

Регионы, в которых расположены рассматриваемые станции: США (штат Аляска), Канада, Западная Европа (Гренландия, Исландия, Норвегия, Швеция, Финляндия), арктическая зона РФ (далее АЗРФ) и Антарктика.

Временные границы: XX и XXI век

#### **1.3.1. Научно-исследовательские станции**

Научно-исследовательские станции (далее НИС) характеризуется как здание или несколько зданий компактных размеров, что позволяет располагать их в местах наиболее экстремальных климатических условий (Halley VI, расположенная на движущемся леднике [122]), на значительном удалении от населенных пунктов для проведения автономной работы. Такое расположение ведет к ярко выраженным архитектурным приёмам формообразования и

снижения влияния экстремального климата и наиболее рациональному использованию небольшого пространства внутри станций. Как следствие, именно архитектура НИС наиболее насыщена всем необходимым для проведения автономных научных исследований.

Среди НИС наблюдается наибольшая вариативность расположения в весьма удаленных и труднодоступных регионах как Арктики так и Антарктики.

Для большинства станций характерен общий вид: одноэтажное, прямоугольное в плане здание со скатной кровлей, выполненное из древесины. Это наиболее простое архитектурное решение для быстровозводимых станций, отвечающее базовым требованиям, но не имеющее специальных архитектурных приёмов, снижающих воздействие экстремальной среды [77].

Датские станции, расположенные в Гренландии: *Сермилик и Закенберг*. Они возведены на побережье, относятся к 3 этапу развития НИО. Количество зданий разнится (от 3 до 11). Проводят исследования в сферах гляциологии, гидрологии и геоморфологии [126]. Также в Гренландии расположена станция *Верхний лагерь*, управляемая США. Расположена в глубине острова, в отличие от двух датских станций. Состоит из 7 строений, возведенных на опорах над землёй [143] (рис. 20 приложение А.3).

К типичным примерам НИС, расположенных в Канаде, можно отнести НИС *PEARL* (Нунавут). Она выполнена в виде одноэтажного здания с плоской кровлей, возведенного на свайном фундаменте ввиду наличия в районе строительства вечномёрзлых грунтов [133]. Общая площадь - 700 м<sup>2</sup>, из которых научные помещения (4 лаборатории) занимают 258 м<sup>2</sup>. Особого упоминания заслуживает сеть станций CEN (centre for northern studies, междисциплинарный исследовательский центр), расположенных в северных провинциях Канады (Нунавут, Квебек) [112]. К ним относятся: *CEN полевая станция реки Бонифаций, CEN полевая станция острова Байлот, CEN Исследовательская станция озера Кливротер, CEN станция Кангикусуалуук сукуйарвик, CEN экологическая станция Радиссон, CEN Саллюи, CEN Умиджак, CEN исследовательская станция Уорд-Хант, CEN Исследовательский комплекс*

*Ванмагустуи-Кууджуараник* (рис. 21 приложение А.3). Все здания представляют собой одноэтажные строения, с простой геометрией плана, принимающие от 5 до 20 человек. Проводят научные исследования в сфере мониторинга изменения и изучения климата. Отличает станции их объединение под эгидой трёх НИИ и согласованная сеть расположения [112].

Говоря об арктических станциях РФ следует прежде всего отметить, что большая часть станций безусловно устарела, что выражено прежде всего в износе конструкций и превышении сроков эксплуатации. Однако, даже сравнительно новые станции не обладают специальными архитектурными приёмами, снижающими воздействие экстремальной среды. К ним относятся станции: *Валькаркай* (Чукотский АО), *Виллиам Баренц* (Красноярский край), *Чокурдахская* (республика Саха), *Северо-восточная* (республика Саха) [100] (рис. 22 приложение А.3). Превалирующее число российских НИС имеют схожие меж собой параметры: одноэтажные, прямоугольные в плане строения со скатной кровлей, часть выполнена из древесины [77].

Отдельно стоит рассмотреть антарктические станции. Всего объектов более восьмидесяти. Они отличаются большим архитектурным разнообразием, призванным снизить воздействие значительно более экстремальных условий среды, нежели в Арктике. Однако, по причине же сурового климата, практически все НИС расположены на побережье материка или на островах, входящих в антарктический регион. Отечественный опыт освоения Антарктики представлен пятью работающими станциями. Это: *Прогресс*, *Мирный*, *Восток*, *Новолазоровская*, *Ленинградская*. Все они открыты во второй половине XX века, обновлены только две: *Прогресс* (2013 г.) и *Восток* (2025 г.).

Отдельного детального рассмотрения заслуживают следующие станции, являющиеся наиболее характерными примерами данного типа НИО.

## **Западная Европа**

### ***Арктическая станция университета Копенгагена (Arctic Station)***



Открыта в 1953 г. на юго-западном побережье острова Диско, Гренландия. Все здания станции прямоугольные в плане, со скатной кровлей, выполнены из древесины. Главное здание имеет площадь 660м<sup>2</sup>, предназначено для размещения научных сотрудников, одноэтажное (рис. 23 приложение А3). Также в состав станции входят два частных дома (104 и 120м<sup>2</sup>), мастерская с гаражом (70 м<sup>2</sup>), склад (20 м<sup>2</sup>) и научные лаборатории (двухэтажное здание 225м<sup>2</sup>). Станция проводит научные исследования круглогодично. Общая площадь всех строений - 955м<sup>2</sup>. Может принимать одновременно до 26 человек [105].

### **Канада**

#### ***CEN Исследовательская станция Ванмагустуи-Кууджуарапик (Whapmagoostui-Kuujuarapik Research Station)***

Входит в сеть станций CEN. Открыта в 2010 г. в Квебеке. Состоит из одиночного, двухэтажного объема с наклонной кровлей. Общая площадь - 395м<sup>2</sup>. В состав станции входят общественные, научные и жилые помещения (рис. 24 приложение А.3). Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 28 человек [113].

#### ***Черчиллский центр северных исследований (Churchill Northern Studies Centre)***

Открыт в 2011 г. в Черчилле, Манитоба. Архитектурное бюро: Prairie Architects. Несмотря на то, что в самоназвании НИО обозначен как "центр", в данной работе он типологизирован как НИС. Состоит из одиночного двухэтажного здания, с криволинейным профилем наружных стен, возведенного на опорах над землей. Включает жилую, общественную и научные зоны (рис. 25 приложение А.3). Научную зону составляют: научные лаборатории для различных северных научных исследований, учебные классы, библиотека; и вспомогательные помещения, включая коммерческую кухню, столовые на 120 человек и фитнес-центр. Конструкция здания представляет собой клееные колонны и балки, опирающиеся на монолитную бетонную плиту и свайный фундамент. Центр был построен по серебряным стандартам LEED. Проводит

научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 88 человек [115].

## **Российская Федерация**

### ***МС Тикси***

Открыта в 1932 г. (в 2013 г. реконструирована) в городе Тикси, республика Саха (Якутия). Состоит из одиночного одноэтажного объема, возведенного на опорах над землей, с плоской кровлей (рис. 26 приложение А.3). Общая площадь - 200м<sup>2</sup>. Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 4 человек [48].

### ***Остров Самойловский***

Открыта в 2010 г. в республике Саха (Якутия). Состоит из одиночного двухэтажного объёма. Кровля плоская, основание поднято на опоры над землей. План имеет трехлучевую форму. Включает в себя жилые, общественные, научные и складские помещения (рис. 27 приложение А.3). На территории станции расположены также гаражи, технические объекты и электростанция. Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 25 человек, научный персонал - 8 человек в летний период, 6 в зимний [56].

## **Антарктика**

### ***Восток (РФ)***

Открыта в 1957 г. во внутриконтинентальном районе Антарктиды. Первыми строениями были шесть щитовых одноэтажных объемов, общей площадью около 10м<sup>2</sup>, соединенные тамбурами. Вмещали научные, жилые, складские помещения, а также электростанции. Часть научных павильонов была расположена на удалении от станции.

В 2022 г. станцию составляли три строения: жилое, складское и дизельная электростанция. На территории станции расположен буровой комплекс. Из-за экстремальных условий станция практически полностью скрыта под слоем снега. Под снегом устроены переходы, складские и научные помещения. Станция

проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 30 человек, однако в зимний период не более 15.

В 2020 г. был спроектирован новый комплекс жилых модулей, который будет располагаться в примерно 500 метрах от старой станции. Состоит из 5 блоков, соединенных отапливаемым переходом, что необходимо для автономной работы каждого модуля. Имеет переменную высоту от 1 до 2 этажей (рис. 28 приложение А.3). Снабжают станцию электричеством дизель-генераторы. Фундамент - уплотнённая в течении трёх сезонов снежная плита (200x120x3 м), чья несущая способность в 5 раз превышает давление опор станции на поверхность. Опоры под станцией имеют высоту 3 метра. Общая площадь - 1500 м<sup>2</sup>. Рассчитан на 35 человек [85].

### ***Конкордия (Concordia (Франция))***

Открыта в 2005 г. во внутриконтинентальном районе Антарктиды. Состоит из двух многогранных, соединенных переходом, объемов: шумного блока и тихого. В состав шумного блока входит столовая, рекреационные помещения и мастерские. Тихий блок составляют лаборатории, жилые комнаты, санузлы и медпункт (рис. 29 приложение А.3). Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 16 человек, в зимний период 13 [118].

### ***Принцесс Элизабет (Princess Elisabeth (Бельгия))***

Открыта в феврале 2009 г. побережье земли королевы Мод. Состоит из одиночного одноэтажного объема. Расположена на каменных грунтах, возведена на системе опор над землёй. План многогранный, форма здания аэродинамическая. Несущий остов выполнен из древесины, облицован сталью (рис. 30 приложение А.3). Общая площадь: 400 м<sup>2</sup>. Включает в себя жилые, общественные и научные зоны. В состав станции входят вспомогательные помещения, гаражи и складские помещения, а также ветропарк и система солнечных коллекторов. Станция проводит научные исследования сезонно: с ноября по февраль. Может принимать одновременно от 40 до 25 человек [134].

### ***Ноймейер III (Neumayer III (Германия))***

Открыта в феврале 2009 г. на побережье земли королевы Мод. Состоит из одиночного прямоугольного в плане объема, возведенного на системе из 16 гидравлических опор. Общая площадь: 4470 м<sup>2</sup>. Имеет 4 этажа. Кровля плоская. Включает в себя жилые, общественные и научные помещения, а также электростанцию и вспомогательные помещения (рис. 31 приложение А.3). Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 50 человек, однако в зимний период не более 9 [102].

### ***Бхарти (Bharati (Индия))***

Открыта в марте 2012 г. на побережье залива Прюдс. Состоит из одиночного, прямоугольного в плане объема, возведенного на опорах над землей. Включает в себя жилые, общественные и научные помещения, а также электростанцию и вспомогательные помещения (рис. 32 приложение А.3). Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 47 [132].

### ***Халли VI (Halley VI (Великобритания))***

Открыта в феврале 2013 г. на шельфовом леднике Бранта. Спроектирована архитектурным бюро Hugh Broughton Architects. Представляет собой шестой проект одноименной станции. Спроектирована с учетом нестабильного характера ледника и возможности появления трещин. Состоит из 8 блоков, соединенных переходами и возведенных на системе опор с гидравлическими лыжами. Опорная конструкция может подниматься в связи с увеличением снежных масс, а также позволяет оперативно перенести станцию в другое место при угрозе появления трещин в теле ледника. 7 блоков одноэтажные, в них расположены жилые, научные и технические помещения. 8-ой блок двухуровневый, в нем расположены общественные зоны (рис. 33 приложение А.3). Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 52 человек, однако в зимний период не более 16 [122].

### 1.3.2. Научно-исследовательские комплексы

Выделение из общего понятия НИО отдельной группы научно-исследовательских комплексов (далее НИК) основано на необходимости разделения массива объектов НИС по площади и объему проводимых исследований. Представляется необходимым вынести крупные научные формирования, расположенные на значительном отдалении от поселений, в отдельную типологическую единицу. Однако, составляют эти формирования примитивные архитектурные единицы: одноэтажные, прямоугольные в плане с плоской кровлей здания. Научные исследования, проводимые на этих объектах, по своему виду (сбор данных, мониторинг) схожи с теми, что проводятся на НИС, но представлены в гораздо большем объеме.

Большая часть приведенных НИК расположены в Антарктическом регионе, так как именно Антарктика способствует появлению таких крупных поселений ввиду своего особенного политического статуса.

Среди НИК, управляемых западной Европой стоит отметить: *Станция Ротера* (Великобритания) [136], *Станция Зукелли* (Италия) [148], *Хуан Карлос* (Испания)[121] (рис. 34 приложение А.3). Все они расположены в прибрежной зоне, имеют в своём составе от 10 простых в плане прямоугольных строений. Встречаются как простые жилые модули, так и крупные складские ангары. В архитектуре итальянского и испанского комплексов использован приём расположения зданий на опорах над землёй. Интересен и пример станций *Абоа* (Финляндия)[101] и *Васа* (Швеция)[146]. Станции расположены в непосредственной близости одна от другой (НИО разделяет около 200 метров), и вместе они образуют *базу Норденшельд* (рис. 35 приложение А.3). Подобное слияние малых НИО в единый объект, связанный междисциплинарными научными исследованиями, можно расценивать как НИК.

Такие регионы как Австралия и Южная Америка, находящиеся в непосредственной близости от Антарктики, имеют возможность открывать НИК в большом количестве. Для Австралии это комплексы: *Моусон, Дэвис, Кейси* (рис. 36 приложение А.3). Все они расположены на побережье, в их состав входят более

10 строений (большая часть представлена типичными одноэтажными, прямоугольными в плане зданиями) [106].

Южная Америка: *Генерал Бернардо О'Хиггинс* и *Фрей* (Чили), *Марамбио* и *Эсперанца* (Аргентина) (рис. 37 приложение А.3). Среди которых выделяются весьма крупные поселения, в состав которых входят школы и церкви.

РФ представлена в Антарктическом регионе двумя НИК. Это *Молодёжная* и *Беллинсгаузен*. Оба комплекса расположены в прибрежных районах, состоят из примитивных одноэтажных модулей, выполненных из дерева. Молодёжная - крупнейшее НИО среди советских баз в Антарктике, способное принимать до 150 человек. В настоящее время частично законсервировано.

Отдельного детального рассмотрения заслуживают следующие комплексы, являющиеся наиболее характерными примерами данной типологии.

### **Западная Европа**

#### ***Исследовательская станция Абиску (The Abisko Scientific Research Station)***

Открыта в 1913 г. в Абиску, Швеция. Расположена в 200 км от северного полярного круга. В её состав входят 25 лабораторий для проведения научных изысканий, теплицы и экспериментальные сады, занимающие 600м<sup>2</sup>. Научные лаборатории сгруппированы в главном здании, имеющем высотность от 2 до 4 этажей, с плоской кровлей. Общественные здания для размещения и обслуживания научных сотрудников имеют от 2 до 4 этажей и скатные кровли, расположены вокруг научного блока (рис. 38 приложение А.3). Общая площадь - 5000м<sup>2</sup>. Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 90 человек [100].

### **США**

#### ***Полевая станция Тулик (Toolik Field Station)***

Открыта в 1975 г. на Аляске, на берегу одноименного озера. Представляет комплекс из нескольких десятков простых одноэтажных строений, выполненных

преимущественно из древесины. Общая площадь - 4895м<sup>2</sup>, из которых научные помещения занимают - 1202м<sup>2</sup> (рис. 39 приложение А.3). Станция проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 150 человек [144].

## **Антарктика**

### ***Амундсен-Скотт (Amundsen-Scott (США))***

Комплекс открыт в 1956 г., в непосредственной близости от географического Южного полюса. Первые здания комплекса были сооружены из древесных модульных плит, размером 4х8 метров. В 1975 г. на станции было сооружена неотапливаемая купольная конструкция, однако вокруг неё достаточно быстро образовывались снеготанасы, а отчистка требовала высоких ресурсозатрат. В 2003 г. конструкция была демонтирована, вместо неё возведен новый научный комплекс общей площадью 7400 м<sup>2</sup>. Конструкция нового здания расположена на опорах: для избегания засыпания здания снегом и направления ветра под конструкции (рис. 40 приложение А.3). ОПК комплекса - единый объем с несколькими блоками, двухэтажный. В состав объекта входят жилые ячейки, лаборатории и научные кабинеты, общественные помещения и гидропоническая теплица. В непосредственной близости от комплекса расположена взлетно-посадочная полоса. Комплекс проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 200 человек [103].

### ***МакМёрдо (McMurdo (США))***

Открыт в 1956 г. на острове Росса. Является крупнейшим населенным пунктом в Антарктике, состоит из более чем ста строений. В их число входят жилые, общественные, научные, складские, технические здания, теплицы, пожарная станция, церковь, порт, три аэродрома, вертолетные площадки (рис. 41 приложение А.3). Комплекс проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно более 1200 человек в летний период и около 200 в зимний [130].

### ***Дюмон Д'Юрвилль (Dumont d'Urville (Франция))***

Открыт в 1956 г. на земле Адели. Состоит из 12 одноэтажных прямоугольных объемов, возведенных на опорах над землей. Включает в себя жилые, общественные и научные помещения, а также складские и технические здания и электростанцию (рис. 42 приложение А.3). Комплекс проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 120 человек [110].

### ***Скотт-Бейс (The Scott Base (Новая Зеландия))***

Открыт в 1957 г. на острове Росса. Состоит из более чем 40 строений. Большая часть строений одноэтажная, с плоской кровлей, однако присутствуют двух- и трёхэтажные здания со скатными кровлями. Все строения возведены на опорах над землей. Комплекс проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 85 человек. В 2017 г. компанией Hugh Broughton Architects разработан новый проект комплекса. Он состоит из 3 одноэтажных модулей, соединенных отапливаемыми переходами (рис. 43 приложение А.3). Может принимать до 100 человек в летний период [138].

### **1.3.3. Научно-исследовательские центры**

Главное отличие научно-исследовательских центров (далее НИЦ) от НИС и НИК: отсутствие жилой и появление учебной зоны. Это отличие влияет на архитектуру НИЦ. Практически все центры - это капитальные, крупномасштабные сооружения, где весь объем научно-исследовательских и иных функциональных зон размещен в одном строении. Поскольку специфика работы НИЦ предполагает академическую и учебную деятельность, они не автономны и расположены в пределах городской черты. Архитектурные приёмы формообразования и снижения воздействия экстремальной среды выражены не так ярко как у НИС и НИК.

НИЦ западной Европы тяготеют к простой схеме деревянного строения со скатной кровлей, однако этажность может повышаться и до двух этажей, а площадь значительно выше, чем у НИС. Характерные примеры такой архитектуры: *Альпийский исследовательский центр Финс* (Норвегия) [119],



*Научный и учебный центр Судурнес* (Исландия) [141], *Центр природы и наследия Скаланес* (Исландия) [139] (рис. 44 приложение А.3). В их структуру помимо научных лабораторий, входят экспериментальные залы и помещения для рыбоводства.

Канадские НИЦ: *Северный исследовательский центр Невольничьего озера* и *Южный исследовательский центр Невольничьего озера* (Северо-западные территории).

Говоря о НИЦ, входящих в состав кластеров НИИ, стоит отметить научно-исследовательский кластер *Аляскинского университета Фэрбенкса* (Аляска, США). В его структуру входят следующие НИЦ: *Международный исследовательский центр Арктики*, *Исследовательский центр климата Аляски* (входит в состав Геофизического института) [125]. Они расположены в четырехэтажном здании со сложной конфигурацией плана, возведенном в кластере университета.

Для отечественного опыта проектирования и строительства не характерно выделение НИЦ из структуры НИИ. Существующие единичные примеры наглядно характеризует *Международный научно-исследовательский центр Арктика* (Магадан, Магаданская область). Является учреждением ДВО РАН. В состав входят две научные лаборатории: физиологии экстремальных состояний и экологической нейрокибернетики. Располагается в двухэтажном здании с прямоугольной конфигурацией плана, не имеющим специальных архитектурных приёмов формообразования [53].

Отдельного детального рассмотрения заслуживают следующие центры, являющиеся наиболее характерными примерами данной типологии.

### **Западная Европа**

#### ***Научный центр Свальбарда (Svalbard Science Centre)***

Открыт в 2005 г. в деревне Лонгйир, на архипелаге Шпицберген, Норвегия. Состоит из одиночного трехэтажного объема. План имеет сложную ломаную форму, специально рассчитанную с использованием 3д моделирования для снижения ветровой нагрузки. Общая площадь 8500 м<sup>2</sup>. В состав центра входят

общественные, рабочие и лабораторные помещения (рис. 45 приложение А.3). Центр проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 40 человек [145].

### **Канада**

#### ***Западный Арктический Исследовательский центр (Western Arctic Research Centre)***

Открыт в 1964 г., новое здание сооружено в 2008 г. в Инувике, Северо-Западные территории. Архитектурное бюро: taylor architect group. Центр состоит из двухэтажного одиночного объёма, с плоской кровлей, возведенного на опорах над землей. Включает рабочие помещения на 15 человек, три лаборатории, лекторий, библиотеку, мастерскую (рис. 46 приложение А.3). Общая площадь: 1320м<sup>2</sup>. Научная площадь: 105м<sup>2</sup>. Центр проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 75 человек [147].

#### ***Исследовательский центр Иглулика (Igloolik Research Center)***

Открыт в 1974 г. в поселении Иглулик, Нунавут. Состоит из одиночного двухэтажного объёма: на первом этаже расположена входная группа, второй занимают научные помещения (2 рабочих кабинета, 4 лабораторий). Имеет многогранный план (рис. 47 приложение А.3). Общая площадь: 111м<sup>2</sup>. Центр проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 12 человек [124].

#### ***Канадская высокоарктическая исследовательская станция (CHARS)***

Открыта в 2017 г. в Нунавуте. Несмотря на то, что в самоназвании объект определен как "станция", в данной работе типологизирован как НИЦ. Состоит из одиночного, двухэтажного объёма с плоской кровлей. Помимо научных и общественных помещений в состав НИЦ входит этнологический музей (рис. 48 приложение А.3). Общая площадь - 3500м<sup>2</sup>, из которых научные помещения занимают 900м<sup>2</sup>. Центр проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 40 человек [114].

## США

### *Арктический исследовательский центр Барроу (Barrow Arctic Research Center)*

Открыт в 1947 г. в Барроу, Аляска. Архитектурное бюро: UIC Professional Services. Состоит из одиночного одноэтажного здания с плоской кровлей, возведённого на опорах над землей. Включает научную, общественную и большую техническую зоны (рис. 49 приложение А.3). Общая площадь: 2600м<sup>2</sup>. Научная площадь: 300м<sup>2</sup>. Центр проводит научные исследования круглогодично. Может принимать одновременно до 42 человек [108].

### **1.4. Отечественный опыт строительства арктических НИО. Современное состояние вопроса.**

В общей сложности на территории АЗРФ в период с конца XIX в. по начало XXI в. было открыто 194 НИО. Из них в настоящее время закрыто 78 объектов, продолжают действовать - 116 [77]. НИО расположены во всех регионах, входящих в АЗРФ (табл. 16 приложение Б), хотя плотность расположения и число станций в регионах различны. В пределах населенных пунктов расположены 75 объектов. 41 объект находится в труднодоступных, удаленных от поселений местах и островах акватории Северного ледовитого океана. Наибольшее число работающих НИО находится в Чукотском АО. Говоря о плотности расположения работающих НИО, стоит отметить, что наиболее плотное расположение объектов характерно для находящихся в европейской части России регионов АЗРФ: Мурманской области, Республики Карелия и Архангельской области. При движении на восток плотность расположения НИО снижается (рис. 50 приложение А.4), что сравнимо с общей тенденцией падения развития инфраструктуры и обжитости российской Арктики при движении на восток.

Большая часть НИО возведена в XX в. Из 116 эксплуатируемых НИО только 46 так или иначе были обновлены, а 66 - нет (рис. 51 приложение А.4). 4 НИО возведены в конце 1990-х - 2010-х гг. и не нуждаются в обновлении.

Наиболее распространенным видом обновления является возведение новых зданий взамен устаревших, ветхих и превысивших сроки эксплуатации. В некоторых случаях новое строительство сочетается с проведением ремонтных работ в тех зданиях, которые не подлежат замене. Их общее количество - 44 НИО. Ещё на 2 НИО были проведены только ремонтные работы (рис. 51 приложение А.4, табл. 17 приложение Б) [77].

Стоит, однако, отметить, что даже на тех НИО, где были проведены работы по обновлению и возведены новые здания, не наблюдается соответствия требованиям современной архитектуры, и особенно арктической архитектуры. Так, для некоторых НИО обновление - это постройка одноэтажного здания со скатной кровлей, не обладающего никакими специальными архитектурными приёмами формообразования и снижения влияния экстремальных факторов арктической среды (рис. 52 приложение А.4). На других НИС встречается сборка "жилых модулей" из бытовых блоков (рис. 52 приложение А.4). Такие строения тоже не приспособлены к суровым арктическим условиям и не отвечают требованиям современной архитектуры. Можно утверждать, что нынешнее обновление отечественных НИС, при всей своей необходимости и безусловных плюсах, всё-таки, недостаточно в полной мере, и не отвечает требованиям современной архитектуры [77].

Число НИО, где обновления не были проведены, значительно превышает обновленные (рис. 51 приложение А.4). Они находятся в удручающем состоянии (рис. 52 приложение А.4). Это старые, возведенные в первой половине XX века здания, в которых не использованы специальные архитектурные приёмы формообразования и снижения воздействия экстремального арктического климата. Эти НИО имеют достаточно долгий период эксплуатации (с первой половины XX в. до наших дней) без проведения каких-либо ремонтных работ. Как следствие - ветхое состояние как конструкций, так и элементов отделки зданий. Эти проблемы ведут к плохим условиям работы научных сотрудников, так как в экстремальном климате Арктики необходимо наличие специальных рекреационных зон [99; 140]. Кроме того, некомфортные и тяжелые условия

проживания и работы на старых НИО являются одной из причин нехватки кадров в метеорологической сфере и ее непривлекательности для молодежи [99].

Можно резюмировать, что бóльшая часть НИО российской Арктики, эксплуатируемых в настоящее время, не соответствует требованиям современной арктической архитектуры. 66 зданий действующих в настоящее время НИО нуждаются в проведении обновления: полной замене ветхих сооружений новыми, спроектированными с учетом влияния экстремального климата. Среди 46 обновленных НИО велика доля архитектурных решений, непригодных для арктического региона.

### **1.5. Функциональное зонирование и архитектурно-планировочные особенности научно-исследовательских объектов.**

Детальное изучение архитектуры полярных НИО предполагает проведение изучения объектов по ряду признаков. Так, для всех НИО были определены следующие критерии: здания и сооружения, планировочные особенности, особенности ОПК, количество научного персонала, режим работы и расположение относительно населенных пунктов.

Для исследования были отобраны 25 НИО, расположенных как в арктическом, так и антарктическом регионах (табл. 18 приложение Б.1). Для выявления типологического ряда и последующей классификации отобранных НИО их структура была сначала проанализирована на предмет состава функциональных зон и отдельных категорий помещений (табл. 19 приложение Б.1). Анализ отобранных НИО по планировочным особенностям выявил 2 группы функциональных зон: базовые, т.е. присутствующие во всех рассмотренных НИО и определяющие (табл. 20 приложение Б.1). Следующим этапом анализа стало рассмотрение объектов по 3 ключевым параметрам (табл. 21 приложение Б.1), конкретизирующим размер НИО (площади и кол-во зданий), количество работников и удаленность от населенных пунктов.

#### **Научно-исследовательские станции**

Для НИС характерно 1-2 здания, образующих основное пространство НИС и несколько служебных зданий (ангары, склады) (рис. 53 приложение А. 5). НИС - это небольшое НИО, площадью до  $5000 \text{ м}^2$ , чей научный персонал не превышает 60 человек (рис. 53 приложение А. 5). Работают как круглогодично, так и сезонно, в большинстве расположены на значительном удалении от населенных пунктов. Говоря об ОПК НИС стоит отметить наибольшее разнообразие среди всех НИО по всем параметрам: этажность, количество объемов, наличие перехода и взаимная компоновка. Это объяснимо сравнительно небольшими размерами НИС, отсутствием привязки как к городской застройке, так и к другим строениям поблизости, и расположению в местах с экстремальным климатом. Главным планировочным отличием НИС является наличие жилой зоны (рис. 53 приложение А. 5).

### **Научно-исследовательские комплексы**

Для НИК характерно более 10 зданий, образующих ансамбль НИК куда могут входить научные, жилые, общественные, складские и другие здания, однако крупный объект (более  $5000 \text{ м}^2$ ) также может быть типологизирован как НИК. (рис. 54 приложение А. 5). НИК - это крупное НИО, площадью более  $5000 \text{ м}^2$ , чей научный персонал может достигать 1260 человек (рис. 54 приложение А. 5). Работают НИК как круглогодично, так и сезонно, в большинстве расположены на значительном удалении от населенных пунктов. Говоря об ОПК НИК стоит отметить снижение разнообразия относительно НИС по всем параметрам: этажность, количество объемов, наличие перехода и взаимная компоновка. Это объяснимо крупными размерами НИК и большим числом входящих в их структуру зданий различного назначения. Главным планировочным отличием НИК также является наличие жилой зоны (рис. 54 приложение А. 5).

### **Научно-исследовательские центры**

Для НИЦ характерно 1 главное здание, редко дополненное другими строениями, вписанное в городскую застройку (рис. 55 приложение А. 5). Площадь НИЦ варьируется: от  $100 \text{ м}^2$  до  $8500 \text{ м}^2$ . Научный персонал: от 12 до 75 человек (рис. 55 приложение А. 5). Работают НИЦ только круглогодично,

расположены только в городской черте. Говоря об ОПК НИЦ стоит отметить наименьшее разнообразие среди всех НИО по всем параметрам: этажность, количество объемов, наличие перехода и взаимная компоновка. Это объяснимо расположением в городской застройке, в местах со сравнительно менее экстремальным климатом. Главным планировочным отличием НИЦ является отсутствие жилой зоны и появление учебной (рис. 55 приложение А. 5).

НИО в России подразделяются на: "метеорологические (станции М-1, 2, 3 разрядов), аэрологические (АЭ), гидрологические (Г-1, 2), морские гидрометеорологические (береговые - МГ-1, 2; судовые - СГ-1, 2, 3 и на платформах МГС - 1, 2), объединенные станции (ОГМС), авиаметеорологические (АМСГ-1, 2, 3, 4) и специализированные (агрометеорологические, болотные, геофизические и пр.)" по РД 52.04.614-2000 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам.

Науки, в областях которых ведутся изыскания на НИО, следующие (рис. 56 приложение А.5):

- Метеорология: аэрометеорология, климатология, физика атмосферы;
- гидрология: гидрометеорология, гидрография, гидрофизика, океанология, океанография лимнология, гляциология;
- геофизика: сейсмология, актинометрия, земной магнетизм;
- физика: радиофизика, астрофизика, астрономия;
- геология: науки о земной коре, науки о современных геологических процессах;
- медицина: биомедицина, арктическая медицина, биофизика, космическая биология;

Проведенный анализ позволил определить следующую **типологию НИО** (рис. 56 приложение А. 5):

- НИО, расположенные на значительном отдалении от поселений, или расположенные в пределах некрупных поселений, имеющие условия для постоянного проживания и проведения научной деятельности, ограниченные 1-2

объемами, чья общая площадь не превышает 5000 м<sup>2</sup> - **научно-исследовательские станции;**

- НИО, также расположенные на значительном отдалении от поселений, или расположенные в пределах некрупных поселений, имеющие условия для постоянного проживания и проведения научной деятельности, но вместе с тем занимающие более 10 сгруппированных в непосредственной близости строений и/или превышающие общую площадь в 5000м<sup>2</sup> - **научно-исследовательские комплексы;**

- НИО, расположенные в городской черте, не предоставляющие условий для проживания, ориентированные на совмещение научной и учебной деятельности - **научно-исследовательские центры.**

## **ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1**

1. Научно-исследовательский объект (НИО) – это здание или комплекс зданий, главной функцией которого является предоставление условий для проведения научных изысканий. Полярные научно-исследовательские объекты расположены в арктическом и антарктическом регионах. РФ обладает впечатляющим количеством полярных НИО: 116 арктических и 7 антарктических. Эти данные предопределяют актуальность исследований в этой области и целесообразность изучения отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства полярных НИО для значительного улучшения отечественной архитектурно-строительной практики создания аналогичных объектов.

2. Историческое развитие арктических и антарктических НИО можно условно разделить на 4 основных этапа:

- 1-ый этап (конец XIX века - начало XX века);
- 2-ой этап (первая половина XX века);
- 3-ий этап (вторая половина XX века);
- 4-ый этап (XXI век).

В настоящее время в Антарктике эксплуатируются НИО третьего и четвертого этапов развития, а в Арктике – второго, третьего и четвертого этапов.



Для зарубежной практики проектирования и строительства НИО характерен рост открытия НИО на 4 этапе, заметное преобладание современных объектов, небольшое число закрытых объектов и высокие показатели обновления.

3. В зарубежной практике проектирования и строительства полярных НИО, отвечающих требованиям современной арктической архитектуры, широко используются специальные архитектурные приёмы формообразования и снижения воздействия экстремальных условий среды. Кроме того, для арктических стран характерно высокое типологическое разнообразие.

4. Отечественная практика проектирования и строительства полярных НИО отстает от зарубежных аналогов. Для неё характерно большое число не действующих объектов и малое количество примеров современной архитектуры. Значительное число открытых в настоящее время НИО давно превысило срок эксплуатации, остро нуждается в проведении обновления и внедрения приёмов современной архитектуры. Среди 7 антарктических НИО только два были обновлены, среди 116 арктических НИО - только 46. Из общего числа обновленных НИО можно отметить только проект нового жилого комплекса станции Восток (проект 2022 г.) как отвечающий требованиям современной архитектуры.

5. В результате комплексного анализа разнообразия состава функциональных зон, планировочных особенностей, особенности ОПК, количества научного персонала, режима работы и расположения относительно населенных пунктов существующих современных полярных НИО выявлено 3 основных типа зданий:

- НИО, расположенные на значительном отдалении от поселений, или расположенные в пределах некрупных поселений, имеющие условия для постоянного проживания и проведения научной деятельности, ограниченные 1-2 объемами, чья общая площадь не превышает  $5000 \text{ м}^2$  - научно- исследовательские станции;

- НИО, также расположенные на значительном отдалении от поселений, или расположенные в пределах некрупных поселений, имеющие условия для

постоянного проживания и проведения научной деятельности, но вместе с тем занимающие более 10 сгруппированных в непосредственной близости строений и/или превышающие общую площадь в 5000 м<sup>2</sup> - научно-исследовательские комплексы;

- НИО, расположенные в городской черте, не предоставляющие условий для проживания, ориентированные на совмещение научной и учебной деятельности - научно-исследовательские центры.

## **ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ И ПРИЁМЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ**

Вторая глава посвящена решению второй, третьей и четвертой задач исследования: анализу Арктической зоны России как места расположения объектов исследования, изучению формообразующих факторов и составлению принципов формирования архитектуры научно-исследовательских объектов. В рамках комплексного подхода выявляются специальные архитектурные приёмы формообразования и снижения воздействия экстремальной среды, примененные в рассмотренных ранее полярных научно-исследовательских объектах. Выявленные приёмы группируются по общим признакам в основные принципы формирования архитектуры НИО.

### **2.1. Общая характеристика и анализ Арктической зоны России.**

Ввиду того, что данная работа посвящена выявлению принципов формообразования архитектуры НИО в условиях Арктической зоны России, необходимо подробно рассмотреть климатические, транспортно-энергетические, ресурсные, антропологические и другие характеристики означенного региона. Это необходимо для выявления как ряда формообразующих факторов, влияющих на архитектуру НИО, так и для определения ряда архитектурных приёмов, отвечающих условиям региона.

Российская Арктическая зона является самой большой частью мировой Арктики и самой населенной её частью. В РФ она занимает четверть общей площади, и на этой территории проживает около 2,5 млн. жителей. Население крупнейшего города за полярным кругом - Мурманска - составляет 300 тысяч человек [97]. От других арктических территорий российскую Арктику отличает как большее количество населения, так и более высокая урбанизация. При этом

"Арктика – самый урбанизированный регион мира, а Российская Арктика – самая урбанизированная его часть." [29].

Согласно указам президента РФ [4-6] АЗРФ составляют: Мурманская область, Республика Карелия (Лоухский район, Кемский район, Беломорский район), Архангельская область, Ненецкий Автономный округ, Республика Коми (Воркута), Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край (Таймырский район, Норильск, Туруханский район), Республика Саха (Анабарский улус, Оленёкский район, Булунский улус, Жиганский улус, Эвено-Бытантайский национальный улус, Верхоянский улус, Усть-Янский улус, Абыйский улус, Аллаиховский улус, Момский район, Верхнеколымский улус, Среднеколымский улус, Нижнеколымский улус), Чукотский Автономный округ.

Так как АЗРФ имеет весьма большую площадь в данной работе она условно разделяется на 4 области (рис. 57 приложение А. 6), различные по природно-климатическим характеристикам и степени их освоения. Это зоны:

- Европейская область (Мурманская область, Республика Карелия, Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Республика Коми),
- Западно-Сибирская область (Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край),
- Восточно-Сибирская область (Республика Саха),
- Дальневосточная область (Чукотский автономный округ).

Определение этих 4 областей в данном случае обоснованно:

- географическим критерием по расположению субъектов АЗРФ в различных географических областях России. Европейской области - находящейся на Восточно-Европейской равнине, Сибирских областей - отделенных от Европейской области Уральскими горами и Дальневосточной области [51].

- климатическим критерием, по которому территория АЗРФ находится большей частью за северным полярным кругом и расположена в арктических, субарктических и частично в умеренных климатических поясах [8 с. 162]. Наличие в Европейской области течения Гольфстрим приводит к заметно различным климатическим условиям в обозначенных областях [ 25 с. 81, 54 - с.

46]. Так Европейская область единственная находится частично в умеренном климатическом поясе, тогда как для всех других областей характерен арктический и субарктический пояса.

- транспортным критерием, основанном на наличии в водах Северного ледовитого океана Северного морского пути и различных фазах его развития в обозначенных областях [49], а также на состоянии транспортной сети АЗРФ: все части европейского региона соединены с остальной страной сетью авто- и ж/д дорог, в то время как другие области не имеют автомобильного и ж/д соединения, зачастую оказываются отрезанными от даже соседних регионов в зимний период, а основной вид сообщения - воздушный [80].

- социально-экономическим критерием, указывающим на неоднородность развития областей: наличие большего числа поселений в Европейской области и постепенное их уменьшение при движении на восток [29] и плотность расположения НИО (рис. 50 приложение А.4).

Подобное определение границ областей АЗРФ соответствует, во-первых, "Стратегии развития АЗРФ до 2035 года" [7], где характерными чертами региона названы экстремальные природно-климатические условия, связь с Северным Морским путём, неравномерность развития территорий и высокая ресурсоёмкость деятельности. Во-вторых, такой подход и установка границ в целом соответствует предложенной модели авторов проекта «Conservation of Arctic Flora and Fauna», на который опирается в своей работе международная организация Арктический совет [14]<sup>3</sup>. В третьих, подобное разделение в целом совпадает с принятым делением физико-географических регионов Росгидромета [24 с. 37]. В четвертых, перекликается с утверждением классика североведения С. В. Славина "Нельзя рассматривать Север как однородное целое, поэтому обязателен дифференцированный подход к освоению каждого района Севера" [82].

Арктическая зона в политическом плане разделена между пятью государствами: РФ, США, Канадой, Норвегией и Данией (рис. 57 приложение А. 6). Регулирует это разделение конвенция ООН по морскому праву 1982 года,

---

<sup>3</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.

согласно которой под суверенитетом страны находится только её шельфовая зона. Внешельфовая зона - международная. Строительство военных баз ничто не регулирует, поэтому именно в Арктическом регионе встречаются НИО, включенные в более крупные военные формирования (АЖК "Арктический трилистник" (архипелаг Земля Франца-Иосифа, Архангельская область), НИС Виллум (Гренландия)).

### **2.1.1. Северный морской путь. Характеристика и анализ.**

Северный морской путь (далее СМП) - это транспортный путь, пролегающий в северных широтах, в т. ч. по территории Арктики (рис. 58 приложение А. 6). Исторически использовался для экспорта грузов из Сибири и импорта северного завоза<sup>4</sup> и был связан с крупными агломерациями и промышленными предприятиями Арктики: лесозаготовительными предприятиями Архангельска, цветная металлургия в Норильске, нефтегазовыми месторождениями Ямала и Восточной Сибири, золотодобычи на Чукотке [27].

К основным портам, обслуживающим СМП, относятся: Мурманск, Архангельск, Нарьян-Мар, Сабетта и Салехард, Дудинка и Игарка, Диксон, Хатанга, Тикси, Певек, Провидения, Анадырь [42].

СМП важен для РФ как прежде всего внутренний транспортный коридор: для большинства арктических регионов это один из основных каналов доставки грузов в отсутствие систем авто- и ж/д дорог [52]. В рамках данной работы СМП рассматривается как один из стимулирующих развитие НИО критериев. Для обеспечения навигации в сложных климатических условиях СМП необходима более развитое навигационно-гидрографическое гидрометеорологическое обеспечение. Этого можно достичь не только обновлением уже существующих НИО, расположенных вдоль трассы СМП, но и расконсервацией и обновлением закрытых НИО [28, 78] и строительством новых. Расконсервация закрытых НИО важна по той причине, что эти НИО располагаются в стратегически важных для

---

<sup>4</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.

проведения наблюдений, а иногда и уникальных с точки зрения науки и экологии местах (напр. НИО у озера Таймыр). В то же время для самих НИО, особенно расположенных на отдаленных островах акватории СЛО, СМП является единственным каналом доставки продуктов.

При своей безусловной важности для РФ и некоторых положительных характеристиках (например, более короткий путь в сравнении с другими транспортными коридорами) СМП, однако, обладает рядом существенных недостатков, к числу которых относятся [52]:

- Неразвитость восточно-сибирского и дальневосточного отрезков СМП, отсутствие крупных и промежуточных портов;
- экстремальные климатические условия, ведущие к сложному прохождению пути;
- короткий летний период, в который возможно использовать путь без ледокольного сопровождения;
- необходимость ледокольного сопровождения большую часть года;
- неразвитость, ветхость и устаревшее состояние инфраструктуры портов.

### **2.1.2. Характеристика Европейской области АЗРФ**

#### **Мурманская область**

В состав АЗРФ входит полностью. Граничит с Финляндией на западе, Норвегией на северо-западе и республикой Карелией на юге. Имеет выход к Баренцевому и Белому морям (рис. 59 приложение А. 6). Расположение на Балтийском кристаллическом щите делает область богатой минералами и полезными ископаемыми. Основные добываемые минералы: апатит, нефелин, железная руда, вермикулит, медно-никелевые руды. Кроме того, в области находятся места добычи нефти и газа. Рельеф и развитая водная сеть позволяют

области реализовывать гидроэнергетику (ГЭС, ПЭС). В регионе расположено 19 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

### **Население**

Кол-во: 724 179 человек<sup>5</sup>

Плотность: 5,00 чел./км<sup>2</sup> <sup>6</sup>

### **Ключевые города:**

**Мурманск.** Крупнейший город за полярным кругом. Крупный транспортный узел: имеет железную дорогу транзитом проходящую по маршруту Мурманск - Петрозаводск - Санкт-Петербург, и один из крупнейших портов России. Мурманский морской порт - глубоководный, незамерзающий, штаб-квартира СМП. На Мурманск приходится больше половины от всего грузооборота морских портов Арктического бассейна. Кроме того, в поселке Мурмаши расположен Мурманский аэропорт. В пределах города расположено 2 НИО.

**Апатиты.** Пятый по величине заполярный город мира. Находится на ж/д линии Мурманск-Санкт-Петербург. В 12 км от города расположен аэропорт "Хибины". В пределах города расположено 1 НИО.

**Североморск.** ЗАТО. Шестой по величине заполярный город мира. Штаб Северного флота, имеет незамерзающий порт на берегу Кольского залива.

**Кандалакша.** Находится на ж/д линии Мурманск-Санкт-Петербург. В городе расположен круглогодично работающий порт на восточном побережье Кандалакшского залива. Связан как с СМП, так и с Беломоро-Балтийским каналом. В пределах города расположено 1 НИО.

**Кировск.** Город при месторождении, моногород<sup>7</sup>, крупнейшее предприятие - "Апатит", входящее в состав "ФосАгро".

### **НИО региона:**

Остров Сосновец, Кола, Мурманская биологическая станция, Кандалакша, Пялица, Териберка, Мурманск, Цып-Наволоок, Апатиты, Умба, Краснощелье,

<sup>5</sup> по данным Росстат на 2022 год

<sup>6</sup> там же

<sup>7</sup> значение термина приведено в словаре терминов



Мурманская БС "Дальние Зеленцы", Ниванкюль, Чавыньга, Кашкаранцы, Каневка, Зареченск, Туманная, ГФС Ловозеро.

10 НИО не обновлены, 8 обновлены в 1950-1980-ых гг., 1 обновлено в 2000-ых гг.

На удалении от населенных пунктов расположены 3. Близ населенных пунктов расположены 16.

По трассе следования СМП расположены 8 НИО.

### **Уникальные и развитые отрасли производства:**

Добыча и обработка полезных ископаемых ("ФосАгро", «Кандалакшский алюминиевый завод», «Кольская горно-металлургическая компания», «Оленегорский ГОК»), рыболовство и рыбопереработка, горнодобывающая, химическая промышленность и цветная металлургия, оленеводство, морская геология, геологоразведочные работы на шельфе арктических морей.

### **Республика Карелия**

В состав АЗРФ входят три района: Лоухский, Кемский и Беломорский. Районы граничат с Мурманской областью на севере и с Финляндией на западе, на востоке выходят к Белому морю (рис. 60 приложение А. 6). Отличаются густой речной сетью. В регионе расположено 5 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

### **Население**

Кол-во: 40 тыс. человек<sup>8</sup>

Плотность: 3,34 чел./км<sup>2</sup><sup>9</sup>

### **Ключевые города:**

*Лоухи.* Посёлок городского типа.

*Кемь.* Порт на реке Кемь, в месте её впадения в Белое море. В пределах города расположено 1 НИО.

<sup>8</sup> по данным Росстат на 2021 год

<sup>9</sup> там же

**Беломорск.** Порт в устье реки Выг, на берегу Белого моря. Конечный пункт Беломорско-Балтийского канала. Крупный ж/д узел - направления поездов на Мурманск, Санкт-Петербург и Вологду. Навигация в порту осуществляется с мая по октябрь. Может принимать суда с осадкой до 3,5 м.

#### **НИО региона:**

Разнаволок, Гридино, Кемь-Порт, Беломорская БС МГУ, Беломорская БС "Мыс Картеш".

2 НИО не обновлены, 3 обновлены в 1950-1980-ых гг.

На удалении от населенных пунктов расположены 3. Близ населенных пунктов расположены 2.

По трассе следования СМП НИО не распложены.

#### **Основные отрасли производства:**

Лесозаготовительная, деревообрабатывающая, горнодобывающая, добыча строительного камня, производство щебня, рыбоводство (форелеводческие хозяйства на побережье Белого моря), рыболовство и рыбопереработка, промысел водорослей (*Laminaria digitata*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus distichus* и *Saccharina latissima* [45]), добыча морской соли, гидроэнергетика ГЭС в Беломорском районе и Кемском (Путкинская ГЭС, Подужемская ГЭС, Кривопорожская ГЭС).

#### **Архангельская область**

В состав области входит Ненецкий АО, который одновременно является также и самостоятельным субъектом РФ. Помимо континентальной части область включает архипелаги Земля Франца-Иосифа в Северном Ледовитом океане и Новая Земля между Баренцевым и Карским морями. Помимо этих двух морей, область имеет выход к Белому морю. На западе граничит с Республикой Карелией, на юге с Вологодской и Кировской областями, на северо-востоке с Тюменской областью и Ямало-Ненецким АО, на востоке и северо-востоке с Республикой Коми (рис. 61 приложение А. 6). Основная транспортная водная система - река Северная Двина. В регионе расположено 14 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

## **Население**

Кол-во: 1 113 155 человек<sup>10</sup>

Плотность: 1,89 чел./км<sup>2</sup><sup>11</sup>

## **Ключевые города:**

**Архангельск.** Город расположен в устье Северной Двины, близ берега Белого моря. Крупный транспортный узел. В городе расположен Архангельский порт, являющийся частью СМП. Является частью Северной ж/д, находится на трассе "Архангельск-Москва", связан ж/д с Мурманском. В городе расположены аэропорты "Талаги" и "Васьково". В пределах города расположено 1 НИО.

**Котлас.** Речной порт. В городе действует аэропорт.

**Северодвинск.** Моногород. Центр атомного судостроения, расположен у устья Северной Двины на берегу Белого моря. В пределах города расположено 1 НИО.

**Новодвинск.** Моногород. Через город проходит ж/д трасса Северной железной дороги.

**Онега.** Моногород. В городе расположен морской порт, аэропорт "Онега". Находится на трассе Северной железной дороги.

**Земля Франца Иосифа.** На архипелаге расположена военная база "Арктический трилистник".

**Новая Земля.** На островах архипелага расположено два населенных пункта, природный парк "Русская Арктика" в бывших зданиях НИО "Бухта Тихая" закрытой в 1960-ом году.

## **НИО региона:**

Малые Кармакулы, Мезень, Холмогоры, Зимнегорский маяк, Архангельск, Мудьюг, Карпогоры, Унский маяк, Северодвинск, Жижгин, Мосеево, Брусовица, Кепино, Обсерватория имени Эрнеста Кренкеля.

7 НИО не обновлены, 4 обновлены в 1930-1990-ых гг., 3 обновлено в 2000-2010-ых гг.

<sup>10</sup> по данным Росстат на 2022 год

<sup>11</sup> там же

На удалении от населенных пунктов расположены 6. Близ населенных пунктов расположены 8.

По трассе следования СМП расположены 3 НИО.

### **Основные отрасли производства:**

Сбор водорослей в акваториях Белого и Баренцевого морей, рыболовство и рыбопереработка, лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная промышленность, добыча алмазов.

### **Ненецкий автономный округ**

Одновременно входит в состав Архангельской области и является самостоятельным субъектом РФ. Омывается Белым, Карским, Печорским и Баренцевым морями. Граничит с Архангельской областью на западе, С Республикой Коми на юге и с Ямало-Ненецким АО на востоке (рис. 62 приложение А. 6). В регионе расположено 17 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

### **Население**

Кол-во: 44 483 человек<sup>12</sup>

Плотность: 0,25 чел./км<sup>2</sup><sup>13</sup>

### **Ключевые города:**

**Нарьян-Мар.** Единственный город АО. Расположен в низовьях реки Печоры. Город при месторождении. В городе расположен морской порт, являющийся частью СМП. Навигация осуществляется с начала лета по середину осени, в остальное время необходима ледокольная проводка. В пригороде расположен аэропорт. Город связан с соседними регионами и страной только воздушным и речным транспортом, в зимний сезон устраивается зимник<sup>14</sup>. В пределах города расположено 1 НИО.

**Амдерма.** В посёлке расположен морской порт, являющийся частью СМП и аэропорт. В пределах города расположено 1 НИО.

---

<sup>12</sup> по данным Росстат на 2022 год

<sup>13</sup> там же

<sup>14</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.

**Инди́га.** Посёлок в устье реки Инди́га. В посёлке имеется аэропорт. Кроме того, Индигу отличает выгодное с точки зрения строительства глубоководного (глубина бухты у берега - 18 м) незамерзающего порта расположение. Он будет оборудован углеводородными терминалами и станет частью СМП. На материке порт будет обслуживать часть ж/д "Белкомур" и «Баренцкомур». В пределах города расположено 1 НИО.

### **НИО региона:**

Нижняя Пеша, Канин Нос, Инди́га, Бугрино, Коткино, Шойна, Колгуев Северный, Амдерма, Усть-Кара, Ходовариха, Нарьян-Мар, Белый нос, Варандей, Станция имени Е. К. Фёдорова, Хорей-Вер, Сенгейский Шар, мыс Константиновский.

8 НИО не обновлены, 3 обновлены в 1960-1970-ых гг., 6 обновлено в 2000-2010-ых гг.

На удалении от населенных пунктов расположены 6. Близ населенных пунктов расположены 11.

По трассе следования СМП расположены 13 НИО.

### **Основные отрасли производства:**

Сбор водорослей в акваториях Белого и Баренцевого морей, добыча углеводородов, оленеводство.

Перспективно устройство ПЭС в зоне наивысших приливов в Мезенском заливе Белого моря (9-10 метров).

## **Республика Коми**

В состав АЗРФ входит городской округ Воркута. Округ граничит с Ненецким АО и Ямало-Ненецким АО. Выхода к морям не имеет, расположен в долине реки Воркута. В регионе расположено 1 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

### **Население**

Кол-во: 73 123 человек<sup>15</sup>

Плотность: 3,02 чел./км<sup>2</sup> 16

<sup>15</sup> по данным Росстат за 2020 год

**Ключевые города:**

**Воркута.** Четвертый по величине заполярный город мира. Город при месторождении, моногород. Градообразующее предприятие АО «Воркутауголь». В городе расположен аэропорт, проходит участок "Северной железной дороги", автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний сезон устраивается зимник. В пределах города расположено 1 НИО.

**НИО региона:**

НИО в г. Воркута. Обновлено в 2010-ых гг., расположено на удалении от трассы СМП.

**Основные отрасли производства:**

Добыча каменного угля.

**2.1.3. Характеристика Западно-Сибирской области АЗРФ****Ямало-Ненецкий автономный округ**

Омывается водами Карского моря, в т.ч. водами залива Обская губа - одного из крупнейших в российской Арктике. Граничит на западе с Ненецким АО, на востоке с Красноярским краем, на юге с Ханты-Мансийским АО (рис. 63 приложение А. 6). В регионе расположены 7 НИО (табл. 24 приложение Б.1).

**Население**

Кол-во: 552 788 человек<sup>17</sup>

Плотность: 0,72 чел./км<sup>2</sup><sup>18</sup>

**Ключевые города:**

<sup>16</sup> там же

<sup>17</sup> по данным Росстата в 2022 году

<sup>18</sup> там же

**Новый Уренгой.** Ключевой город газодобычи, моногород. В городе расположен ж/д вокзал и ж/д трасса до Салехарда (Трансполярная магистраль). В городе расположен аэропорт.

**Салехард.** В городе расположены речной порт и аэропорт, автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний сезон устраивается зимник.

**Ноябрьск.** Важный для отрасли добычи углеводородов город, моногород. Действуют две ж/д станции на линии Сургут-Уренгой, в пределах города расположен аэропорт.

**Надым.** Важный для отрасли добычи углеводородов город, моногород. Действует аэропорт. Через город проходит Трансполярная магистраль.

**Лабытнанги.** Железнодорожный узел до месторождения Бованенково, а также тупиковая ж/д станция сообщения с Москвой и Воркутой. Кроме того, в городе расположен речной порт. Центр ямальской геологоразведки. В городе работает экологический научно-исследовательский стационар Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН.

**Губкинский.** Важный для отрасли добычи углеводородов город, моногород.

**Сабетта.** Вахтовое поселение при "Ямал-СПГ". В поселке расположен аэропорт и морской порт, являющийся частью СМП.

#### **НИО региона:**

Марресале, ГМС имени М. В. Попова, Сёяха, Новый Порт, Антипаюта, Арктический Научно-исследовательский стационар, Ямбург.

5 НИО не обновлены, 2 обновлены в 2000-ых гг.

На удалении от населенных пунктов расположены 2. Близ населенных пунктов расположены 5.

По трассе следования СМП расположены 5 НИО.

#### **Основные отрасли производства:**

Крупномасштабная добыча углеводородов (ПАО "Газпром", ОАО «НК „Роснефть“», ПАО «Новатэк»), оленеводство, геологоразведка („Ямалгеофизика“).

#### **Красноярский край**

В состав АЗРФ входят: Таймырский район, Норильск, Туруханский район. Помимо континентальной части край включает архипелаг Северная Земля между Карским морем и морем Лаптевых. Районы граничат на западе с Ямало-Ненецким АО, на востоке с Республикой Саха. Омываются водами Карского моря и моря Лаптевых (рис. 64 приложение А. 6). В регионе расположены 16 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

### **Население**

Кол-во: 230586 человек<sup>19</sup>

Плотность: 0,04 чел./км<sup>2</sup> <sup>20</sup>

### **Ключевые города:**

**Игарка.** Город на берегу Енисея. Морской порт, часть СМП, обеспечивает вывоз ресурсов - перегрузку леса с плотов на суда в низовьях сплавной реки. Также в городе расположен аэропорт. В пределах города расположено 1 НИО.

**Дудинка.** Город в низовьях Енисея, аванпорт Норильска. Имеет морской порт, часть СМП, крупнейший в Сибири. Связан автомобильной и ж/д магистралью с Норильском. Автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний сезон устраивается зимник. В 40 км от города расположен аэропорт.

**Норильск.** Второй по величине заполярный город мира. Расположен близ уникального месторождения медно-никелевых руд, городом при месторождении, крупнейший моногород. Уникальный по характеристикам размеров, населения и промышленных работ в экстремальных условиях. Важный город в промышленности цветной металлургии. Автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний сезон устраивается зимник. Связан с портом Дудинки автомобильной и ж/д дорогой (используется только для грузоперевозок). В черте города расположен аэропорт "Норильск".

**Хатанга.** Село на реке Хатанга. Одно из самых северных в России. В селе расположены порт и аэропорт и 2 НИО.

---

<sup>19</sup> по данным Росстат на 2021 год

<sup>20</sup> там же



*Диксон.* Посёлок городского типа в устье Енисейского залива, на побережье Карского моря. В поселении расположен порт - самый северный в России, часть СМП. На островной части поселения расположен аэропорт "Диксон". В городе расположена геологоразведочная и гидрографическая базы. В пределах города расположено 1 НИО.

*Северная Земля.* Архипелаг к северу от полуострова Таймыр. На островах расположены 2 НИО.

#### **НИО региона:**

Остров Диксон, Хатанга, Игарка, ГМО имени Е. К. Фёдорова, Волочанка, мыс Стерлегова, Агата, Сопочная Карга, остров Визе, Курейка, острова известий ЦИК, остров Голомяный, ГФС Колба, АЭ Хатанга, Мыс Баранова, Виллем Баренц.

7 НИО не обновлены, 7 обновлены в 2000 - 2010-ых гг., 1 - новый объект, не нуждается в обновлении.

На удалении от населенных пунктов расположены 9. Близ населенных пунктов расположены 7.

По трассе следования СМП расположены 10 НИО.

#### **Основные отрасли производства:**

Добыча цветных металлов (ПАО «ГМК „Норильский никель“»), добыча углеводородов, геолого- и гидрографическая разведка, оленеводство и овцебыководство.

В районе села Хатанга расположены месторождения алмазов, черные и цветные металлы, полезные ископаемые и углеводороды.

### **2.1.4. Характеристика Восточно-Сибирской области АЗРФ**

#### **Республика Саха**

**В состав АЗРФ входят:** Анабарский улус, Оленёкский район, Булунский улус (в состав входит архипелаг Новосибирских островов), Жиганский улус, Эвено-Бытантайский национальный улус, Верхоянский улус, Усть-Янский улус,

Абыйский улус, Аллаиховский улус, Момский район, Верхнеколымский улус, Среднеколымский улус, Нижнеколымский улус. Помимо континентальной части республика включает архипелаг Новосибирских островов между морем Лаптевых и Восточно-Сибирским морем. Территория граничит на западе с Красноярским краем, а на востоке с Чукотским АО и Магаданской областью. Омывается водами моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря (рис. 65 приложение А. 6). В регионе расположены 15 НИО (табл. 24 приложение Б.1)

**Население:**

Кол-во: 60486 человек<sup>21</sup>

Плотность: 0,05 чел./км<sup>2</sup><sup>22</sup>

**Ключевые города:**

**Чокурдах.** Посёлок городского типа, на берегу реки Индигирки. В поселке есть морской причал и аэропорт. В пределах города расположено 2 НИО.

**Тикси.** Посёлок городского типа на берегу моря Лаптевых. В поселке расположен морской порт, часть СМП. Навигация длится меньше трех месяцев, в остальное время необходима ледокольная проходка. В городе расположен аэропорт. В пределах города расположено 2 НИО.

**Верхоянск.** Город на берегу реки Яна. Одно из самых холодных мест в Северном полушарии.

**Черский.** Посёлок городского типа, расположен на берегу реки Колымы. В поселке расположен морской порт "Зелёный мыс", часть СМП. Также здесь расположена НИО "Северо-Восточная" и аэропорт.

**Новосибирские острова.** Архипелаг между Морем Лаптевых и Восточно-Сибирским морем. На островах расположено 3 НИО.

**НИО региона:**

ГМО "Тикси", остров Котельный, Кигилях, Усть-Оленёк, Бухта Амбарчик, Чокурдах, пролив Санникова, Метеостанция имени Ю. А. Хабарова, остров

---

<sup>21</sup> по данным Росстат на 2021 год

<sup>22</sup> там же

Дунай, мыс Быков, Северо-Восточная, Анабар, Лена-Норденшельд, Чокурдах, остров Самойловский.

9 НИО не обновлены, 1 обновлено в 1950-ых гг., 2 обновлены в 2010-ых гг., 3 - новый объект, не нуждается в обновлении.

На удалении от населенных пунктов расположены 8. Близ населенных пунктов расположены 7.

По трассе следования СМП расположены 7 НИО.

### **Основные отрасли производства:**

Оленеводство, рыболовство и рыбопроизводство, пушная промышленность, добыча золота, каменного угля, цветных металлов,

На Новосибирских островах расположен аэропорт Тэмп, военный АЖК "Северный Клевер".

## **2.1.5. Характеристика Дальневосточной области АЗРФ**

### **Чукотский автономный округ**

Самый западный субъект АЗРФ и РФ. На западе граничит с Якутией, на юго-западе с Магаданской областью, на юге с Камчатским краем, на востоке имеет морскую границу с США (рис. 66 приложение А. 6). В регионе расположено самое большое количество НИО во всей АЗРФ - 21 (табл. 24 приложение Б.1)

### **Население**

Кол-во: 50 294 человек <sup>23</sup>

Плотность: 0,07 чел./км<sup>2</sup> <sup>24</sup>

### **Ключевые города:**

**Анадырь.** Город расположен на берегу Берингова моря, имеет морской порт, часть СМП, автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний

<sup>23</sup> по данным Росстат за 2021 год

<sup>24</sup> там же

сезон устраивается зимник. Также в городе расположен аэропорт. В пределах города расположено 1 НИО.

***Певек.*** Город расположен на берегу пролива Певек, имеет морской порт часть СМП. Автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний сезон устраивается зимник. В пределах города расположено 1 НИО.

***Эгвекино́т.*** Поселок городского типа, расположен на берегу Берингова моря, имеет морской порт часть СМП. Функционирует с июня по ноябрь, в другие месяцы необходима ледокольная проводка. Автомобильного сообщения с соседними регионами нет, в зимний сезон устраивается зимник. Также в поселке расположен аэропорт. В пределах города расположено 1 НИО.

***Провидения.*** Посёлок городского типа, расположен на побережье бухты Провидения.

***Лаврентия.*** Село, расположено на берегу залива Лаврентия. В черте села расположен аэропорт. В пределах города расположено 1 НИО.

#### **НИО региона:**

Анадырь, остров Врангеля, Уэлен, Островное, мыс Ванкарем, Валькаркай, мыс Биллингса, залив Лаврентия, Певек, Рау-Чуа, Эньмувеем, остров Айон, Усть-Чаун, Танюерер, Омолон, Эгвекино́т, Канчалан, Илirianей, Баимка, Билибино, Константиновская.

17 НИО не обновлены, 2 обновлены в 1970 - 1980-ых гг., 2 обновлены в 2010-ых гг.

На удалении от населенных пунктов расположены 7. Близ населенных пунктов расположены 14.

По трассе следования СМП расположены 11 НИО.

#### **Основные отрасли производства:**

Горнодобывающая, угледобыча, оленеводство, рыболовство и рыбопереработка.

Золотодобыча: Чукотский АО - один из крупнейших мировых регионов по добыче золота. Разработку ведут компании "Полиметалл", ООО «Рудник Каральвеем», ООО «Рудник Валунистый» (РФ) и "Кинросс Голд" (Канада).

## **2.2. Факторы, формирующие архитектуру научно-исследовательских объектов в полярных регионах**

Одной из важных характеристик арктического региона является неприменимость здесь стандартных строительных и архитектурных приёмов, составляющих основу архитектуры умеренных регионов. Большое разнообразие типовых планировочных, строительных и конструктивных решений не может быть использовано в Арктике. Это обусловлено высоким влиянием различных факторов, прежде всего природно-климатических, ввиду чего все здания для Арктики, не только НИО, должны быть спроектированы специально не только для региона в целом, но и для каждой его отдельной области [75]. В основу этого утверждения положены основные принципы строительной климатологии согласно СП 131.13330.2011. В документе северные регионы вынесены в отдельную категорию северной строительно-климатической зоны и разделены на условия наименее суровые, суровые и наиболее суровые.

Факторы в данном исследовании - это совокупность явлений различного характера, прямо или косвенно влияющая на закономерности формообразования полярной архитектуры, состояние людей и арктические экосистемы. Это: **природно-климатические, строительные, антропогенные и психофизиологические** факторы. Можно сказать, что из-за уникальности и суровости арктического региона, этими факторами нельзя пренебрегать, и в основе любого архитектурного проектирования для экстремальных полярных условий должен лежать учет влияния факторов на здания и сооружения. Стоит отметить, что, безусловно, обозначенные выше факторы, особенно природно-климатические, имеют различия на уровне отдельных регионов не только всей Арктики, но даже её российской зоны. Однако, означенные факторы в целом характерны для полярных регионов, являются их яркой отличительной чертой, а различия по градации факторов внутри Арктики не настолько велики, насколько велики различия между полярными регионами и остальным миром.

### 2.2.1. Природно-климатические факторы

Одними из наиболее важных факторов для Арктики являются природно-климатические (рис. 67 приложение А. 7). Их значение сложно переоценить - как главная характеристика экстремальной полярной среды, они способны нанести непоправимый урон как организмам, так и зданиям [10]. Халатное отношение к воздействию факторов таит в себе опасность, которая в итоге может привести к авариям, разрушению сооружений и даже гибели людей [63].

Экстремальные природные условия Арктики обусловлены характером падения **солнечных лучей**. Ввиду того, что солнечные лучи падают в полярных областях не под прямым углом, суммарное значение солнечной энергии распределяется на весьма большую площадь, получающую меньшее количество лучистой энергии, чем в других климатических поясах [98 с. 40]. Это приводит к формированию арктических и субарктических климатических поясов, отрицательным показателям температур атмосферного воздуха и т. д. [24]. Кроме того, из-за такого географического положения Арктики для неё характерно малое количество солнечных дней, продолжительная зима с коротким световым периодом и преимущественная облачность на протяжении всего года [19 с. 77]. Сезонность облачности и наибольшего поступления солнечных лучей различна. Так, для Европейской области наиболее солнечный месяц это июль [19 с. 78], а для Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской - весенние месяцы. Наибольшая облачность наблюдается в Европейской области также в летние месяцы [19 с. 78], тогда как в сибирских областях наиболее ясные дни весенние. В длинный зимний период (более полугодя) на всей территории Арктической зоны преобладает пасмурная погода, солнце имеет низкое расположение, а его лучи в основном отражаются от снегового покрова. Значение солнечной радиации для арктического региона велико, и оказывает влияние на все аспекты жизни, от фундаментальных биохимических процессов до психологического состояния полярников [60 с. 57].

Особенности географического положения Арктики приводят к **циклам нерегулярной смены суток или фотопериодизму**<sup>25</sup>. Так, сменяемость утра и дня вечером и ночью через сумерки, характерная для умеренных широт (расположенных ниже 60° с. ш.) в полярных регионах становится т. н. "белыми ночами", "полярным днем" и "полярной ночью". Эти режимы характеризуются положением солнца. При белых ночах не наступает ночь в привычном понимании, периоды сумерек соединяются (до 180 суток). При полярном дне солнце вовсе не заходит (период длится в различных регионах Арктики от двух суток до полугода, в среднем 85 суток). При полярной ночи (также может длиться до полугода, в среднем 70 суток) солнце не восходит, однако наблюдаются дневные сумерки (длятся в среднем 180 суток). Севернее 75° с. ш. можно наблюдать периоды полной темноты, а возле полюса происходит слияние сумеречных режимов в круглосуточные сумерки [61].

**Экстремально низкие температуры атмосферного воздуха** являются следствием распределения лучистой энергии на полюсах, а также действиями океанических течений и воздушными потоками из низких широт [98 с. 43]. Среднегодовые показатели температур в Арктике близкие к нулю или отрицательные: от +3,2°C до -2,9°C [24 с. 37]. При этом различия по регионам АЗРФ в среднегодовых температурах следующие: для Европейской и Западно-Сибирской областей от +4 до -2°C, для Восточно-Сибирской области от +5 до -2,5 °C, и для Дальневосточной области от +4 до -1,3 °C [24 с. 39]. Зимний период в Арктике длится от 160 до 240 дней, температура может опускаться до -40 °C в Европейской области [19 с. 77] и до - 60 °C в Восточно-Сибирской области [33 с. 57]. Летние месяцы несравнимо короче, в этот же период наблюдается положительная температура, в Европейской области достигающая показателей в +20°C [19 с. 77]. Как видно, для Арктики характерны и высокие перепады температур - от 60 до 90 °C.

Немаловажным природно-климатическим фактором Арктики является **ветер**. В АЗРФ он обладает достаточно высокими показателями индекса влажного

---

<sup>25</sup> значение термина приведено в словаре терминов

ветрового охлаждения. В целом, для Арктики характерны сильные, повторяющиеся ветра скоростью до 7-9 м/с, особенно мощные в прибрежных районах. Во внутриконтинентальных районах на отдельных участках скорость ветра может падать до 1,5 м/с [15].

Помимо ветра наблюдается и такое атмосферное явление, как выпадение **осадков**. Для Арктики в целом характерно количество осадков от 130 до 200 мм, большая часть которых выпадает в виде снега. По данным, например, СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», могут достигать достаточно высоких значений: 2,5 кН/м<sup>2</sup> (Мурманская область, Чукотский АО), 3,0 кН/м<sup>2</sup> (некоторые районы Мурманской области, Республика Коми, Таймырский Долгано-Ненецкий район), что соответствует V-VII районам по весу снегового покрова. Как было сказано выше, в прибрежных районах с высокими показателями скорости и повторяемости ветра, происходит образование снегозаносов, в виду метелей. Также в целом для Арктики характерны длительные периоды устойчивого снежного покрова, а его высота в зимние месяцы колеблется от 40 до 60 см.

Климатические процессы Арктики оказывают влияние не только на атмосферу, но и на грунты. **Вечная мерзлота**, широко распространенная по всей территории АЗРФ, это тип грунта, находящийся под воздействием отрицательных температур долгое время. Характеризуется содержанием льда и отсутствием полного протаивания. Глубина слоя вечной мерзлоты может достигать как нескольких метров, так и превышать тысячу метров [38 с. 166]. Распространение вечной мерзлоты по территории Арктики неравномерно. Так, на территории Европейской области вечномерзлые породы или вовсе отсутствуют, или распространены неравномерно и прерывисто. Исключение составляют архипелаги Новая Земля и Земля Франца-Иосифа, где вечная мерзлота имеет сплошное распространение. Для Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской областей характерно постоянное сплошное распространение вечной мерзлоты средней мощностью от 0,5 до 1,5 метров. Для Дальневосточной области мощность сплошных вечномерзлых пород определяются уже от 1 до 2 и более метров. Вечная мерзлота подвержена деградации: изменению её состояния вследствие оттаивания



[43]. На этот процесс влияют как общие климатические процессы потепления, так и человеческая деятельность и его следствием может стать широкомасштабное разрушение инфраструктуры, зданий и сооружений [13].

### 2.2.2. Строительные факторы

Говоря о природно-климатических факторах, важно отметить и то, что они влияют не только непосредственно на конструктивные элементы здания, но и на самые ранние этапы строительства: от доставки материалов, до устройства условий для рабочих и строительных бригад (рис. 68 приложение А. 7). Кроме того, суровый и холодный климат повышает затраты на отопление, снижает объемы и показатели работы на открытом воздухе, а в иных случаях полностью препятствует проведению таких работ.

С неразвитостью дорожной сети при движении на север и восток арктической зоны связаны **логистические проблемы**. Прежде всего они касаются доставки материалов. Нехватка дорог, сопряженная с суровыми погодными условиями и масштабностью АЗРФ делает доставку автомобильным и ж/д транспортом затруднительной, в некоторых случаях возможной только в зимние месяцы при наличии зимников [40 с. 296]. Альтернативой при доставке материалов может стать доставка водным или воздушным транспортом. Однако доставка по воде доступна только в пункты где есть грузовой порт, а, значит, расположенные на побережье. Для находящихся в глубине материка пунктов доставка по воде может быть только частичной, сопряженной с транспортными узлами. Доставка по воздуху может быть осуществлена в любой пункт, однако, обладает повышенной стоимостью. Подобная многоступенчатая или не имеющая альтернатив транспортная ситуация приводит к существенному удорожанию проектных и строительных работ, эксплуатации, увеличивает производственные издержки [38]. Влияние фактора на архитектуру сопряжено с тактикой выбора конструктивных строительных материалов и конструктивных систем вообще,

поиском оптимальных решений, позволяющих реализовать проектное решение в существующих условиях.

Нестандартная и уникальная ситуация транспортной системы АЗРФ характеризуется следующим: отсутствие тесной связи арктических городов между собой [32], ненадёжность и сезонность транспортного обеспечения [81] и выраженная неравномерность развития Европейской области в сравнении с другими областями АЗРФ [81]. С транспортной схемой тесно сопряжен фактор **северного завоза**<sup>26</sup>. Снабжение областей АЗРФ жизненно важными товарами и продуктами (крупы, яйца, детское питание, овощи и фрукты), энергетическими ресурсами, оборудованием и материалами необходимо по причине невозможности производства оных непосредственно в населенных пунктах Арктики [1]. Населенных пунктов, в которые производится северный завоз более тысячи на всей арктической территории. В подобной ситуации находятся отдаленные НИО, расположенные вне населенных пунктов, число которых превышает 40 объектов [77]. Фактор северного завоза оказывает сложное воздействие, и в первую очередь затрагивает арктическое население. При этом, фактор может быть существенной причиной внедрения в состав НИО производственных оранжерей.

С транспортной системой связан и **энергетический фактор**, образующий с ней единую транспортно-энергетическую инфраструктуру [84]. Российская Арктика является одним из основных центров нефте- и газодобычи страны, а энергетику региона можно охарактеризовать как базирующуюся на использовании ископаемого топливно-энергетического сырья. Тем не менее, во многие населенные пункты АЗРФ топливо завозится, и только часть энерго- и теплопотребления удовлетворяется местными производствами. Кроме того, завоз топлива снова актуален не только для арктических поселений, но и удаленных НИО. Частично решить экологические проблемы и транспортировку топлива - в рамках архитектуры НИО - может включение в проекты НИО объектов

---

<sup>26</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.

возобновляемой энергетики. К числу возобновляемых энергетических систем относятся солнечная, ветровая, атомная [84] и гидроэнергетики [84, 79].

- *Солнечная энергетика* при относительной простоте получения и безусловных плюсах использования в полярный день, тем не менее, имеет ограниченный срок эксплуатации и бесполезность использования в периоды полярной ночи и уменьшения светового дня [84, 34].

- *Ветроэнергетика* не зависит от фотопериодизма, но имеет ограничения по своему расположению: необходимы участки с хорошей повторяемостью ветров, что возможно учесть только при проектировании принципиально новых НИО, но не модернизации уже существующих [84, 44].

- *Атомная энергетика* не зависит от природно-климатических факторов. В настоящее время реализован проект атомного судна "Академик Ломоносов", которое снабжает тепло- и энергоресурсами города Чукотского АО [12]. Дальнейшее развитие технологий атомной энергетики связано с разработкой атомных мини электростанций, которые смогут обеспечивать энергией города и поселки арктической зоны.

- *Гидроэнергетика* имеет широкий ряд возможностей в Арктике. Может быть устроена на реках региона (гидроэлектростанции, плотины и деривационные устройства) или в морской акватории (приливные, волновые, использующие градиент солёности и гидротермальные станции). Функционирование подобных систем также не связано с природно-климатическими факторами [84, 79].

### **2.2.3. Антропогенные факторы**

Арктика с одной стороны суровая и экстремальная, является угрозой для неприспособленных людей, но с другой хрупкая и уязвимая для антропогенного воздействия. Такое сложное положение региона приводит к необходимости не только защищать людей от природно-климатических и других факторов, но и

защищать арктическую среду от антропогенного воздействия (рис. 69 приложение А. 7).

Известно, что арктические экосистемы весьма уязвимы [10 с. 69]. Так, например, для верхнего почвенного покрова тундры разрушительно воздействие тяжёлой гусеничной техники, восстановление которого занимает весьма длительный период [91]. Уязвима и вечная мерзлота: широко подверженная общей деградации из-за глобальных климатических процессов, она может быть и легко нарушена при несоблюдении термоизоляции зданий. Во многих регионах Арктики, при общей "нетронутости" региона, в настоящее время экспертами уже отмечается возрастающая антропогенная нагрузка на среду, особенно в акваториях Северного ледовитого океана. Она характеризуется наличием "горячих точек", повышенным уровнем ущерба экологии и наличием источников загрязнения [10 с. 67].

Хрупкость и уязвимость экосистем Арктики и рациональное стремление сохранить экологию региона является причиной учета антропогенных факторов и проектирования современных арктических НИО в соответствии с принципами устойчивой архитектуры.

**"Нулевое воздействие"** - так была охарактеризована бельгийская НИС Princess Elisabeth спроектировавшими её архитекторами [134]. Это значит, что расположенная в Антарктике станция не имеет воздействия на окружающую среду. Такой подход соответствует положениям устойчивой архитектуры и может быть охарактеризован как наиболее востребованный при проектировании не только арктической, но в целом полярной архитектуры. В этот подход входят энергоэффективные решения, внимание к снижению выбросов и загрязнения территории и снижения воздействия на среду.

#### **2.2.4. Психофизиологические факторы**

Своим возникновением и характеристиками среда полярных регионов обязана географическому положению на полюсах, что влияет на распространение солнечной энергии и формирует уникальные экосистемы арктического, антарктического, субарктического и субантарктического климатических поясов. Растения, животные и люди - коренные народы Севера - привычны к проявлениям таких сред, однако для тех организмов, что попадают в Арктику и Антарктику извне среда оказывается экстремальной [40]. Долгое время, пока полярные регионы оставались изолированными, экстремальная среда не была проблемой. Однако в настоящее время, в продолжающийся период подробнейшего изучения и освоения Арктики и Антарктики, влияние полярной среды на человеческие организмы является серьезной проблемой, требующей решения (рис. 70 приложение А. 7).

Исследования показывают, что любой организм, с рождения не привычный к условиям Арктики, подвержен серьёзному и пагубному воздействию в полярных регионах [16, 57]. Пришлым категориям людей, не рожденным в этих регионах, труднее всего приспособиться к экстремальным для них условиям, и полного приспособления может так и не произойти [16]. Пришлые категории переселенцев показывают высокие значения заболеваемости [40], и даже не все молодые и здоровые люди адаптируются к экстремальным условиям. Категория людей, не относящаяся к коренным народам, но рождённая в полярных регионах адаптируется лучше, но как показывают исследования, даже спустя несколько поколений полной адаптации к средовым условиям может не произойти и в четвертом поколении [16]. Высокий уровень адаптации к экстремальным условиям показывают только представители коренных малочисленных народов севера. В современных исследованиях отмечается, что пришлое население в значительной мере более подвержено воздействию климатогеографических факторов, нежели коренное [50]. В условиях активной добычи полезных ископаемых в регионе [87], развития Северного морского пути [28] и продолжающихся работ по научному изучению полярных регионов проблема

здоровья приезжающих специалистов стоит остро. Особенности полярного климата как в целом негативно сказываются на здоровье людей, так могут и ухудшать влияние производственных факторов [87]. Внимание к изучению воздействия экстремальных факторов на организм человека и разработка методов профилактики заболеваний в полярных регионах, начала активно развиваться в 1970-ых годах. С этой деятельностью связаны имена видных специалистов по приполярной медицине Казначеева В. П. и Панина Л. Е. За достаточно продолжительный период работы сибирских ученых над проблемами здоровья людей на Крайнем Севере было проведено множество исследований, а работы приобрели мировую известность [40]. Однако и в современных работах подчеркивается, что влияние климатогеографических факторов на здоровье людей в Арктике и Антарктике остается серьезной проблемой [40, 50].

В полярных регионах, по оценкам экспертов, все системы человеческого организма подвергаются таким нагрузкам и неблагоприятному воздействию климатических и экологических факторов, что стареют и расходуют психофизиологические ресурсы и адаптационные резервы вдвое быстрее, чем в условиях умеренных широт [16, 37]. Функционирование систем организма в постоянном напряжении приводит к развитию дезадаптивных процессов и дальнейшему ухудшению состояния организма, а приспособительные процессы долговременной адаптации протекают с большой сложностью. Исследователями приводится весьма широкий круг различных заболеваний, возникающий у находящихся на Крайнем севере людей. Среди них: «циркумпольный гипоксический синдром» (дыхательная недостаточность и гипертония), «синдром полярного напряжения» (повышение уровня гормонов стресса, возникновение полярного метаболизма, астенизация, повышенная утомляемость, нарушение сна) [37], «северная капиллярно-трофическая недостаточность», нарушение выделительных процессов, иммунорезистентности и электролитного гомеостаза, полиэндокринные расстройства, различные психоэмоциональные напряжения [50].

Причинами, вызывающими все эти нарушения в деятельности систем организма, является комплекс природно-климатических факторов. Это различные явления полярных регионов, весьма обширного спектра, и их сочетанное воздействие, оказывающие влияние на все сферы жизни и работы людей в полярных регионах.

Нужно отметить, что спектр медицинских проблем и нарушения здоровья людей в полярных регионах весьма обширен, однако в данном исследовании рассматриваются только те, что могут быть компенсированы архитектурными методами. Примечательно, что эти факторы оказывают влияние не только на человеческие организмы, но и имеют прямое воздействие на механизмы формирования арктической архитектуры [75]. Все факторы условно разделятся по своему воздействию на человеческие организмы на **физиологические** факторы и **психологические**. Важно отметить, что некоторые факторы оказывают воздействие и на физиологию, и на психику (рис. 70 приложение А. 7).

**Физиологические факторы**, это те факторы, которые являются причиной возникновения физиологических изменений или заболеваний у проживающих в полярных регионах людей.

**"Циркумпольный гипоксический синдром"**. Генезис до конца не определен. Ряд авторов связывает его возникновение с пониженным парциальным давлением кислорода в воздухе. Другие же связывают северную гипоксию с нарушением активности дыхательных ферментов, гематологическими причинами, погодной гипероксией, повышенным потреблением тканями кислорода на фоне повышения энергетического обмена в ходе адаптации к холоду. Синдром характеризуется учащенным поверхностным дыханием, снижением вентиляции альвеол и общему кислородному голоданию, что сказывается на состоянии сосудов, изменении кровотока и стимуляции симпатического отдела вегетативной нервной системы [47].

**Нарушение рациона и гиповитаминозы.** Удаленность полярных территорий от развитых центров, сложная транспортно-логистическая ситуация, невозможность производства многих продуктов питания в экстремальных

условиях региона ведут к нарушениям рациона, отсутствию привычной пищи, свежей зелени, овощей и фруктов, возникновению гиповитаминозов. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности в полярных регионах необходима адекватность баланса нутриентов и пищевого поведения [50].

**Световое голодание.** Синдром возникает из-за явления фотопериодизма: нерегулярной смены суток в полярных регионах. Дефицит солнечного света не только в период полярной ночи, но и в периоды сокращенного дня и полярных сумерек приводит к снижению иммунитета, нехватке витамина D, что влияет на состояние тканей организма, провоцирует десинхроноз: изменение привычного ритма физиологических функций [16]. Изменение циркадных и биологических ритмов человека из-за нерегулярной смены суток влияет на показатели дыхательной системы, сердечную деятельность и нейровегетативную регуляцию [16].

**Психологические факторы. Избыток стресса:** стресс в условиях полярных регионов могут вызывать многие факторы, среди которых: напряженность в небольших рабочих коллективах, напряженные графики работы при вахтовом труде, монотонность обстановки, ограниченность передвижения и общения, невозможность уединения в небольшом замкнутом пространстве, ограниченное пребывание на открытом воздухе. Факторы возникают из-за условий размещения полярников и вахтовых рабочих: в небольших компактных, зачастую утилитарных зданиях, которые возможно эксплуатировать в условиях экстремальной среды. Нередки и размещения таких объектов на значительном удалении от населенных пунктов. Возникающая в таком случае социальная изоляция, когда круг контактов ограничен членами экспедиции, влечет серьёзные последствия. Это депрессивные и агрессивные состояния, вызванные необходимостью длительное время находиться в несменяемом небольшом коллективе, изолированность от внешнего мира, эмоциональное напряжение, оторванность от семьи и близких. Как показывают исследования, в среднем полярники проводят вдали от дома около полутора лет [99]. Невозможность



уединения и отсутствие достаточного личного пространства возникает из-за плохих бытовых условий размещения полярников [77].

**Депривация и сенсорное голодание.** Как показали исследования, неадаптированная психика плохо переносит длительное восприятие однообразного и ахроматического ландшафта: заснеженной белой тундры в продолжительный зимний период [140]. Однообразие и одноцветность приводят к изменениям в функциональности головного мозга из-за отсутствия необходимых зрительных, слуховых и сенсорных раздражителей [99]. Нехватка необходимых раздражителей извне провоцирует поиск их внутри - что приводит к конфликтам в замкнутых коллективах полярников.

**Изменение циркадных ритмов.** Уже упомянутый синдром, связанный с фотопериодизмом, оказывает влияние и на психику. Длительные периоды отсутствия дневного света в полярную ночь и избыток солнечного света в полярный день ведут к возникновению "синдрома полярного напряжения". Фотопериодизм в полярную ночь становится причиной нехватки витамина D, что, в свою очередь, ведет к повышению сонливости, тревожности и ухудшению настроения. Изменение циркадных ритмов приводит к нарушению балансов сна и бодрствования и смещению режимов работы и отдыха, повышается потребность во сне. В период полярного дня избыток солнечной радиации становится причиной раздражительности и повышенной психической активности, проблем с выработкой мелатонина и бессонницы [99].

### **2.3. Принципы и приёмы формирования архитектуры современных научно-исследовательских объектов в полярных регионах**

Принципы формирования архитектуры НИО необходимы для создания научных объектов, подходящих именно полярным регионам. Каждый приём каждого принципа направлен на решение проблемы, возникающей из-за природно-климатических факторов, чьё действие особенно выражено в полярных регионах. Здания, созданные с применением подобных принципов, будут заметно

более просты в эксплуатации и менее ресурсозатратны, чем обычные, не приспособленные к полярным условиям объекты. Кроме того, такие здания будут как снижать негативное влияние антропогенного воздействия на хрупкую среду, а с другой стороны обеспечат максимально удобное существование человека в непривычных для него условиях.

Для выявления приёмов формирования архитектуры НИО были проанализированы НИО 3-его (конец XX в.) и 4-ого (XXI в.) этапов. Их характеризует широкое использование ряда архитектурных приёмов, направленных на снижение влияния природно-климатических и других факторов. На основе проведенного анализа был проведен отбор специальных архитектурных приёмов, которые затем были сгруппированы в 5 принципов формирования архитектуры НИО в полярных регионах:

- принцип природно-климатического формообразования,
- принцип оптимизации технологических процессов,
- принцип устойчивости,
- принцип гуманизации внутренней среды,
- принцип автономности.

### **2.3.1. Принцип природно-климатического формообразования**

Первая группа архитектурных приёмов наиболее заметно влияет на формирование объемно-пространственной композиции НИО и сформирована действием природно-климатических факторов. Включает 4 приёма (рис. 71 приложение А. 8).

**Приём использования атмосферостойких материалов.** Немаловажным пунктом при строительстве в экстремальных средах является выбор облицовочного материала. Неблагоприятное экстремальное воздействие прежде всего оказывается на материал для кровли и облицовки стен. Это означает, что материал должен иметь способность противостоять агрессивной среде долгое время без потери эксплуатационных характеристик, должен выдерживать как

воздействие экстремально низких температур, так и воздействие большого количества атмосферных осадков. В условиях полярных регионов хорошие эксплуатационные характеристики показывают металлы. Так, нержавеющая и легированная стали используются для облицовки на НИО Принцесс Элизабет, Амундсен-Скотт, Бхарати, Западный Арктический исследовательский центр, Арктический исследовательский центр Барроу, Остров Самойловский. Медь используется для облицовки на НИО Исследовательский центр Свальбарда, Канадская высокоарктическая исследовательская станция (рис. 71 приложение А. 8).

**Приём устройства скосов в ограждающих конструкциях.** Для снижения снеготаносов и уменьшения снеговой нагрузки на здание в ограждающих конструкциях НИО устраиваются скосы. Кроме снижения снеговой нагрузки такие скосы, расположенные в нижних частях здания, позволяют направлять ветер под конструкции, что дополнительно охлаждает вечномёрзлые грунты. Кроме того, из-за циклических периодов нерегулярной смены суток немаловажным является устройство стен - и оконных проемов вместе с ними соответственно - с уклоном. Вместе с правильной ориентацией здания по сторонам света это позволяет минимизировать количество поступающих солнечных лучей в период полярного дня и обезопасить помещения НИО и научный персонал от перегрева. В период полярных сумерек расположенные под уклоном оконные проемы смогут пропускать большее количество света, чем расположенные вертикально. Приём внедрён на следующих НИО: Исследовательская станция Вапмагустик-Кууджуарапик, Черчиллский центр северных исследований, Восток (проект 2023 года), Принцесс Элизабет, Амундсен-Скотт, Ноймейер III, Бхарати, Халли VI, Скотт-бейс (проект 2017 года), Западный арктический исследовательский центр (рис. 71 приложение А. 8).

**Приём управления атмосферными потоками.** Приём рассматривает возможности использования и преобразования атмосферных потоков, что способствует снижению давления ветровых масс на объемно-пространственную форму здания. Для реализации приёма основным условием является форма

объекта, обеспечивающая как можно меньшее сопротивление воздуха. Однако, вместе с тем, в приёме имеются возможности использования направления воздушных потоков для:

- Обеспечения продувания и охлаждения грунта под зданием для сохранения вечномерзлого состояния;
- Обеспечения продувания для предотвращения засыпания объекта снегом.

Приём внедрён на следующих НИО: Черчиллский центр северных исследований, Принцесс Элизабет, Халли VI, Скотт-бейс (проект 2017 года), НИС Хуан Карлос, исследовательский центр Свальбарда (рис. 71 приложение А. 8).

**Приём сохранения вечномерзлых грунтов.** Вечная мерзлота распространена на всей территории Арктики и представляет серьёзную проблему при проектировании и строительстве, из-за содержащегося в ней большого количества льда, который не является статичным. Любая строительная и последующая эксплуатационная деятельность могут нарушить вечномерзлое состояние грунта, привести к таянию льда, что повлечет осадки грунта, деформации конструкций, аварии в сетях здания и может даже повлечь полное или частичное обрушение строения [76]. Ввиду этого архитектурные способы устройства фундаментов в вечномерзлых грунтах можно считать приоритетными среди прочих конструктивных особенностей.

Согласно СП 25.13330.2020, существует два способа возведения фундаментов и оснований на вечномерзлых грунтах. Первый способ предусматривает сохранение вечномерзлого состояния грунта и применяется при слое вечной мерзлоты превышающем 10 метров. Включает проектирование свайного фундамента и возведение здания на опорах над землей (от 1 метра). Такой способ исключает действие теплопотерь от нижних уровней здания на грунт, минимизирует ресурсозатраты на земляные работы и позволяет ветровым потокам как дополнительно охлаждать вечномерзлые грунты, сохраняя их состояние, так и сдувать снег с конструкций, что препятствует их засыпке снегом.

Второй способ предусматривает устранение слоя вечной мерзлоты и применяется при залегании льда не более, чем на 10 метров и в районах с высокой вероятностью деградации вечной мерзлоты. Включает мероприятия по предварительному оттаиванию грунта, его последующему укреплению и обустройству котлована.

Среди рассмотренных НИО большинство, как в Арктике, так и Антарктике, возведено с использованием первого способа - на опорах над землей с сохранением вечномерзлого состояния грунта. С применением второго способа возведены НИО: Канадская высокоарктическая исследовательская станция, ряд скандинавских НИО, Исследовательская станция Вапмагусту-Кууджуарапик, Арктическая станция университета Копенгагена (рис. 71 приложение А. 8).

### **2.3.2. Принцип оптимизации технологических процессов**

Вторую группу приёмов определили условия арктического региона, не позволяющие вести стандартные и продолжительные строительные работы. Длительные зимний период, экстремально низкие температуры и значительные атмосферные осадки серьёзно ограничивают время и формат строительных работ. Климат является причиной и общей неразвитости транспортных сетей, которые в свою очередь накладывают серьёзные ограничения на доставку строительных материалов. Ввиду этого необходимы приёмы рационализации и упрощения проведения строительных работ на месте (рис. 72 приложение А. 8).

**Приём строительной целесообразности.** В условиях ограниченной логистики полярных регионов и ограниченных возможностей ведения стройки на месте, применяется приём подбора таких строительных и отделочных материалов, доставка которых будет наиболее простой с точки зрения логистических цепочек и экономически оправдана. Вместо бетона и кирпича, как материал для несущих конструкций получили широкое распространение сталь и дерево: их гораздо проще доставить на место, они обладают меньшим весом и не требуют специальных мероприятий при строительстве. Следует отметить и что этот приём

реализуется уже довольно продолжительное время, с возникновения полярных НИО: практически все здания 1-ого этапа развития Антарктических НИО и подавляющее число зданий 1-ого, 2-ого и 3-его этапов развития Арктических НИО (особенно в отечественной практике) были сделаны из дерева. Приём внедрён практически на всех рассмотренных в работе НИО. Стальной каркас имеют следующие НИО: Халли VI, Бхарати, Восток (проект 2023 года), Амундсен-Скотт, исследовательский центр Иглулика, Ноймейер III, Остров Самойловский. Деревянный каркас имеют следующие НИО: Принцесс Элизабет, Черчиллский центр северных исследований, Исследовательский центр Свальбарда, Исследовательская станция Абиску, Арктическая станция университета Копенгагена (рис. 72 приложение А. 8).

**Приём предварительной сборки.** Наряду с предыдущим, это один из первых приёмов, реализованный в полярных регионах. Ещё во время первых экспедиций в Арктику и Антарктику полярниками использовались строения, предварительно целиком собранные в местах отправления (например, Австралии) [74]. Этот приём значительно упрощает строительные работы на месте и сокращает их время, что немаловажно в условиях экстремальной среды. Приём внедрён на следующих НИО: Принцесс Элизабет, Халли VI, Восток (проект 2023 года), на ряде антарктических НИК, состоящих из унитарных "бытовок" и грузовых контейнеров, таких как Бхарати (рис. 72 приложение А. 8).

**Приём внедрения производственных оранжерей.** Невозможность производства определенного числа свежих продуктов в полярных регионах оказывает существенное влияние на жизнь полярников: от простого дискомфорта до физиологических проблем, связанных с изменением рациона. Частично решить проблему может внедрение производственных оранжерей и теплиц в состав НИО. Приём развивается на большом числе антарктических НИО уже продолжительное время [135], среди рассмотренных объектов внедрен на Ноймейер III, Амундсен-Скотт (рис. 72 приложение А. 8).

**Приём использования возобновляемых источников энергии.** Значительная часть НИО расположены на удалении от населенных пунктов, в

виду чего использование городских систем электроснабжения становится невозможным. В этом случае необходимы бесперебойно работающие электрогенераторы, которые смогу снабжать НИО энергией и теплом, но с тем - безопасные для хрупких полярных экосистем (рис. 72 приложение А. 8). Это могут быть солнечные панели, которые внедрены в следующие НИО: Принцесс Элизабет, часть НИО сети SEN, НИК Гондвана, Исследовательская станция экосистемы тундры. Также это ветрогенераторы, внедрённые в следующие НИО: НИК Моусон, Принцесс Элизабет, НИС Кигилях, Исследовательская станция экосистемы тундры. Водородными источниками энергии оборудована НИС Снежинка, возведение которой запланировано на 2024 год.

### 2.3.3. Принцип устойчивости

Третья группа приёмов базируется на внимании к полярной среде, её сохранении и внедрении в архитектуру НИО приёмов, позволяющих снизить урон, наносимый вмешательством в уязвимые экосистемы как Арктики, так и Антарктики (рис. 73 приложение А. 8).

**Приём энергоэффективности.** В полярных регионах, не имеющих развитой транспортно-энергетической инфраструктуры добыча и выработка энергии является непростой и ресурсозатратной задачей. Приём включает в себя комплекс мероприятий, которые сокращают объем потребляемой строениями энергии и оптимизируют использование энергии в системах здания (рис. 73 приложение А. 8). Это может быть:

- Создание округлых форм как в плане, так и в ограждающих конструкциях. Близкие к округлым формы заметно снижают энергопотребление и образование "мостиков холода"<sup>27</sup>. Приём внедрён на НИО: Конкордия, Принцесс Элизабет, Черчиллский центр северных исследований, Северо-Восточная,

---

<sup>27</sup> значение термина приведено в словаре терминов

исследовательский центр Иглулика, Канадская высокоарктическая исследовательская станция.

- Создание компактной, простой формы здания, что также уменьшает энергозатраты. Приём внедрен на НИО: МС Тикси, большинство НИС сети CEN, Принцесс Элизабет, Сермилик, Закенберг, Черчиллский центр северных исследований, Конкордия, скандинавские НИЦ, Исследовательский центр Иглулика.

- Оптимизация получения солнечной радиации. Заключается в исключении системы отопления из инженерных систем здания и использовании вместо неё тепла, выделяемого приборами и людьми, а также ориентацией помещений на южную сторону и устройстве больших оконных проёмов. Приём внедрен на НИО Принцесс Элизабет.

- Тепло-, паро- и гидроизоляция. Достигается благодаря сложной системе изоляционного материала. Внедрён на НИО Принцесс Элизабет, где изоляционный материал имеет 9 слоев: нержавеющая сталь, вспененный утеплитель с закрытыми ячейками, силиконовый герметик, деревянные элементы опалубки, полистирол низкой плотности, наполненный графитом, крафтовая бумага, алюминиевая пароизоляция, войлок [134].

**Приём контроля систем.** Внедрение системы регулирования спроса энергии, автоматического распределения в соответствии с утвержденной системой приоритетов. Система гибкая: одни действия имеют приоритет над другими в зависимости от времени суток и количества доступной энергии. Приём внедрён на НИО Принцесс Элизабет (рис. 73 приложение А. 8).

**Приём экономного водопотребления.** Вода, как тепло и энергия, тоже может считаться ресурсом, которому необходимо уделять внимание и разрабатывать системы рациональной добычи, потребления, очистки и утилизации. Приём включает мероприятия по установке систем для сбора дождевой воды и плавления снега, также внутренней рециркуляции и организации очистки (с помощью активированного угля и УФ-обработки) и



вторичного использования серых и черных стоков<sup>28</sup>, установке биореакторов (могут быть анаэробными и аэробными). Приём в полной мере внедрён на НИО принцесс Элизабет, кроме того, широкий ряд антарктических НИО оборудован снегоплавильнями (рис. 73 приложение А. 8).

**Приём снижения влияния на среду.** Помимо вопросов потребления ресурсов, принцип устойчивости предполагает и снижение влияния выбросов и отходов на среду. Приём реализуется установкой пунктов сбора и переработки мусора. Кроме того, в условиях Арктики необходимо предотвращать мусорные свалки близ НИО по причине возможной опасности от белых медведей. Крупный хищник может представлять угрозу для полярников, но также животное занесено в красную книгу и должно быть защищено от деятельности человека. Приём внедрён в широкий ряд антарктических НИО (рис. 73 приложение А. 8).

#### **2.3.4. Принцип гуманизации внутренней среды**

О величине негативного влияния экстремальной полярной среды на человеческие организмы известно много, в частности для полярников, работающих на арктических и антарктических НИО, были отмечены повышенные энергозатраты при работе в условиях низких температурах, увеличение теплообмена, нарушение обмена веществ, низкие показатели сахара и гиповитаминоз [83]. Статистика показывает, что больше половины полярников прекращают опыт зимовок после первого раза. Для остальных же характерен регулярный характер посещения НИО [99]. Многие исследователи этих процессов отмечают необходимость улучшения жилищных условий полярников и людей, приезжающих работать в полярные регионы [83, 69]. Принцип рассматривает комплекс архитектурных мероприятий, что смогут частично снизить негативное влияние на организмы людей, увеличить их комфорт и улучшить процесс пребывания в Арктике (рис. 74 приложение А. 8).

---

<sup>28</sup> значение термина приведено в словаре терминов

**Приём динамического освещения.** Нарушение биоритмов возникает из-за цикличности полярного дня и ночи. Для снижения влияния этих эффектов, чья длительность может достигать полугода, является оптимальной проработка освещения, разработка затемняющих экранов и создание искусственных зон смены суточных ритмов (рис. 74 приложение А. 8). О важности дополнительного УФ-облучения и создания динамического светового режима высказываются и специалисты [83]. Для создания комфортной среды и устранения негативного воздействия необходимы следующие меры:

При полярной ночи

- Создание системы искусственной смены режимов при помощи искусственного освещения;
- Использование специальных осветительных приборов для поддержания необходимого ультрафиолетового баланса [62, 83];
- Создание температурного и светового режимов в зимних садах, также требующих регулярного освещения, однако в зимний период уменьшенного вместе с понижением температуры воздуха.

При полярном дне

- Создание системы искусственной смены режимов при помощи затемняющих экранов, закрывающих оконные проёмы.
- Рациональное использование преобладающей в полярных регионах рассеянной солнечной радиации при помощи особой конфигурации оконных проемов (сочетание вертикальных и горизонтальных проемов), использование отражающих поверхностей и световодов.

**Приём расширения рекреации.** Известно, что в ограниченных условиях небольшого, отдаленного от поселений НИО, полярники сталкиваются с влияющими на психику последствиями замкнутых пространств и ограниченного круга контактов [140]. Не редки конфликты, вызванные постоянным нахождением в замкнутом пространстве и в контакте с несменяемым коллективом - любому организму необходимо так или иначе иметь место для уединения [99]. Потому

представляется немаловажным устраивать в структурах НИО расширенную рекреационную зону. В настоящее время на большинстве НИО предусмотрена только одна общественно-рекреационная зона, носящая в среде полярников название "кают-компания". Важно расширить количество общественных помещений, предусмотреть разные виды досуга, и помещения для уединения. Кроме того, важным является и зонирование по степени шума. Подобный приём внедрён на НИО Конкордия [118]: здание имеет два блока - шумный (где расположены столовые, спортзалы и производственные помещения) и тихий (где устроены спальни, библиотеки, рабочие места, лаборатории и комнаты отдыха) (рис. 74 приложение А. 8).

**Приём цветового насыщения.** Исключительное однообразие природного ландшафта полярных регионов обусловлено суровыми климатическими условиями и характеризуется отсутствием насыщенной и значительной растительности и преобладанием ахроматических цветов серо-белой гаммы. Способность человека различать цвета напрямую связана с деятельностью психики по их восприятию [20]. Механизмы восприятия цвета хорошо изучены и применяются в практике проектирования интерьеров, как дополнительный фактор воздействия, снижающий нагрузку на психику и способствующий комфортному пребыванию в помещении [92]. Ахроматический пустынный ландшафт полярных регионов весьма пагубного воздействует на человеческий организм, поэтому представляется целесообразным для внедрения приёма выбрать основной цветовой группой статичные цвета (зеленый, изумрудный, умбра, пурпурный), дополненные группами темных цветов (холодные: темно-синий, черно-синий, темно-бирюзовые; теплые: охра, кадмий, сиена, сепия). Статичные цвета сохраняют психологический комфорт и не являются раздражителями, темные теплые не активные по своему воздействию (в отличие от теплых стимулирующих цветов), а темные холодные подавляют раздражение [92]. Реализовать эти цветовые схема представляется возможным не только способами окраски внутренних помещений, но также и созданием зеленых зон, таких как оранжереи и зимние сады (рис. 74 приложение А. 8).

**Приём внедрения растительного разнообразия.** Об изменении питания пришлых людей в полярных регионах, ухудшении разнообразия их рациона и возникновении из-за этого гиповитаминозов и авитаминозов широко известно [96]. Причины ограничения рациона кроются в суровых условиях полярных регионов: невозможности выращивать свежие овощи и зелень в производственных масштабах и сложных логистических цепочках снабжения. Однако, многие исследователи подчеркивают важность улучшения качества питания и витаминпрофилактики [50, 83, 47]. Приём рассматривает внедрение растительности в структуры НИО: и с точки зрения улучшения питания и с точки зрения безусловного позитивного психологического влияния растений (рис. 74 приложение А. 8).

- Оптимальным является создание зеленых зон, таких как зимние сады, для повышения психологического комфорта, ввиду безусловного положительного психологического эффекта производимого растениями. Зеленый цвет, как известно, является наиболее благотворно влияющим на перегруженную психику, способствует расслаблению и успокоению [92]. В условиях отрицательно влияющего на психику однообразного белого полярного ландшафта значимость наличия зеленых рекреационных пространств сложно недооценить.
- Производственные оранжереи могут стать решением проблемы ограничения рациона. Для выращивания свежих сельскохозяйственных культур необходимо создание специальных оранжерей, приспособленных для экстремального климата. Оптимальными являются гидропонические и аэропонические оранжереи. Оба вида оранжерей используют не почву для проращивания растений, а только питательный жидкий субстрат, что является несомненным плюсом в суровых условиях полярных регионов, где устройство классических оранжерей сопряжено с рядом трудностей. Выращенные в оранжереях, включенных в состав НИО, свежие продукты питания значительно повысят качество жизни научных работников. Приём широко внедрен на

антарктических НИО, например, Ноймейер III [102] и ряде других и апробируется с середины XX века [135].

### **2.3.5. Принцип автономности**

Суровые климатические условия арктического региона накладывают определенные ограничения на размеры НИО, на пребывание людей на объектах и на особенности функционирования. Однако, при том НИО являются важными с научных и геополитических точек зрения объектами, потому для обеспечения их бесперебойной работы по получению научных данных нужен принцип автономности (рис. 75 приложение А. 8).

**Приём автономности и самодостаточности.** НИК и НИС, расположенные на значительном удалении от населённых пунктов, представляют этот приём наилучшим образом. Удалённость от населённых пунктов здесь является ключевой: отрезанность от основных инженерных систем, энергетических ресурсов и социально значимых объектов, таких как, например, больницы, вынуждает создавать эти два типа НИО полностью автономными, способными обеспечивать полярников и научных сотрудников всем необходимым и бесперебойно функционировать длительные периоды (например, в зимний период, когда сообщение с населёнными пунктами затруднено) (рис. 75 приложение А. 8). Все рассмотренные в работе НИС и НИК, удаленные от поселений, обладают общими мероприятиями:

- имеют свой источник энергии и тепла, иногда несколько, один из которых дублирующий;
- оснащены медпунктами, где полярники и научные сотрудники могут получить первую помощь;
- обладают полным набором помещений для постоянного проживания и работы на объекте: жилые, бытовые, научные и общественные помещения.

**Приём автоматизации.** Не во всех случаях продолжение работы НИО возможно. Многие НИО, особенно на территории РФ, сейчас закрыты, разрушены или законсервированы. Однако, даже утраченный и непригодный для размещения людей НИО, тем не менее, все ещё расположен в стратегически важном для проведения научных наблюдений месте. В ряде случаев в таком месте располагается АМС. Приём внедрён на следующих НИО: Мыс Желания, Сенгейский Шар. Существует пример и частичного перевода НИО в АМС, реализованный на станции Острова Известий ЦИК (рис. 75 приложение А. 8).

## **ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2**

1. В результате анализа географических, климатических, транспортных и социально-экономических условий, было установлено, что АЗРФ включает четыре природно-климатические области:

- Европейская область, куда входят Мурманская область, Республика Карелия, Архангельская область, Ненецкий АО, Республика Коми;
- Западно-Сибирская область, куда входят Ямало-Ненецкий АО и Красноярский край.
- Восточно-Сибирская область, куда входит Республика Саха;
- Дальневосточная область, куда входит Чукотский АО.

2. Исследование природно-климатических и других условий Арктической зоны позволило выделить четыре группы факторов, оказывающих влияние на формирование архитектуры НИО и требующих применения специальных архитектурных приёмов:

- природно-климатические факторы,
- строительные факторы,
- антропогенные факторы,
- психофизиологические факторы.

3. В результате анализа действующих НИО в Арктическом и Антарктическом регионах был определен ряд специальных архитектурных

приёмов снижения действия экстремальной среды, которые затем были сгруппированы в 5 принципов формирования архитектуры полярных НИО:

- принцип природно-климатического формообразования,
- принцип оптимизации технологических процессов,
- принцип устойчивости,
- принцип гуманизации внутренней среды,
- принцип автономности.

К принципу природно-климатического формообразования относятся приемы:

- приём применения атмосферостойких материалов
- приём устройства скосов в ограждающих конструкциях
- приём управления атмосферными потоками,
- приём сохранения вечномёрзлых грунтов.

К принципу оптимизации технологических процессов относятся приемы:

- приём строительной целесообразности,
- приём предварительной сборки,
- приём внедрения производственных оранжерей,
- приём использования возобновляемых источников энергии.

К принципу устойчивости относятся приёмы

- энергоэффективности,
- приём контроля систем,
- приём экономного водопотребления,
- приём снижения влияния на среду.

К принципу гуманизации внутренней среды относятся приемы:

- приём динамического освещения,
- приём расширения рекреации,
- приём цветового насыщения,
- приём внедрения растительного разнообразия.

К принципу принцип автономности относятся приемы:

- приём автономности и самодостаточности,

- приём автоматизации.

4. Принципы формирования НИО в условиях Арктической зоны России можно подразделить на принципы, подразумевающие защиту окружающей среды от воздействия на нее продуктов деятельности человека, принципы, подразумевающие защиту человека от негативного воздействия экстремальной окружающей среды, а также принципы, учитывающие взаимодействие человека и окружающей среды.

Принципы, подразумевающие защиту окружающей среды от воздействия на нее продуктов деятельности человека:

- принцип устойчивости,
- принцип природно-климатического формообразования,

Принципы, подразумевающие защиту человека от негативного воздействия экстремальной окружающей среды:

- принцип гуманизации внутренней среды,
- принцип автономности.

Принцип, учитывающий взаимодействие человека и окружающей среды:

- принцип оптимизации технологических процессов.

### **ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СТРУКТУРЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РФ**



Третья глава посвящена созданию стратегии формирования сети научно-исследовательских сооружений<sup>29</sup> в АЗРФ. Анализ государственных стратегий развития АЗРФ, планов модернизации СМП, а также стратегии, направленные на различные аспекты и сферы деятельности в Арктике, поможет определить этапы и детали составления общего плана действий по модернизации НИО.

### **3.1. Стратегия развития и научного освоения арктической зоны РФ и экспертные предложения по ее внедрению.**

Существует достаточно большое число различных стратегий освоения и модернизации арктической зоны РФ (рис. 76 приложение А. 9). Часть из них, в т. ч. государственные, рассматривают развитие и дальнейшее освоение Арктики в целом, по многочисленным направлениям. Другие стратегии и мнения экспертов и исследователей арктического региона, касаются только отдельных сфер и направлений развития. Однако, важно рассмотреть предложения поэтапно, от более обширных, до узконаправленных, для нахождения стратегии, наиболее полно отвечающей задаче проведения обновления фонда арктических НИО и внедрения современных архитектурных принципов и приёмов.

#### **3.1.1. Стратегии развития и освоения АЗРФ**

Для Арктики, как важного в виду его географического положения, региона разработано множество стратегий развития. Основные - это государственные стратегии, на которые все другие мероприятия в Арктике: от локальных актов и стратегий арктических регионов РФ, до научных и добровольческих экспедиций, мероприятий, таких как форумы и научно-технические конкурсы, от работающих в регионе корпораций, медиа- и некоммерческих проектов. Немаловажны и стратегии, направленные на развитие СМП, являющегося центральным транспортным объектом северных широт, благодаря внедрению и реализации

---

<sup>29</sup> Значение термина приведено в словаре терминов.

которых происходит не только обновление самого СМП, но и причастных к нему портов, городов и территорий. Наконец, существует достаточно большое количество частных стратегий, предусматривающих развитие Арктики в некоторых её аспектах, наиболее важными для данной работы из них всех являются наукоёмкие стратегии (рис. 76 приложение А. 9).

Главными государственными документами, регулирующими стратегии развития и освоения АЗРФ, являются указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» и указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». В этих документах особое внимание уделяется развитию Арктики как стабильной территории с высоким качеством жизни, развитию СМП, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, а также защите среды обитания коренных малочисленных народов севера (далее КМНС). Кроме того, отмечена необходимость развития инфраструктуры, науки и технологий в интересах освоения региона, развитие международного сотрудничества (рис. 76 приложение А. 9).

Подобная глобальная стратегия рассматривает решение арктических проблем и развитие начатых проектов в общем, видя регион как потенциально перспективный, ещё не исчерпавший всего своего потенциала. Однако, его развитие должно проходить с вниманием ко всем особенностям региона: и к тем, что необходимо сохранить, как культура КМНС или хрупкая экосистема, так и к тем, что невозможно игнорировать и что могут стать серьёзной проблемой при халатном отношении к ним - это, как уже было не раз отмечено, экстремальные средовые условия.

Очевидно, что СМП является одной из центральных частей стратегии развития АЗРФ. Являясь уникальным североширотным транспортным коридором, СМП также и мощный драйвер развития арктических территорий, по которым проходит. В настоящее время в рамках модернизации гидрометеорологического

обеспечения СМП уже установлены 5 АМС, 30 АМК [23 с. 853], возведено 24 новых здания НИС за последние 15 лет [77]. Кроме того, развитие СМП является частью государственных программ: «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (ред. от 31.08.2017 г.) и «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры до 2024 года» (проект «Северный морской путь»). Другие части последней программы, например, федеральный проект «Морские порты России» так же затрагивают вопрос модернизации инфраструктуры АЗРФ: обновлению подвергнутся порты Мурманска, Диксона, Дудинки. Проекты «Развитие региональных аэропортов и маршрутов» и «Коммуникации между центрами экономического роста» решают вопросы реконструкции арктических аэропортов и строительства дорог (рис. 76 приложение А. 9).

Однако, при всей своей транспортно-логистической и экономической привлекательности, в настоящее время СМП имеет ряд нерешенных проблем, тормозящих его развитие, связанных в том числе с состоянием городов и населенных пунктов, расположенных вдоль его трассы [89]. К ним относятся:

- Критическое состояние производственной и материально-технической сфер портов;
- критическое уменьшение количества НИС и, соответственно, снижение диапазона и масштаба гидрометеорологического мониторинга, ледовой информационной системы;
- практически разрушенная система научно-оперативного обеспечения арктического судоходства;
- недостаточное количество широкомасштабных геологоразведочных работ в регионе;
- остро стоящая проблема исчерпания ресурсов в моногородах.

Многие опорные пункты вдоль трассы СМП в настоящее время не способны отвечать современным требованиям в условиях глобальных вызовов, не справляются с возрастающим грузопотоком и имеют сильно устаревшую

инфраструктуру. Такие пункты, как Диксон, Амдерма, Тикси и Певек уже решили задачи, для которых были построены, исчерпали свой "моноресурс", и их существование и ценность для СМП сейчас находится под вопросом [32].

Видно, что первичное внимание при развитии СМП обращено в том числе и на его опорные города: здесь и строительство новых, отвечающих современным требованиям, портов, и проведение мероприятий, направленных на изменение вектора развития моногородов.

Говоря об этих стратегиях немаловажно упомянуть, что к настоящему моменту государственные стратегии развития АЗРФ прошли несколько этапов. Первый этап был завершен в 2015-ом году: утвержден проект развития СМП и начаты работы по обновлению и реконструкции его действующих портов, продолжены работы в новом порту Сабетта, реализованы ресурсно-энергетические проекты. Начаты работы по обновлению и модернизации инфраструктуры аэропортов, автомобильных и ж/д сообщений. Проведены работы по обновлению ледокольного флота [28 с. 258]. На втором этапе, завершенном в 2020-ом году, были сделаны следующие работы: завершение продления срока эксплуатации некоторых действующих АЭС и введена в эксплуатацию плавучая АЭС в Певеке, продолжены работы по расширению ресурсно-энергетической базы, продолжены работы по модернизации арктических портов. Проведены работы по расширению ледокольного флота и аварийно-спасательных судов, завершено строительство ледостойкой самодвижущейся платформы "Северный полюс" [28 с. 262].

Говоря о прочих стратегиях развития Арктики, нужно отметить, что помимо классических, направленных на освоение углеродных, в большей степени, ресурсов стратегий, существуют и критикующие их взгляды. Много внимания в таких предложениях уделяется, в соответствии с направлениями, заданными госстратегиями, устойчивому развитию, снижению антропогенной нагрузки и всестороннему развитию региона, который может предложить много других уникальных ресурсов, помимо углеводородов (рис. 76 приложение А. 9).

В настоящее время большая часть стратегий и предложений по развитию базируется на ресурсно-сырьевой концепции освоения Арктики, где основополагающим драйвером развития является добыча углеводородов, направленная на развитие отечественной экономики [63 с. 132]. При такой стратегии внимание и инвестиции направляются на поиск и разработку новых месторождений, строительство добывающей, обслуживающей и транспортирующей инфраструктуры. Но подобные концепции, по мнению экспертов, нерациональны в долгосрочной перспективе, т.к. не способствуют устойчивому развитию не только АЗРФ, но и России в целом [64 с. 135]. По мнению других экспертов, ключ к освоению и развитию Арктики лежит в изменении отношения к региону как к "энергетической мега-системе, являющейся составной частью глобального миропорядка, как к совокупности глобальных энергетических потенциалов, заложенных в регионе: территория, минералы, ресурсы, биоресурсы, воздух, пресная вода, транспортная инфраструктура" [41].

По мнению экспертов, [64 с. 130] развитие АЗРФ предполагает развертывание инновационной стратегии освоения региона – программно-целевого подхода (рис. 76 приложение А. 9). Она направлена на комплексное развитие его ресурсной базы, опирающееся на наукоемкие, природосберегающие технологии и сохраняет благоприятные условия жизни населения, особенно КМНС. Такая стратегия предполагает всестороннее и сбалансированное развитие арктического региона, куда входит развитие не только энергетическо-ресурсной базы, но всей деятельности человека [64 с. 135]. В основе подхода лежит создание стратегий социально-экономического развития с опорой на государственную стратегию, включающих конкретные задачи по достижению поставленной цели. При этом такой подход должен быть направлен на решение конкретных народнохозяйственных проблем [64 с. 138]. При этом, эксперты отмечают значимость баланса между выполнением масштабных проектов развития региона и устойчивым развитием, потому цель комплексного развития АЗРФ формулируют как "переход к новому качеству функционирования этой зоны как территории устойчивого развития". При этом, помимо прочих социально-

экономических аспектов, заявленная устойчивость включает соблюдение природоохранных и экологических норм и использование энергоэффективных технологий, мероприятия по развитию объектов инфраструктуры СМП, снижения объёмов "северного завоза", внедрения комплекса мер по гидрометеорологическому и навигационному обеспечению [65 с. 150].

Кроме того, экспертами отмечаются следующие аспекты реализации стратегий: обращение внимания на масштабное загрязнение Арктики и необходимость применения "специальных технологий, оборудования и материалов, адаптированных к арктическим условиям и обеспечивающим минимизацию негативного воздействия на окружающую среду" [41 с. 165].

Однако, в рамках данной работы, ключевое место отводится наукоёмким стратегиям развития Арктики (рис. 76 приложение А. 9). В них отмечается, что переход к устойчивому развитию невозможен без научной базы. Здесь эксперты видят приоритетной задачу по развитию исследований, направленных на углубление и расширение научных знаний об Арктике [41 с. 166]. Более того, утверждается, что научные исследования должны присутствовать во всех аспектах деятельности в регионе [41 с. 167]. С таким утверждением согласен и ряд других экспертов, утверждающих, что в основе широкомасштабного экономического освоения Арктики лежит научная база. Научное освоение региона, выраженном в исследовании региона и развитии новых технологий, один из ключей к успешному освоению Арктики [13 с. 58]. С этим согласен эксперт Н. И. Комков, кто видит статус российской Арктики как "международной научно-исследовательской лаборатории по вопросам экологической и климатической безопасности, эффективного использования ресурсов, комплексного освоения региона и сотрудничества его участников" [41 с. 167]. С необходимостью выводить на первый план информационно-научное развитие при освоении территорий был согласен и северовед Космачев К. П., цитировавший академика Ферсмана А. Е. «на пути освоения отдельных территорий лежит прежде всего научное овладение ими» [42].

Таким образом можно говорить о важной роли наукоёмких стратегий, которые утверждаются как первоочередные при процессе развития ещё не освоенных территорий и как опорные при развитии уже обжитых территорий, и особенно тех, что пострадали в ходе освоения или пришли в упадок.

Стоит добавить, что исследуемые в данной работе НИО имеют прямую и прочнейшую связь с наукоёмкими стратегиями освоения Арктики. Как уже было сказано выше, суровые природно-климатические условия региона накладывают отпечаток на характер любой деятельности в регионе, а на научную, метеорологическую, особенно. Как известно, характер метеорологических наблюдений предполагает снятие данных каждые 3 часа - вне зависимости от погодных условий. Другая научная деятельность, будь то геологоразведка или сельскохозяйственные работы, например, по реинтродюции овцебыков, также предполагают проведение работ на открытом воздухе, часто в дикой, достаточно удаленной от населенных пунктов, местности. Именно разработка, а затем и возведение современных НИО будет важнейшей опорой при проведении наукоёмкого развития Арктики, так как позволит проводить изыскания с меньшим риском для здоровья.

### **3.1.2. Концепция каркасно-кластерного подхода как часть стратегий по развитию Арктической зоны.**

Первым шагом по реализации означенных стратегий, по мнению экспертов, является "Концепция каркасно-кластерного подхода к зонированию Арктической зоны" [78] (рис. 77 приложение А. 9). В концепции заложена идея развития каркасов зон АЗРФ: транспортного, энергетического и социального. Второй шаг: "выделение опорных зон развития, которые смогут естественным образом опереться на уже созданный (и создаваемый) транспортный и энергетический каркас арктического макрорегиона" [78].

**Первый шаг в структурном анализе и классификации регионов АЗРФ предложен** в исследовании Пилясова А. Н [58]. В первую очередь он делает

градацию субъектов АЗРФ по их связям с СМП. Так наиболее включенными эксперт называет Ненецкий АО, Чукотский АО и Мурманскую область, чьи муниципальные образования являются приморскими и ориентированными на совместное с СМП развитие. Далее следует Ямало-Ненецкий АО, впрочем, важно обратить внимание и на то, что многие эксперты отмечают значительную специализацию АО на нефтегазовой промышленности, благодаря которой округ имеет высокие показатели социально-экономического роста. Следующими Пилисов помещает Архангельскую область и Красноярский край, обладающие всего несколькими крупными портовыми опорными базами. Последними значатся Республики Карелия и Саха, не имеющие стратегически важных портов-баз (рис. 77 приложение А. 9).

При этом, по исследованиям эксперта, Европейская область имеет наибольшие значения общего и городского населения, на Мурманскую и Архангельскую области приходится 60% общего населения и более 65% городского. Наибольшая урбанизация наблюдается в Красноярском крае, Мурманской и Архангельской областях.

Одним из пунктов стратегии экспертом выдвигается задача выравнивания различий между муниципальными образованиями региона. Обосновывается это заметными контрастами внутри регионов: отрыв таких чукотских баз как Анадырь и Певек по развитию от других населенных пунктов округа или заметное отставание Новодвинска и Онежского района от соседних образований Архангельской области.

Другой пункт стратегии предусматривает формирование единой сети приморских муниципальных образований, связанной общими межрайонными связями и модернизирующими мерами в сферах инфраструктуры и институализации. Этот пункт значительно соответствует идее развития АЗРФ, обозначенной в стратегии развития до 2035 года [58 с. 752]. При этом интеграция каждого образования должна иметь взаимосвязь с типом конкретного района. Так, например, эксперт видит необходимость группировки части районов по этническому принципу через создание центров федеральной Ассоциации КМНС,



где будет происходить обмен традиционными практиками и компетенциями, с сохранением национальной идентичности (рис. 77 приложение А. 9). В то же время городские районы Европейской области, например, Мурманск, тяготеют к вектору развития городов европейского Севера (Торсхавн, Рейкьявик, Тромсё, Будё, Лулео [32]), а агропромышленные центры Архангельской области и Республик Карелия схожи по развитию деятельности с приморскими поселениями Республики Саха. Взаимодействие между собой географически удаленных районов будет действовать в целом на укрепление целостности развития АЗРФ.

В части наукоёмкого развития эксперт подчеркивает, что место исследований и получения знания должно быть приближено к месту его приложения. Реализовать это можно путём создания местных инновационных центров в тесной связи с типом города. Например, в крупных университетских городах создание может идти с опорой на уже существующие научные учреждения.

**Второй шаг каркасно-кластерной стратегии** подразумевает внедрение мероприятий по проведению спасения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также создание опорных баз, в т.ч. как частей СМП. О выявлении опорных баз говорится и в стратегиях, утвержденных в субъектах АЗРФ. В частности, в стратегии развития Красноярского края особое внимание уделяется маркировке опорных пунктов. Так, к опорным населенным пунктам АЗ Красноярского края относятся [3]:

- населенный пункт, с которым связана логистическая деятельность крупных компаний;
- место базирования стратегических объектов: объекты МЧС, Минобороны, ТЛУ (порт СМП и/или аэропорт);
- административный центр района, городского поселения, центр соцобеспечения;
- пункт, находящийся близ ресурсных баз, с перспективами хозяйственного освоения прилегающих территорий.

Так, по перечисленным критериям, опорными пунктами Красноярского края являются: Норильск, Дудинка, Хатанга, Караул, Диксон, Игарка, Бор и Светлогорск, Тура.

Продолжая тему опорных пунктов АЗРФ, необходимо отметить процесс изменения профиля многих городов и населенных пунктов региона. Из индустриальных, ориентированных на промышленное освоение ресурсов, они меняют специализацию на сервисные и инновационные центры наук и предоставления услуг [59] (рис. 78 приложение А. 9). Надо сказать, что описание этого процесса, применимо к городам зарубежной Арктики, было сформулировано исследователем Ли Хаски и названо "гипотеза Джека Лондона" [123]. Гипотеза подразумевает, что для арктических городов, возникших в результате промышленного освоения близлежащего месторождения, так или иначе наступает момент исчерпания ресурсов, но за время расцвета город успевает развить экономическую базу, которая позволит ему существовать дальше уже независимо от месторождения. Эта гипотеза, по мнению экспертов, может быть применена на территории АЗРФ, как для все ещё крупных промышленных пунктов, так и для тех, что находятся на уровне угасания после исчерпания ресурсов [31]. Гипотезу подтверждает и утверждение Кругмана П., о более выгодном размещении новых видов деятельности и социокультурных центров в уже существующих опорных пунктах, нежели в создании новых городов для новых условий [129].

Однако, важно отметить, что эта гипотеза описывает судьбу не каждого моногорода, и примером обратной ситуации является город Красноярского края Игарка (рис. 78 приложение А. 9). В случае этого города "месторождением" стало уникальное географическое положение, дававшее возможность экспортировать лесоматериалы водным путем, но со временем потерявшее свою актуальность. С утратой своего значения как транспортно-логистического узла, Игарка потеряла население, инфраструктуру и значимые объекты в структуре города. По словам эксперта Замятиной Н. Ю., опыт развития Игарки значительно уточняет теорию Хаски Л.:

- для постиндустриального развития может быть применено два сценария: центр массового производства или город-база.
- для постиндустриального развития необходимы услуги не просто социокультурные, но услуги, направленные на дальнейшее развитие и освоение территории.

Анализируя нынешнее положение городов и населенных пунктов, эксперты выделяют разные типы. Так, существует ряд крупных городов: Архангельск, Мурманск, Норильск. Это первые по численности населения, а, значит, и объемам развития инфраструктуры, города в мировой Арктике, и по мнению экспертов, это "важное преимущество российского сектора Арктики с точки зрения новой экономики знания, ориентированной прежде всего на городские центры" [59]. Также крупными городами, чье население превышает 100 тысяч человек, это Ноябрьск, Новый Уренгой и Воркута, за ними следуют города Мурманской области и Ямало-Ненецкого АО. Пилясов А. Н. приводит следующие типологию:

- крупные административные и/или университетские центры со средне развитым промышленным сектором;
- моногорода, расположенные при ресурсных месторождениях со значительной долей вахтового труда, со значительными вложениями в образование;
- города на побережье, для которых функция порта является экономически определяющей.

Далее Пилясов А. Н. представляет сценарии развития определенных типов:

- первый тип может быть развит в полноценные университетские центры, чья научная деятельность будет охватывать значительные территории вокруг;
- моногородам необходимо разнообразить свою социальную и экономические среды в контексте более устойчивого развития;

- портовые города должны быть обновлены по интеллектуально-логистическому пути, созданию центров комплексной безопасности и объектов прогнозирования и мониторинга.

Развивает тему типологии и специализации населенных пунктов Арктики и Замятина Н. Ю [32]. По её мнению, арктические города в полной мере не являются моногородами: из-за суровых условий региона, значительной удаленности от более развитых центров и отсутствия плотной сети поселений, такие города вынуждены развивать в своей структуре социально-культурные функции. Она так же подчеркивает, что в настоящее время высокие темпы развития показывают крупные административные центры (Мурманск и Архангельск) и университетские города (Апатиты, Норильск).

По её мнению, яркий пример зарубежного арктического города, успешно преодолевшего кризис истощения месторождения и перешедших на новый виток развития, является Фербанкс на Аляске, США. Бывший базой золотодобычи в начале XX века, сейчас это административный и крупный университетский центр, выполняющий транспортно-логистические функции и имеющий необходимую социально-культурную базу для жителей. Схожую трансформацию и изменение специализации демонстрирует Архангельск и города Западно-Сибирской области: Сургут, Нижневартовск, Когалым, Ноябрьск.

Особое внимание эксперт уделяет наукоемкому развитию городов и населенных пунктов Арктики (рис. 78 приложение А. 9). Замятина Н. Ю. считает, что внимание к региону и его развитие напрямую связано с возрождением научных форпостных баз. Их потенциал значителен, особенно в постиндустриальном развитии моногородов. По её мнению, "деятельность сервисных, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в городе-базе может способствовать вводу в эксплуатацию новых и расширению старых ресурсных проектов" [32]. Научное развитие будет способствовать повышению эффективности и развитию новых ресурсных проектов, что в свою очередь способно поддерживать рост экономики не только опорной пункта, но и прилегающих к нему территорий [32, с.13]. С тем эксперт подчеркивает, что

новые научные структуры не должны заменять уже существующие, но дополнять их, и идеальным примером такого развития приводит Арктический научно-исследовательский центр при университете в Фербанксе. Также эксперт приводит другие возможные сценарии научного развития Арктики: научно-прикладные специализации в зависимости от места расположения опорного пункта и исследования в сфере полярного с/х и развития местного производства. По мнению эксперта, эти отрасли могут повысить уровень образования населения и стать прочной основой существования самих опорных пунктов Арктики.

### **3.1.3. Архитектурная стратегия по развитию научно-исследовательских объектов в АЗРФ**

По мнению экспертов, [43 с. 424] в настоящее время в АЗРФ привычная ранее среда проходит этапы изменения на технологическом, институциональном и экономическом уровнях и комплексному развитию региона необходимо программно-целевое управление. Так, на экономическом уровне изменения касаются нефтегазовой промышленности, морской разведки и освоения морских объектов сырья становится инновационным, наукоёмким и высокотехнологичным процессом, чего ранее не было.

В результате анализа стратегий развития АЗРФ, было установлено, что наиболее приоритетной в рамках данной работы является наукоёмкая стратегия развития и кластерный подход. Методом экстраполяции трендов и экспертных оценок были выявлены следующие аспекты дальнейшего развития исследуемой территории (рис. 79 приложение А. 9):

- Необходимо провести объединение общих по развитию регионов по всей АЗРФ и провести выравнивающие мероприятия в сфере развития опорных пунктов регионов;
- выявить точки роста и опорные пункты в регионах АЗРФ;
- провести градацию по необходимости и масштабам развития, а также сопоставить пункты с похожими объектами в других регионах.

Исходя из обозначенных мероприятий и данных, приведенных в стратегиях, можно говорить о следующих особенностях регионов АЗРФ (рис. 79 приложение А. 9):

- Европейская область АЗРФ значительно более развита в городском, архитектурном, транспортном, производственном, инфраструктурном и энергетическом аспектах, нежели 3 другие зоны;
- в Западно-Сибирской области находится ЯНАО, заметно опережающий по промышленному и ресурсодобывающему развитию другие регионы;
- при этом, Сибирские и Дальневосточная области составляют примерно 85% всей площади АЗРФ, тогда как на Европейскую область приходится около 15% общей площади;
- заметно важнейшее геополитическое противоречие: наиболее развитые и транспортно доступные районы являются лишь малой частью всей АЗРФ, тогда как азиатская часть АЗРФ, являющаяся наиболее обширной, не имеет крупных городов, труднодоступна и малоразвита;
- в АЗРФ ярко выражены уникальные по месторождениям регионы, требующие развития в научно-прикладной сфере: геологический щит Кольского полуострова, устоявшиеся рыбоводческие и морские биологические центры в Карелии, отдаленные архипелаги и природные парки с уникальными природно-климатическими условиями и экосистемами, районы народного промысла в Красноярском крае и Республике Саха, пункты мерзлотоведения в Сибирской области, нефтегазовые районы в Ненецком и Ямало-Ненецком АО, золотодобывающие районы в Чукотском АО (рис. 80 приложение А. 9);
- на территории всей АЗРФ сеть гидрометеорологического наблюдения не имеет достаточного количества станций, а здания существующих являются ветхими и устаревшими, и нуждаются в проведении обновления и расширения для улучшения навигации по СМП;

- на территории всей АЗРФ присутствует большая доля угасающих моногородов, исчерпавших свой ресурс и нуждающихся в смене направления деятельности и новых точках роста.

На основании вышеперечисленного было составлено следующее предложение по развитию целостной системы арктических НИО, решающее поставленные проблемы архитектурными методами (рис. 79 приложение А. 9):

- Обновление существующих зданий НИС и проектирование и строительство новых зданий НИС в рамках сети гидрометеорологического наблюдения Росгидромета;
  - проектирование и строительство НИЦ для поддержки и сохранения уникальных традиций и культуры КМНС;
  - проектирование и строительство НИЦ как новой точки притяжения и роста в угасающих моногородах;
  - проектирование и строительство специализированных НИС для обеспечения развития уникальных месторождений и природных объектов;
  - развитие существующей университетской базы в Европейской области, путем проектирования и строительства новых НИЦ как для включения в уже существующие научные подразделения, так и как самостоятельные учебные единицы;
  - проектирование и строительство НИК, как научных "ядер" для объединения регионов между собой.

### **3.2. Структурные модели научно-исследовательских объектов в АЗРФ**

Стратегия наукоёмкого развития АЗРФ, определенная выше как наиболее приоритетная для развития архитектуры НИО, предполагает поэтапную структуру внедрения и перечень НИО, способных всесторонне решить поставленные задачи. Ниже приводится рабочий перечень НИО и их подтипы, их основные параметры,

составы зон и помещений (прил. Б., табл. 26-28). Подобные структурные модели являются логическим продолжением исследований принципов и приёмов формирования архитектуры полярных НИО, и являются важной частью не только наукоёмкой стратегии развития АЗРФ, но также и стратегии обновления фонда арктических объектов Росгидромета и сети НИО. Перечень объектов был составлен с учетом предложения по развитию целостной системы арктических НИО, и направлен на всестороннее развитие арктического региона с вниманием ко всем его особенностям.

**Научно-исследовательская станция** – это небольшой, структурно наиболее компактный объект, предназначенный в основном для решения задач по обновлению сети гидрометеорологического наблюдения. Является достаточно мобильным НИО, который может быть расположен во всех четырёх областях АЗРФ - подобная гибкость необходима для всестороннего развития региона (рис. 81 приложение А. 10). Предусмотрены следующие подтипы НИС:

*Полуавтоматическая НИС.* Самый компактный объект, предназначенный для размещения в наиболее суровых и отдаленных регионах Арктики. Особенностью такой НИС является сезонность: летом она принимает научных работников, проводящих точечные исследования, а в зимний период функционирует как АМС. Рассчитана на контингент в 2-4 человека. Решает задачи обновления сети гидрометеорологического наблюдения и сохранения здоровья людей, избавленных от необходимости зимовать в экстремальных условиях.

*Стандартная гидрометеорологическая НИС.* Основной подтип НИС. Решает наиболее важную задачу замены устаревших НИС фонда Росгидромета на всей территории Арктики, а также дополнения сети наблюдения новыми объектами, необходимым для улучшения навигации по СМП. Предназначена для круглогодичной автономной работы на значительном удалении от населенных пунктов, однако может быть расположена и в городской черте. Рассчитана на контингент до 20 человек в летний период, который может сокращаться до 4



человек на время зимовки. Предоставляет все условия для комфортного проведения научных наблюдений и изысканий.

*Расширенная НИС.* От стандартной гидрометеорологической НИС отличается решением узконаправленных задач по развитию научно-прикладных сфер, сопряженных с уникальными местами или по развитию местного сельского хозяйства. Подобная специализация предполагает уникальный проект каждой НИС, с возможным внедрением экспериментального производства, расширением лабораторий по типу деятельности (оранжерейный комплекс, садки морской культуры). Предназначена для круглогодичной автономной работы, однако может быть расположена и в городской черте. Рассчитана на контингент от 20 до 70 человек в летний период, который может сокращаться до 10 человек на время зимовки.

**Научно-исследовательский комплекс.** Структурно наиболее крупный и сложный объект, предназначенный для решения глобальной задачи осуществления пространственных связей между регионами АЗРФ (рис. 82 приложение А. 10). Становится связующим ядром научных исследований региона, может становится центром управления НИС региона. Число НИК гораздо меньше, чем НИС. Предусмотрены следующие подтипы НИК:

*Комплексное поселение.* Наиболее крупное НИО, предназначенное для расположения строго в Европейской области АЗРФ. Это обуславливается как специализацией Мурманской и Архангельской областей на университетских центрах, так и сравнительно более мягким климатом, что позволит устраивать НИО, состоящее из нескольких десятков отдельных зданий. Поселение ориентировано на связь с университетскими центрами и проведение научных изысканий широкого спектра. Функционально наиболее развитый объект может включать множество различных экспериментальных производств и лабораторий (в том числе, крупных радио- и астрофизических лабораторий), собственных транспортных сооружений и мини электростанций. Предназначено для круглогодичной автономной работы. Рассчитано на контингент от 100 человек в летний период, который может сокращаться до 20 человек на время зимовки.

*Комплекс-здание.* Объект, предназначенный для суровых условий Сибирских областей АЗРФ и для решения задачи связи между собой НИС и научных мероприятий региона. Расположение в сибирских областях обусловлено специализацией ЯНАО на наукоемкой нефтегазовой промышленности и моногорода Норильска в Красноярском крае, а также значительной неразвитостью более восточных областей АЗРФ, где располагать НИК нецелесообразно. Суровые природно-климатические условия предполагают возведение единого большого комплекса, что будет оберегать научных сотрудников от необходимости излишнего пребывания на открытом воздухе. По функциональному разнообразию сопоставим с комплексом-поселением. Предназначен для круглогодичной автономной работы. Рассчитан на контингент от 100 человек в летний период, который может сокращаться до 20 человек на время зимовки.

**Научно-исследовательский центр.** Объект, предназначенный для решения важной задачи развития опорных пунктов АЗРФ и поддержки КМНС. Может как поддерживать успешно идущее развитие опорного пункта, так и становиться необходимым драйвером развития для моногородов, исчерпавших свой ресурс (рис. 83 приложение А. 10). Размещается строго в городской черте, не имеет жилой зоны, но осуществляет образовательные и учебные функции. Предусмотрены следующие подтипы НИЦ:

*Университетский центр.* Наиболее крупный НИЦ, предназначенный для расположения строго в Европейской области АЗРФ. Это обуславливается наличием в Мурманской и Архангельской областях крупных университетских городов. Расширение и усложнение научной деятельности в таких городах существенно повлияет на их развитие по пути зарубежных университетских городов. Наиболее сложный и функционально развитый объект среди прочих НИЦ. Предназначен для круглогодичной работы. Рассчитан на контингент от 100 до 300 человек.

*Учебно-просветительский центр.* Сравнительно более компактный и гибкий в размещении объект, предназначенный для всех областей АЗРФ. Решает важную задачу возрождения моногородов, исчерпавших ресурс и нуждающихся в

новых драйверах развития и переориентации деятельности. Просветительский НИЦ становится новой доминантой города, стимулирует развитие и дает необходимую поддержку социокультурной сфере. Обладает ограниченным составом функциональных зон и рассчитан на вмещение не более 100 человек одновременно. Предназначен для круглогодичной работы.

*Культурный центр КМНС.* Объект, предназначенный для сохранения самобытных традиций культур КМНС, поддержки и развития, а также установки межэтнических контактов. Может быть расположен во всех областях АЗРФ, с ориентацией на расселение и проживание этнических общин. Гибкий по функциональной структуре и размерам, подстраивается под нужды конкретного региона и общины КМНС. Предназначен для круглогодичной работы. Рассчитан на контингент от 10 до 150 человек.

### **3.3. Этапы формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ**

Для проведения современного обновления фонда существующих НИО на территории АЗРФ, а также для внедрения наукоёмкой стратегии обновления региона, важно предусмотреть следующие этапы (рис. 84 приложение А. 11):

**Подготовительный этап.** Анализ состояния существующих НИО, поиск ключевых опорных пунктов по ходу трассы СМП.

**Первый этап.** Для НИС: Замена наиболее ветхих работающих НИС на новые здания и размещение ряда АМС на островах отдаленных архипелагов.

Для НИК: Размещение НИК в ключевых опорных пунктах: порту Сабетта в ЯНАО, в пригороде Норильска Талнахе и в Беломорском районе Республике Карелия.

Для НИЦ: Создание просветительских центров в таких опорных пунктах как: Амдерма, Нарьян-Мар, Игарка, Дудинка, Диксон, Тикси, Хатанга, Певек и Анадырь. Создание ряда центров культуры КМНС при наиболее крупных этнических общинах.

**Второй этап.** Для НИС: Расконсервация закрытых НИС, расположенных в ключевых с точки зрения гидрометеорологических наблюдений местах, полная замена старых зданий на новые НИС или АМС.

Для НИК: Создание ядер НИК, связующих на уровне региона опорные пункты, расположенные вдоль трассы СМП в Европейской и Западно-Сибирской областях.

Для НИЦ: Создание ряда университетских НИЦ в городах Европейской области: Мурманске, Апатитах, Архангельске. Создание ряда центров культуры КМНС при средних этнических общинах.

**Третий этап.** Для НИС: Создание принципиально новых расширенных НИС, ориентированных на развитие местных уникальных месторождений или традиционных промыслов с привязкой к опорным пунктам.

Для НИК: Создание ядер НИК в Восточно-Сибирской и Дальневосточной областях. Создание плавучих НИК.

Для НИЦ: Создание ряда центров культуры КМНС при малых этнических общинах.

В результате поэтапного проведения данной стратегии АЗРФ будет выведена на качественно новый уровень наукоёмкого развития и освоения. Будут даны драйверы развития для малых пунктов вдоль трассы СМП, стимулировано развитие самого СМП.

### **3.4. Внедрение проектных предложений для различных типов НИО на основе разработанных принципов, приемов и структурных моделей.**

Для наиболее полноценной иллюстрации проведенного исследования, апробации принципов и приёмов архитектурного формообразования НИО в АЗРФ и подкрепления разработанной стратегии конкретными объектами, были разработаны следующие проекты различных по типам, специализациям и расположению проекты (рис. 85 приложение А. 12).

1. Проект полуавтоматической НИС Observepoint. Arctic (рис. 86 приложение А. 12). Станция рассчитана на 4 научных сотрудников, кто находится

на станции в летнее время. В зимний период станция работает как АМС. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (аэродинамическая форма, сохранение вечной мерзлоты), устойчивости (компактный объем, возобновляемые источники энергии) и автономности (приемы самодостаточности и автоматизации).

2. Проект НИС "Сияние" (рис. 87 приложение А. 12). Станция рассчитана на 20 научных сотрудников, может работать круглогодично. Располагается в непосредственной близости от поселений. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (аэродинамическая форма, сохранение вечной мерзлоты), устойчивости (компактный объем, возобновляемые источники энергии), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон) и автономности (прием самодостаточности).

3. Проект НИС "Лантерна прибрежная" (рис. 88 приложение А. 12). Станция рассчитана на 20 научных сотрудников, может работать круглогодично. Располагается в отдаленных морских регионах, на побережье СЛО. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (аэродинамическая форма, скосы в ограждающих конструкциях, атмосферостойкое покрытие), устойчивости (возобновляемые источники энергии), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон, расширение рекреации) и автономности (приемы самодостаточности).

4. Проект НИС при ферме овцебыков (рис. 89 приложение А. 12). Станция рассчитана на 13 научных сотрудников, может работать круглогодично. Располагается в отдаленных тундровых регионах западносибирской зоны. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (скосы в ограждающих конструкциях, атмосферостойкое покрытие, сохранение вечной мерзлоты), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон, расширение рекреации) и автономности (приемы самодостаточности).

5. Проект НИС Ice shell в Чукотском АО (рис. 90 приложение А. 12). Разработан студенткой Байковой Н. Станция рассчитана на 15 научных сотрудников, может работать круглогодично. Располагается в непосредственной близости от села Нешкан в Чукотском АО. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (аэродинамическая форма, атмосферостойкое покрытие, сохранение вечной мерзлоты), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), устойчивости (возобновляемые источники энергии), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон, расширение рекреации) и автономности (приемы самодостаточности).

6. Проект НИК Этерна (рис. 91 приложение А. 12). Комплекс рассчитан на 200 научных сотрудников, может работать круглогодично. Располагается в непосредственной близости от поселка Сабетта в ЯНАО. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (скосы в ограждающих конструкциях, атмосферостойкое покрытие, сохранение вечной мерзлоты), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), устойчивости (возобновляемые источники энергии), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон, расширение рекреации, динамическое освещение) и автономности (приемы самодостаточности).

7. Проект НИК "Лантерна плавучая" (рис. 92 приложение А. 12). Комплекс рассчитан на 200 научных сотрудников, может работать круглогодично. Предназначен для постоянного дрейфа в водах акватории СЛО. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (скосы в ограждающих конструкциях, атмосферостойкое покрытие), устойчивости (возобновляемые источники энергии), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон, расширение рекреации) и автономности (приемы самодостаточности).

8. Проект НИЦ "Маяк Арктики" (рис. 93 приложение А. 12). Центр рассчитан на приём до 50 посетителей и научных сотрудников, может работать круглогодично. Располагается в городе Тикси. В ОПК объекта включены принципы природно-климатического формообразования (скосы в ограждающих

конструкциях, атмосферостойкое покрытие, сохранение вечной мерзлоты), оптимизации технологических процессов (стальной каркас), гуманизации внутренней среды (включение зеленых зон, расширение рекреации).

### **ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3**

1. На основе анализа стратегий развития АЗРФ были определены векторы наукоёмкого развития:

- обновление существующих зданий НИС и проектирование и строительство новых зданий НИС в рамках сети гидрометеорологического наблюдения Росгидромета;

- проектирование и строительство специализированных НИС для обеспечения развития уникальных месторождений и природных объектов;

- проектирование и строительство НИК, как научных "ядер" для объединения регионов между собой.

- проектирование и строительство НИЦ для поддержки и сохранения уникальных традиций и культуры КМНС;

- проектирование и строительство НИЦ как новой точки притяжения и роста в угасающих моногородах;

- развитие существующей университетской базы в Европейской области путем проектирования и строительства новых НИЦ как для включения в уже существующие научные подразделения, так и как самостоятельные учебные единицы;

2. Для внедрения и осуществления стратегии наукоёмкого развития АЗРФ составлен перечень типов и подтипов, который включает следующие НИО:

- Научно-исследовательские станции: полуавтоматическая НИС, стандартная гидрометеорологическая НИС, расширенная НИС.

- Научно-исследовательские комплексы: комплекс-поселение и комплекс-здание.

- Научно-исследовательские центры: университетский центр, просветительский центр, центр культуры КМНС.

3. Рекомендуемая стратегия формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ, состоит из одного подготовительного и трех полномасштабных этапов.



## ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Историческое развитие арктических и антарктических НИО можно условно разделить на 4 основных этапа:

- 1-ый этап (конец XIX века - начало XX века);
- 2-ой этап (первая половина XX века);
- 3-ий этап (вторая половина XX века);
- 4-ый этап (XXI век).

В настоящее время в Антарктике эксплуатируются НИО третьего и четвертого этапов развития, а в Арктике – второго, третьего и четвертого этапов.

2. Отечественная практика проектирования и строительства полярных НИО отстает от зарубежных аналогов. Для неё характерно большое число не действующих объектов и малое количество примеров современной архитектуры.

Значительное число открытых в настоящее время НИО давно превысило срок

эксплуатации, остро нуждается в проведении обновления и внедрения приёмов современной архитектуры.

3. В зарубежной практике проектирования и строительства полярных НИО, отвечающих требованиям современной арктической архитектуры, широко используются специальные архитектурные приёмы формообразования и снижения воздействия экстремальных условий среды. Кроме того, для арктических стран характерно высокое типологическое разнообразие.

4. В результате комплексного анализа разнообразия состава функциональных зон, планировочных особенностей, особенности ОПК, количества научного персонала, режима работы и расположения относительно населенных пунктов существующих современных полярных НИО выявлено 3 основных типа зданий:

- научно-исследовательские станции;
- научно-исследовательские комплексы;
- научно-исследовательские центры.

5. Исследование природно-климатических и других условий арктического региона позволило выделить четыре группы факторов, оказывающих влияние на формирование архитектуры НИО и требующих применения специальных архитектурных приёмов:

- природно-климатические факторы,
- строительные факторы,
- антропогенные факторы,
- психофизиологические факторы.

6. Основой подхода к освоению человеком арктических территорий является

принцип "двойного щита", предполагающий не только защиту людей, эксплуатирующих НИО в Арктике от природно-климатических и других факторов, но и защиту арктической среды от антропогенного воздействия.

Принципы формирования НИО в условиях арктического региона России можно подразделить на принципы, подразумевающие защиту окружающей среды от воздействия на нее продуктов деятельности человека, и принципы, подразумевающие защиту человека от негативного воздействия экстремальной окружающей среды, а также принципы, учитывающие взаимодействие человека и окружающей среды.

7. В результате анализа действующих НИО в Арктическом и Антарктическом

регионе был определен ряд специальных архитектурных приёмов снижения действия экстремальной среды, которые затем были сгруппированы в 5 принципов формирования архитектуры полярных НИО:

- принцип природно-климатического формообразования,
- принцип оптимизации технологических процессов,
- принцип устойчивости,
- принцип гуманизации внутренней среды,
- принцип автономности.

8. Особенностью применения на практике сформулированных принципов является их неотъемлемое объединение и взаимосвязь между собой. Невозможно рассматривать их обособлено один от другого. Архитектура зданий и их комплексов должна быть основана на последовательной интеграции совокупности всех принципов.

9. На основе анализа стратегий развития АЗРФ были определены векторы наукоёмкого развития. Для внедрения и осуществления стратегии наукоёмкого развития АЗРФ составлен перечень типов и подтипов, который включает следующие НИО:

- Научно-исследовательские станции: полуавтоматическая НИС, стандартная гидрометеорологическая НИС, расширенная НИС.
- Научно-исследовательские комплексы: комплекс-поселение и комплекс-здание.
- Научно-исследовательские центры: университетский центр, просветительский центр, центр культуры КМНС.

Рекомендуемая стратегия формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ, состоит из одного подготовительного и трех полномасштабных этапов.

10. Плотность размещения и сложность инфраструктуры НИО на европейской части континента определяет дальнейшее ускорение развития этих объектов с более объемными архитектурными моделями зданий и сооружений по сравнению с НИО, расположенными восточнее, вдоль побережья Северного Ледовитого океана.

Освоение восточной части континента требует дальнейшего усиления внимания к этим территориям с усложнением используемых там архитектурных структур НИО. Необходимость такого подхода диктуется развитием городов и строительством объектов СМП.

11. Для нового строительства и реконструкции в дальнейшей перспективе характерно широкое внедрение архитектурных принципов и приемов НИО 3-его (конец XX в.) и 4-ого (XXI в.) этапов, значительно более совершенных по сравнению со строениями 1-ого и 2-ого этапов, что можно характеризовать как основную тенденцию в проектировании современных НИО в полярных регионах.

**Рекомендации.** Основные положения и выводы диссертации могут быть применены при разработке архитектурных решений в проектной практике для научно-исследовательских станций, комплексов и центров, а также других зданий и сооружений промышленного и общественного назначения в арктическом и антарктическом регионах. Кроме того, они могут быть учтены при разработке новых и уточнении существующих строительных нормативов. А также применены при создании учебно-методических пособий, лекционных материалов, разработке курсовых программ, и при проведении экспериментального и дипломного проектирования.

**К перспективам разработки темы** можно отнести:

- более углубленное изучение состава и особенностей зон НИО, выявление тенденций по их планировочному образованию;
- изучение принципов и приёмов архитектурного формообразования научно-исследовательских институтов в северных регионах мира и в АЗРФ;
- изучение принципов и приёмов архитектурного формообразования других общественных и промышленных зданий в арктических и антарктических регионах, сравнение с уже выявленными в данном исследовании принципами;
- исследование общих тенденций и принципов развития полярной архитектуры.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

- АЗРФ - арктическая зона Российской Федерации
- АМК - автоматический метеорологический комплекс
- АМС - автоматическая метеорологическая станция
- АО - автономный округ
- АЭ - аэрологическая станция
- ГЭС - гидроэлектростанция
- Г1, 2 - гидрологическая станция 1-ого или 2-ого разряда
- ДЭС - дизельная электростанция
- ВПП - взлётно-посадочная полоса
- ВМВ - вторая мировая война
- ЗАТО - закрытое автономное территориальное образование
- КМНС - коренные малочисленные народы Севера
- М-1, 2, 3 - метеорологическая станция 1-ого, 2-ого или 3-его разряда
- МГ-1, 2 - морская гидрологическая станция 1-ого или 2-ого разряда
- МГГ - международный геофизический год
- МПГ - международный полярный год
- МС - метеорологическая станция
- НИИ - научно-исследовательский институт
- НИМС - научно-исследовательская мерзлотная станция
- НИК - научно-исследовательский комплекс
- НИО - научно-исследовательский объект
- НИС - научно-исследовательская станция
- НИЦ - научно-исследовательский центр
- ОГМС - объединенная гидрометеорологическая станция
- ООН - организация объединенных наций
- ПЭС - приливная электростанция
- РАН - российская Академия наук

Росгидромет - Российская федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды

РФ - Российская Федерация

СД-1, 2, 3 - судовая гидрологическая станция 1-ого, 2-ого или 3-его разряда

СМП - северный морской путь

СССР - Союз советских социалистических республик

США - Соединенные штаты Америки

ТЛУ - транспортно-логистический узел

ЮАР - Южно-африканская республика

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

ОТЕС - Ocean thermal energy converse

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Арктика** - это регион вокруг Северного полюса, ограниченный с юга Северным полярным кругом (66,33° северной широты), включает территории семи стран: Канады, США, Дании, Норвегии, Финляндии, РФ. При этом, согласно конвенции ООН по морскому праву 1982 г., внешельфовая зона Арктики имеет международный статус.

**Арктический совет** - международная организация из семи стран, имеющих арктические территории, деятельность которой направлена на совместное развитие Арктики и сотрудничество в причастных к развитию сферах.

**Антарктика** - Антарктика (антарктический регион) - регион, примыкающий к Южному полюсу, ограниченный с севера южным полярным кругом (60° южной широты), включает материк Антарктида и прилегающие острова [39]. Не находится под суверенитетом какой-либо страны по договору об Антарктике 1959 г.

**Деградация вечной мерзлоты** - продолжительное по времени оттаивание ледяных масс без последующего замерзания, влекущее осадки грунта.

**Депривация** - неестественное состояние организма, лишённого восполнения базовых потребностей. Может быть, как физическим (сенсорная), так и психологическим (депривация сна).

**Зимовка** - проведение научных изысканий и работ полярниками на НИО в зимний период. На зимовки, как правило, количество научных работников сокращается относительно числа работающих в летний период.

**Зимник** - временная дорога, устраиваемая в зимний период из утрамбованного снега. Зачастую единственная автодорога, которая позволяет добраться в города Сибирских и Дальневосточной областей.

**Коренные малочисленные народы севера** - этнические группы, характеризующиеся постоянным проживанием на протяжении всего своего развития на северных территориях, сохраняющие традиционные культуры, религию и уклад жизни.

**Функциональная зона** - условный двумерный элемент, позволяющий разделять здание по группам помещений, объединенных по признаку выполнения в них общей функции.

**Жилая зона** - Группа помещений, предназначенная для проживания научных сотрудников. Может включать спальни, санузлы, бытовые помещения.

**Моногород** - Город, имеющий в своём составе крупное промышленное предприятие, бывшее причиной основания города, и зачастую являющееся основным местом приложения труда для жителей.

**Мостик холода** - узел в ограждающих конструкциях здания, контактирующий с внешней средой и передающий напрямую внешние температуры в интерьеры.

**Научная зона** - Группа помещений, предназначенная для проведения научных работ, экспериментов, лабораторных работ. Может включать научные кабинеты, рабочие кабинеты, офисы, лаборатории, переговорные.

**Общественно-рекреационная зона** - Группа помещений, предназначенная для отдыха. Может включать комнаты отдыха, библиотеки, бильярдные, спортивные залы и другие помещения.

**Общественно-выставочная зона** - Группа помещений, предназначенная для приема посетителей и проведения выставок. Может включать музеи и выставочные залы.

**Полярный метаболизм** - изменение природного энергообмена человека с углеводного на жировой.

**Полярная зона** - территории, расположенные за Северным и/или Южным полярным кругом.

**Полярная станция** - здание или комплекс зданий и сооружений, расположенный в полярных (Арктика и Антарктика) регионах, предназначенный для проживания и работы научных сотрудников.

**Проходные рекреационные пространства** - помещения в составе НИО, не предполагающие постоянного пребывания сотрудников и посетителей, но



предоставляющие временные рекреационные функции: атриумы, холлы, зимние сады.

**Северный завоз** - доставка продуктов питания и других товаров первой необходимости в регионы АЗРФ, сопряженная с невозможностью производства таких товаров на местах.

**Северный регион** - регион, включающий как Арктическую территорию, так и прилегающие к северному полярному кругу территории.

**Серые и черные стоки** - бывшая в употреблении вода, содержащая компоненты и примеси органического и неорганического происхождения.

**Сеть научно-исследовательских сооружений** - единая система научного мониторинга, объединяющая все НИО Арктического региона.

**Техническая зона** - Группа помещений, предназначенная для расположения техники и инженерных систем. Может включать насосную, бойлерную, дизель-генераторную, склады, венткамеры, помещения для кондиционеров, щитовые и другие технические помещения.

**Труднодоступная гидрометеорологическая станция** - согласно нормативному документу РД 52.04.700-2008 это "гидрометеорологические станции, расположенные в сложных физико-географических и суровых климатических условиях полярной, таежной, высокогорной, пустынной зоны страны, либо на необжитом острове (полуострове), вдали от крупных населенных пунктов (с сетью торговых, медицинских, школьных учреждений), с которыми отсутствует регулярная транспортная связь. Труднодоступные гидрометеорологические станции являются наблюдательными подразделениями УГМС, входят в систему Росгидромета и имеют главной задачей производство гидрометеорологических (геофизических) наблюдений и измерений уровня загрязнения воздуха, почвы и вод с целью обеспечения государственного контроля за состоянием природной среды."

**Учебная зона** - Группа помещений, предназначенная для проведения обучающих мероприятий. Может включать учебные классы, лектории, аудитории.

**Фотопериодизм** - нерегулярная смена суток в полярных регионах, характеризующаяся наличием постоянной ночи (полярная ночь) и постоянного дня (полярный день) в различные периоды года длительностью более одних суток.

**Циркадные ритмы** - биологический регулятор естественных процессов живых организмов, отвечающий за восприятие циклов смены суток.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Нормативные документы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 апреля 1994 г. № 385 «О федеральном фонде государственной финансовой поддержки завоза продукции (товаров) в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности» : [сайт] - Москва, 1994 - . - URL: <https://base.garant.ru/10103003/> (дата обращения 01/03/2022) - Текст : электронный.
2. Распоряжение правительства Российской Федерации от 21 декабря 2019 года N 3120-р «Об утверждении плана развития инфраструктуры Северного морского пути на период до 2035 года» : [сайт] - Москва, 2019 - . - URL: <https://base.garant.ru/73361725/> (дата обращения 01/03/2022) - Текст : электронный.
3. Распоряжение Правительства Красноярского края от 03.02.2023 № 81-р «Стратегия социально-экономического развития северных и арктических территорий и поддержки коренных малочисленных народов Красноярского края до 2035 год» : [сайт] - Красноярск, 2023 - . - URL: <https://base.garant.ru/406319929/> (дата обращения 01/03/2023) - Текст : электронный.
4. Указ президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» : [сайт] - Москва, 2014 - . - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70547984/> (дата обращения 01/03/2022) - Текст : электронный.
5. Указ президента Российской Федерации от 27 июня 2017 г. № 287 «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 „О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации“» : [сайт] - Москва, 2017 - . - URL: <https://base.garant.ru/70647984/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения 01/03/2022) - Текст : электронный.

6. Указ президента Российской Федерации от 13.05.2019 г. № 220 «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 „О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации“» : [сайт] - Москва, 2019 - . - URL: <https://base.garant.ru/72240880/> (дата обращения 01/03/2022) - Текст : электронный.

7. Указ президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» : [сайт] - Москва, 2020 - . - URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972/> (дата обращения 01/03/2022) - Текст : электронный.

### **Другие публикации**

8. 4.3. Арктическая зона Российской Федерации / Г. В. Алексеев, В. Ф. Радионов, Е. А. Скворцова [и др.] // Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2015 год. – Москва : Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, 2016. – С. 162-167.

9. *Азаров, А. В.* Из истории открытия и изучения Антарктиды российскими исследователями в XIX - начале XXI веков / А. В. Азаров, И. А. Вяткин, Н. Н. Барсукова // Известия Омского регионального отделения Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» : Выпуск посвящен 75-летию Великой Победы советского народа в Великой Отечественной войне, 175-летию Русского географического общества и 200-летию открытия Россией Антарктиды. – Омск : Амфора, 2020. – С. 216-220.

10. *Алексеев, Г. В.* 1.3. Анализ окружающей среды Арктической зоны РФ / Г. В. Алексеев, В. Г. Дмитриев // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 67-92.

11. *Алексеева, О. И.* Вклад академика П. И. Мельникова в развитие отечественной и мировой геокриологической науки (в 100-летию со дня

рождения) (рус.)/ О. И. Алексеева, В. В. Шепелев // Криосфера Земли : журнал. — Новосибирск, 2008. — Т. XII, № 2. — С. 3-9.

12. *Алленых, М. А.* Плавающая атомная теплоэлектростанция "Академик Ломоносов" как новый вектор развития атомной энергетики / М. А. Алленых, А. И. Анисимова // Друкерровский вестник. – 2020. – № 3(35). – С. 166-179.

13. Арктика в фокусе современной геополитики // М.Г. Делягин, В.А. Лепехин, Д.И. Орлов и др. Институт региональных проблем. — Москва, 2015. — С. 56.

14. Арктический совет : [сайт]. – URL: <https://www.arctic-council.org/ru/resources/> (дата обращения: 16. 01.2022). – Текст : электронный.

15. *Баранова, А. А.* Изменение градуированных скоростей ветра на территории России во второй половине XX века / А. А. Баранова, М. П. Голод, А. В. Мещерская // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2007. – № 556. – С. 116-138.

16. *Багнетова, Е. А.* К вопросу об адаптации организма человека к условиям жизни в северном регионе / Е. А. Багнетова, Т. И. Малюкова, С. В. Болотов // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 4. – С. 111-116.

17. *Белоусов, В. В.* Международный геофизический год // В. В. Белоусов, В. А. Троицкая. / Наука и жизнь — 1957. — № 7. — С. 27—29. — 65 с.

18. *Бикезина, Т. В.* Анализ основных показателей деятельности гидрометеорологической наблюдательной сети в арктической зоне РФ / Т. В. Бикезина, А. Ю. Панова, Е. А. Банцова // Глобальный научный потенциал. – 2020. – № 11(116). – С. 243-247.

19. *Бутаков, С. В.* Оценка потенциала солнечной энергии в условиях Крайнего Севера / С. В. Бутаков, М. А. Хвиузов, С. С. Автухов // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 72-7. – С. 76-80

20. *Бютер, А.* Функция цвета: введение в теорию цвета и определение понятий / А. Бютер // Социальные трансформации. – 2017. – № 27-28. – С. 19-40.

21. *Визе, В. Ю.* Моря Советской Арктики: Очерки по истории исследования. // Издание 1–3. – 1936. – С. 127

22. Выявленные объекты культурного наследия [Электронный ресурс] // Министерство культуры Мурманской области. URL: <https://culture.gov-murman.ru/napravleniya-deyatelnosti/okhrana-obektov-kulturnogo-naslediya/objects...> (дата обращения: 14.03.2022).

23. *Дмитриев, В. Г.* 11.1. Инфраструктура гидрометеорологических услуг / В. Г. Дмитриев // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 852-856.

24. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год / М. Ю. Бардин, В. И. Егоров, С. А. Громов [и др.]. – Москва : Государственный гидрологический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Российской Федерации, 2021. – С. 104.

25. *Дроздов, В. В.* Влияние крупномасштабных циркуляционных процессов в атмосфере на температурный режим Беломорского региона / В. В. Дроздов, Н. П. Смирнов // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2011. – № 3(89). – С. 78-88

26. *Григорьев, М. Н.* Новая арктическая научно-исследовательская станция "остров Самойловский" на Севере Якутии / М. Н. Григорьев // Наука и техника в Якутии. – 2013. – № 2(25). – С. 23-27

27. *Журавель, В. П.* Состояние и перспективы развития Северного морского пути / В. П. Журавель // Россия: тенденции и перспективы развития : ежегодник, Курск, 05–06 июня 2020 года. – Москва: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2020. – С. 213-217.

28. *Журавель, В. П.* О новой государственной политике России в Арктической зоне до 2035 г / В. П. Журавель // Европейская аналитика 2020. – Москва - Санкт-Петербург : Общество с ограниченной ответственностью "Нестор-История", 2021

29. *Замятина, Н. Ю.* Феномен урбанизации в комплексном развитии Арктической зоны / Н. Ю. Замятина, Р. В. Гончаров // Управление

инновационным развитием Арктической зоны Российской Федерации : Сборник избранных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Северодвинск, 14–16 сентября 2017 года / Составители Е.Н. Богданова, И.Д. Нефедова. – Северодвинск: Общество с ограниченной ответственностью "Консультационное информационно-рекламное агентство", 2017. – С. 167-172.

30. *Замятина, Н. Ю.* Арктическая урбанизация как фронтир / Н. Ю. Замятина // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2016. – № 3(92). – С. 114-120.

31. *Замятина, Н. Ю.* Развилки судьбы фронтирного города: уроки Игарки / Н. Ю. Замятина // ЭКО. – 2021. – № 1(559). – С. 67-92.

32. *Замятина, Н. Ю.* Северный город-база: особенности развития и потенциал для освоения Арктики / Н. Ю. Замятина // Арктика: экология и экономика. – 2020. – № 2(38). – С. 4-17.

33. *Иванов, Н. Е.* Оценка влияния климата на социально-экономическую деятельность в Северной Якутии / Н. Е. Иванов, А. П. Макштас // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2014. – № 2(100). – С. 57-74

34. *Кадонцева, И. С.* Солнечная Энергия как альтернативный источник теплоснабжения / И. С. Кадонцева, А. В. Нилова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 3(12). – С. 21-24.

35. *Казначеев, В. П.* Современные аспекты адаптации / В. П. Казначеев // Наука : Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1980. – 191 с.

36. *Каменский Р. М.* Что мы знаем о вечной мерзлоте / Р. М. Каменский // Вестник Российской академии наук. — Москва, 2007. — Т. 77, № 2. — С. 164-168.

37. *Квашина С. И.* Здоровье населения на Севере России: (Соц.-гигиен. и экол. проблемы) / С. И. Квашина // Ухт. гос. техн. ун-т. – Ухта, 2001 (ООП УГТУ). – 259 с.

38. *Климовский И. В.* К истории становления Института мерзлотоведения СО РАН / И. В. Климовский // Наука и техника в Якутии. — Якутск, 2010. — № 2 (19). — С. 50—53.

39. *Колесникова, Е. А.* Антарктика: история освоения и перспективы международного управления в XXI веке / Е. А. Колесникова // Вестник Московского университета. Серия 25: Международные отношения и мировая политика. — 2015. — Т. 7. — № 4. — С. 182-203.

40. *Колпаков, А. Р.* Приполярная медицина: итоги, проблемы, перспективы / А. Р. Колпаков, А. А. Розуменко, Л. Е. Панин // Вестник Уральской медицинской академической науки. — 2014. — № 2(48). — С. 56-59

41. *Комков, Н. И.* 2.10. Методологические подходы к решению проблем Арктической зоны РФ / Н. И. Комков, В. В. Сутягин, Н. Н. Бондарева // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. — Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. — С. 164-170.

42. *Космачёв К. П.* Пионерное освоение тайги (экономико-географические проблемы). Новосибирск: Наука, 1974. 143 с.

43. *Красулина, О. Ю.* Качество жизни населения, проживающего и работающего в Арктике / О. Ю. Красулина // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. — Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. — С. 421-440.

44. *Кузнецов, Н. М.* Развитие ветроэнергетики на Кольском полуострове / Н. М. Кузнецов // Фундаментальные исследования. — 2022. — № 9. — С. 37-41.

45. *Максимова, О. В.* Макрофитобентос Белого моря / О. В. Максимова // Система Белого моря / Российская академия наук, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. — Москва : Научный мир, 2017. — С. 378-422.

46. *Мартьянов, В. С.* Урбанизация российской Арктики: северная городская идентичность как фактор развития», в Российская Арктика в поисках



интегральной идентичности (коллективная монография), Москва: Новый хронограф, 2016, С. 112–139.

47. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации / О. А. Нагибович, Д. М. Уховский, А. Н. Жекалов [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2016. – № 2(54). – С. 202-205.

48. МС Тикси : [сайт]. – URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/polyarnaya-stanciya-tiksi-kak-rabotayut-povara-klimaticheskoy-kuhni> (дата обращения: 11.11.2022). – Текст : электронный.

49. *Мункужапов, В. Г.* Характеристики Северного морского пути / В. Г. Мункужапов, П. Л. Суворина, Н. М. Космынина // Творчество юных - шаг в успешное будущее : труды X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и её освоение», Томск, 29 мая – 02 2017 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2017. – С. 258-260

50. *Нагорнев, С. Н.* Влияние экстремальных климатогеографических факторов арктической зоны Российской Федерации на функциональное состояние коренных жителей и пришлого населения / С. Н. Нагорнев, В. К. Фролков, В. В. Худов // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2022. – № 2. – С. 53-69.

51. Национальный атлас Арктики. – Москва – АО "Роскартография", 2017. – С. 496.

52. *Николаева, А. Б.* Конкурентоспособность Северного морского пути / А. Б. Николаева // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2020. – № 3(69). – С. 72-87.

53. НИЦ Арктика: [сайт]. – URL: <https://arktika.north-east.ru/> (дата обращения: 14. 02.2022). – Текст : электронный.

54. *Новихин, А. Е.* Влияние притока атлантических вод на вертикальное распределение биогенных элементов в Арктическом бассейне / А. Е. Новихин, В. М. Смагин // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2007. – № 1(75). – С. 43-49
55. *Оконешников, Е. Е.* Первый международный полярный год (1882-1883 гг.) / Е. Е. Оконешников // Якутский архив. – 2001. – № 1. – С. 85-89.
56. Остров Самойловский : [сайт]. – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/research-station-samoilov-island/> (дата обращения: 11.11.2022). – Текст : электронный.
57. *Панин, Л. Е.* Фундаментальные проблемы приполярной и Арктической медицины / Л. Е. Панин // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т. 33. – № 6. – С. 5-10.
58. *Пилясов, А. Н.* Арктический фасад России: современное состояние, вызовы неравномерного развития и приоритетные меры государственной политики / А. Н. Пилясов, А. В. Потураева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2021. – Т. 66, № 4. – С. 734-758.
59. *Пилясов, А. Н.* Города российской Арктики: сравнение по экономическим индикаторам./ А. Н. Пилясов // Вестник московского университета. Серия 5. География. – 2011. – № 4. – С.64-69.
60. *Полуй, Б. М.* Архитектура и градостроительство в суровом климате / Б. М. Полуй // – Ленинград : Стройиздат : Ленингр. отд-ние, 1989. – С.– 369.
61. *Пономарев, В. В.* Обзор научных работ по изучению влияния полярной ночи на здоровье населения Крайнего Севера России / В. В. Пономарев // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2021. – № 3(112). – С. 34-45
62. *Попова, Р. М.* Инсоляция. КЕО и полярные ночи северной зоны России / Р. М. Попова // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. – № 6(125). – С. 55-57.
63. *Порфирьев, Б. Н.* Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты для жилищного сектора российской Арктики / Б. Н. Порфирьев,

Д. О. Елисеев, Д. А. Стрелецкий // Вестник Российской академии наук. – 2021. – Т. 91, № 2. – С. 105-114.

64. *Порфирьев, Б. Н.* 2.1. Концептуальное обоснование стратегии комплексного развития Арктической зоны РФ / Б. Н. Порфирьев, В. Н. Лексин // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 130-133

65. *Порфирьев, Б. Н.* 2.2. Выбор геоэкономической стратегии России в Арктике: приоритет концепции комплексного развития / Б. Н. Порфирьев, В. Н. Лексин // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 134-138.

66. *Порфирьев, Б. Н.* 2.5. Концептуально-методологические основы целеполагания в системе государственного программно-целевого управления комплексным развитием Арктической зоны Российской Федерации / Б. Н. Порфирьев, В. Н. Лексин // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 149-151.

67. *Порфирьев, Б. Н.* 2.7. Концептуально-методологические основы пространственного зонирования Арктической зоны Российской Федерации для целей программно-целевого управления комплексным развитием этой зоны / Б. Н. Порфирьев, В. Н. Лексин // Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления : Монография / Под редакцией В.В. Ивантера. – Санкт-Петербург : ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 155-156.

68. *Потатуров, В. А.* Арктика: история ее изучения и освоения / В. А. Потатуров // Современные проблемы управления природными ресурсами и развитием социально-экономических систем : материалы XII международной

научной конференции: в 4-х частях, Москва, 07 апреля 2016 года. – Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2016. – С. 287-296.

69. *Прохорова, Э. М.* Биологические ритмы и здоровье /Э. М. Похорова // Сервис plus. - 2010. - № 3. - С. 20-26.

70. *Пунтус, В. А.* К вопросу об истории открытий в Антарктике (первые поселения и поселенцы в Антарктиде) / В. А. Пунтус, К. К. Мясепп, С. А. Сурмилов // Восточно-Европейский научный журнал. – 2016. – Т. 8. – № 6. – С. 114-123.

71. *Раевский С. П.* Глава 24. Воркутинская мерзлотная станция // Пять веков Раевских. — Москва: Вагриус, 2005. — С. 526-553.

72. Российские арктические станции: : [сайт]. – URL: <http://www.polarpost.ru/> (дата обращения: 09.02.2022). – Текст : электронный.

73. *Саватюгин, Л. М.* Внутриконтинентальная антарктическая станция Восток - полюс холода планеты (к 50-летию юбилею станции) / Л. М. Саватюгин, М. А. Преображенская // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 7. – С. 85-98

74. *Савинова, В. А.* Генезис функционального зонирования антарктических научно-исследовательских станций начала XX века / В. А. Савинова // Архитектура и современные информационные технологии. – 2021. – № 1(54). – С. 62-77

75. *Савинова, В. А.* Методы организации архитектурной среды в экстремальных условиях Арктики / В. А. Савинова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – № 1(52). – С. 45-50.

76. *Савинова, В. А.* Особенности проектирования и строительства в арктическом регионе / В. Савинова, М. М. Бродач // Здания высоких технологий. – 2018. – № 4. – С. 50-57.

77. *Савинова, В. А.* Отечественный опыт строительства научно-исследовательских станций: современное состояние вопроса / В. А. Савинова // Известия вузов. Строительство. – 2022. – № 12. – С. 64-74.

78. *Савинова, В. А.* Перспективы развития архитектуры Северного морского пути / В. А. Савинова // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития: Материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Тюмень, 23–24 апреля 2021 года / Отв. редактор А.Б. Храмцов. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 430-435.

79. *Савинова, В. А.* Энергоснабжение научно-исследовательских комплексов в Арктике. / Савинова В. А., Бродач М.М. // Здания высоких технологий. - 2019. - №1. - С. 14-20. URL: [http://zvz.abok.ru/articles/535/Energосnabzhenie\\_nauchno\\_issledovatel'skih\\_komplekso\\_v\\_v\\_Arktike](http://zvz.abok.ru/articles/535/Energосnabzhenie_nauchno_issledovatel'skih_komplekso_v_v_Arktike)

80. *Серова, Н. А.* Системные проблемы развития транспорта в Российской Арктике / Н. А. Серова, В. А. Серова // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2021. – Т. 10. – № 1(34). – С. 295-297.

81. *Серова, Н. А.* Транспортная инфраструктура российской Арктики: специфика функционирования и перспективы развития / Н. А. Серова, В. А. Серова // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 2(185). – С. 142-151.

82. *Славин, С. В.* Районный разрез плана второй пятилетки и концепция освоения Севера / Славин С. В. // Страницы памяти: О планах, планировании плановиках.— Москва: Профиздат, 1987— С. 181 – 194.

83. *Солонин, Ю. Г.* Медико-физиологические проблемы в Арктике / Ю. Г. Солонин, Е. Р. Бойко // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2017. – № 4(32). – С. 33-40.

84. Социально-экономическое развитие Северо-Арктических территорий России / Е. А. Бажутова, А. А. Биев, Е. Е. Емельянова [и др.]. – Апатиты : Кольский научный центр Российской академии наук, 2019. – 119 с.

85. Станция Восток : [сайт]. – URL: <https://archi.ru/tech/94073/kak-budut-zhit-polyarniki-na-vostoke-vse-ob-ustroistve-sovremennoi-polyarnoi-stancii> (дата обращения: 11.11.2022). – Текст : электронный.

86. Структура и динамика грузоперевозок по Северному морскому пути: история, настоящее и перспективы / В. В. Рукша, М. С. Белкин, А. А. Смирнов, В. Г. Арутюнян // Арктика: экология и экономика. – 2015. – № 4(20). – С. 104-110.
87. Сюрин, С. А. Риски здоровью при добыче полезных ископаемых в Арктике / С. А. Сюрин // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2020. – № 11(332). – С. 55-61.
88. Технологическое обоснование внедрения возобновляемых источников энергии в Арктике / А. И. Стоцкий, С. М. Никоноров, А. М. Воротников, Д. А. Сергеев // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. – 2021. – № 4(8). – С. 51-64.
89. Тимофеев, В. И. Проблемные вопросы обеспеченности гидрометеорологической информацией Арктической зоны России при решении задач ее устойчивого развития / В. И. Тимофеев, Д. К. Щеглов // Инновации. – 2019. – № 5(247). – С. 84-92.
90. Тимошенко А. И. Россия в Арктике: проблемы изучения исторического опыта освоения региона / А. И. Тимошенко, А. Х. Элерт // Гуманитарные науки в Сибири. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 5-12.
91. Траектории проектов в высоких широтах : монография / Алексеев С. Е. [и др.] ; ред. совет Ю. В. Неелов [и др.] // Новосибирск : Наука, 2011. – 440 с.
92. Тонких, В. Д. Влияние цвета, света и формы на восприятие пространства / В. Д. Тонких, А. В. Вешняков // Перспективы науки. – 2022. – № 12(159). – С. 116-119.
93. Урванцев, Н. Н. Арктические походы Джона Франклина / Н. Н. Урванцев // Изд-во Главсеморпути. – 1937. — С. 528.
94. Усачев, И. Н. Опыт создания и полувековой эксплуатации Кислогубской приливной электростанции - основа освоения Арктики и Северного морского пути / И. Н. Усачев // Гидротехника. – 2021. – № 4(65). – С. 73-75.
95. Филин, П. А. История исследования и освоения Арктики: основные этапы осмысления и белые пятна истории / П. А. Филин // Арктика: история и современность : труды международной научной конференции, Санкт-Петербург,

20–21 апреля 2016 года. – Санкт-Петербург: ООО Издательский дом "Наука", 2016. – С. 276-286.

96. Шаронов, А. Н. О сбалансированности рационов питания для Арктики / А. Н. Шаронов, С. А. Лопатин, Е. А. Шаронов // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации. – 2019. – № 1(11). – С. 204-213.

97. Швайцер, П. Коренные народы и урбанизация на Аляске и на канадском Севере / П. Швайцер // Этнографическое обозрение. – 2016. – № 1. – С. 10-22.

98. Шерстюков, Б. Г. Климатические условия Арктики и новые подходы к прогнозу изменения климата / Б. Г. Шерстюков // Арктика и Север. – 2016. – № 24. – С. 39-67

99. Ярошевский, А. А. Человек в Арктике: психологические и физиологические особенности выживания в условия Крайнего Севера / А. А. Ярошевский, А. И. Коваль // Идеи и новации. – 2021. – Т. 9. – № 4. – С. 55-64.

100. Abisko research station [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/abisko-scientific-resarch-station/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

101. Aboa research station [website] – URL: <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/aboa-research-station> (date of access: 14.02.2022) – Text : electronic.

102. Alfred Wegener Institut [website] – URL: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/neumayer-station-iii.html> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

103. Amundsen Scott station [website] – URL: <https://www.nsf.gov/geo/opp/support/southp.jsp> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

104. Amundsen-Scott South Pole Station // Issues in Science & Technology. – 2001. – Vol. 17. – No 3. – 96 p.

105. Arctic station [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/arctic-station/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

106. Australian Antarctic program [website] – URL: <https://www.antarctica.gov.au/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
107. *Barr, S.* The History of the International Polar Years. /S. Barr, C. Luedecke // — Springer, 2010. — 319 p.
108. Barrow Arctic Research Center [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/barrow-arctic-research-centerenvironmental-observatory/> (date of access 14. 02.2022). - Text : electronic.
109. Base Daneborg [website] – URL: <http://www.warcovers.dk/greenland/daneborg.htm> (date of access: 09.02.2022). – Text : electronic.
110. Base Dumont d'Urville [website] – URL: <https://institut-polaire.fr/en/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
111. *Belanger, D. O.* Deep Freeze: The United States, the International Geophysical Year, and the Origins of Antarctica's Age of Science. / D. O. Belanger // University Press of Colorado — 2006. — 204 p.
112. CEN: Centre for Northern Studies [website] – URL: <http://www.cen.ulaval.ca/en/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
113. Cen Whapmagoostui-Kuujuarapik Research Station [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/cen-whapmagoostui-kuujuarapik-research-station/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
114. CHARS [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/canadian-high-arctic-research-station-chars/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
115. Churchill Northern Studies Centre [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/churchill-northern-studies-centre/> (date of access: 14. 02.2022). - Text : electronic.
116. *Dudeney, J. R.* From Scotia to Operation Tabarin – Developing British Policy for Antarctica / J. R. Dudeney, D. W. Walton // Polar Record — 2012. — № 48 (4). — 1–19 p.



117. *Enß, D.* Der Neubau der Neumayer-Station in der Antarktis. / *D. Enß* // HANSA — 1992. — (9). — 3–15 p.
118. European Space Agency [website] – URL: <https://www.esa.int/> (date of access: 18.11.2021) – Text : electronic.
119. Finse Alpine Research Centre [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/finse-alpine-research-centre/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
120. *Georgi, J.* Mid-Ice: The Story of the Wegener Expedition to Greenland. / *J. Georgi* // Dutton — 1935. — P. 115.
121. Juan Carlos I Antarctic Base [website] – URL: <https://www.csic.es/es/home> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
122. HB architects: Halley VI research station [website] – URL: <https://hbarchitects.co.uk/halley-vi-british-antarctic-research-station/> (date of access: 26.01.2022). – Text : electronic.
123. *Huskey L.* Alaska's Economy: The First World War, Frontier Fragility, and Jack London // Northern Review. 2017. № 44. P. 344.
124. Igloolik Research Center [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/igloolik-research-center/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
125. International Arctic Research Center [website] – URL: <https://uaf-iarc.org/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
126. International Network for Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic [website] – URL: <https://eu-interact.org/> (date of access: 09.02.2022). – Text : electronic.
127. KHR architects: Greenland institute of nature [website] – URL: <https://khr.dk/en/projects/greenlands-nature-institute/> (date of access: 26.01.2022). – Text : electronic.
128. *Kearns, D. A.* Operation Highjump: Task Force 68 // Where Hell Freezes Over: A Story of Amazing Bravery and Survival / *D. A. Kearns*// — Thomas Dunne Books. — 2005. — P. 304.

129. *Krugman, P. R.* International economics: theory & policy.// — 9th ed. Prentice Hall. — 2011. — P.736.

130. McMurdo station [website] – URL: <https://www.nsf.gov/geo/opp/support/mcmurdo.jsp> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

131. *Mills, W. J.* Exploring polar frontiers : a historical encyclopedia. / W. J. Mills // ABC-CLIO, Inc. — 2003. — P. 844.

132. National centre for polar and ocean research [website] – URL: <https://ncpor.res.in/antarcticas/display/377-bharati> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

133. PEARL station [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/polar-environment-atmospheric-research-laboratory-pearl/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

134. Princess Elizabeth station [website] – URL: <http://www.antarcticstation.org/> (date of access: 26.01.2022). – Text : electronic.

135. Review of Antarctic greenhouses and plant production facilities: A historical account of food plants on the ice. / M. Bamsey, P. Zabel, C. Zeidler, D. Gyimesi, D. Schubert, E. Kohlberg, D. Mengedoht, J. Rae & T. Graham //45th International Conference on Environmental Systems 12-16 July 2015, Bellevue, Washington — 2015. — P. 37.

136. Rothera research station [website] – URL: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/rothera/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

137. *Savitt R.* Legacies of the Jackson-Harmsworth expedition 1894—1897 / R. Savitt, C. Lüdecke // Polar Record. — 2007. — Vol. 43, no. 224. — 55—66 p.

138. The Scott Base [website] – URL: <https://www.antarcticanz.govt.nz/scott-base> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.

139. Skálanes Nature and Heritage Center [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/skalanes/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.

140. *Stahn, A.C.* Brain changes in response to long Antarctic expeditions. / Stahn A.C. et al // New England Journal of Medicine. — 2019. — - URL: [https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc1904905?query=featured\\_home](https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc1904905?query=featured_home) (date of access: 20.06.2020).
141. Sudurnes Science and Learning Center [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/sudurnes-science-and-learning-center/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
142. Summit station [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/summit-station/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
143. Svalbard Global seed vault [website] – URL: <https://www.seedvault.no/> (date of access: 26.01.2022). – Text : electronic.
144. Toolik field station [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/toolik-field-station/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.
145. Vi-Ko architects [website] – URL: <https://vi-ko.no/projects/svalbard-science-center> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
146. Wasa research station [website] – URL: <https://www.polar.se/en/research-support/research-stations-in-antarctica/> (date of access: 14.02.2022) – Text : electronic.
147. Western Arctic Research Center [website] – URL: <https://eu-interact.org/field-sites/western-arctic-research-centre/> (date of access: 14.02.2022). - Text : electronic.
148. Zucchelli Station [website] – URL: <http://www.italiantartide.it/> (date of access: 14.02.2022). – Text : electronic.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственная академия)»

*На правах рукописи*



САВИНОВА Валерия Анатольевна

**ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ  
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

Специальность 2.1.12 – Архитектура зданий и сооружений.

Творческие концепции архитектурной деятельности

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата архитектуры

Том II. Приложения

Научный руководитель:

Охлопкова Ольга Александровна

кандидат архитектуры, доцент

Москва – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ТОМ II. Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Иллюстративный материал .....	3
А.1. Научно-исследовательские объекты. Понятие, основные факты, география.....	3
А.2. Этапы исторического развития научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	6
А.3. Мировой опыт проектирования научно-исследовательских объектов в полярных регионах (середина XX - начало XXI вв.).....	23
А.4. Отечественный опыт строительства НИО. Современное состояние вопроса.....	55
А.5. Функциональное зонирование и архитектурно-планировочные особенности научно-исследовательских объектов.....	59
А.6. Общая характеристика и анализ Арктической зоны России.....	64
А.7. Факторы, формирующие архитектуру научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	75
А.8. Принципы и приёмы формирования архитектуры современных научно-исследовательских объектов в полярных регионах.....	80
А.9. Стратегия развития и научного освоения арктической зоны РФ и экспертные предложения по ее внедрению.....	86
А.10. Структурные модели научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	90
А.11. Стратегия формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ.....	93
А.12. Внедрение проектных предложений для различных типов НИО на основе разработанных принципов, приемов и структурных моделей.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Таблицы .....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Список источников иллюстративного материала .....	240

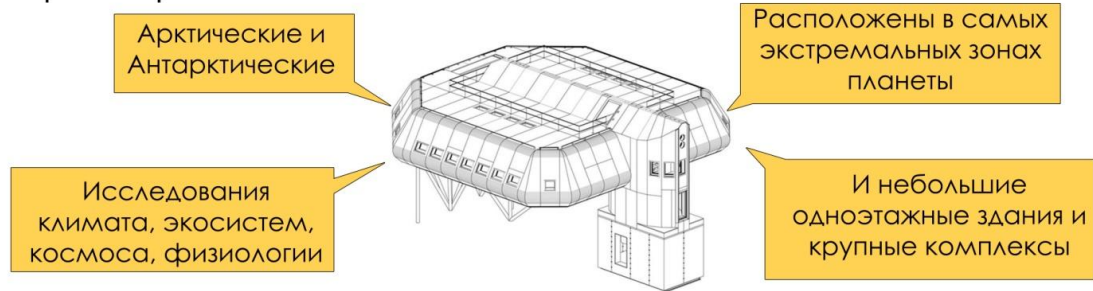
## Приложение А

Иллюстративный материал

А. 1. Научно-исследовательские объекты.

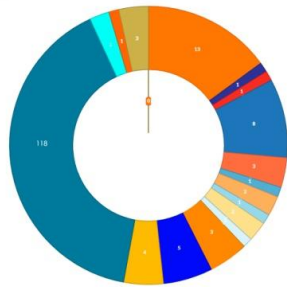
Понятие, основные факты, география.

## Характеристики НИО

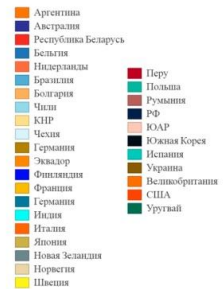
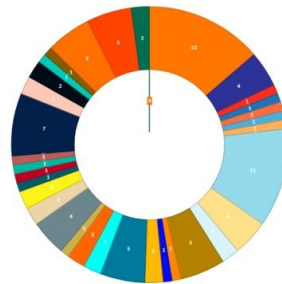


## Страны, управляющие НИО

Арктика



Антарктика



## Основные факторы размещения НИО



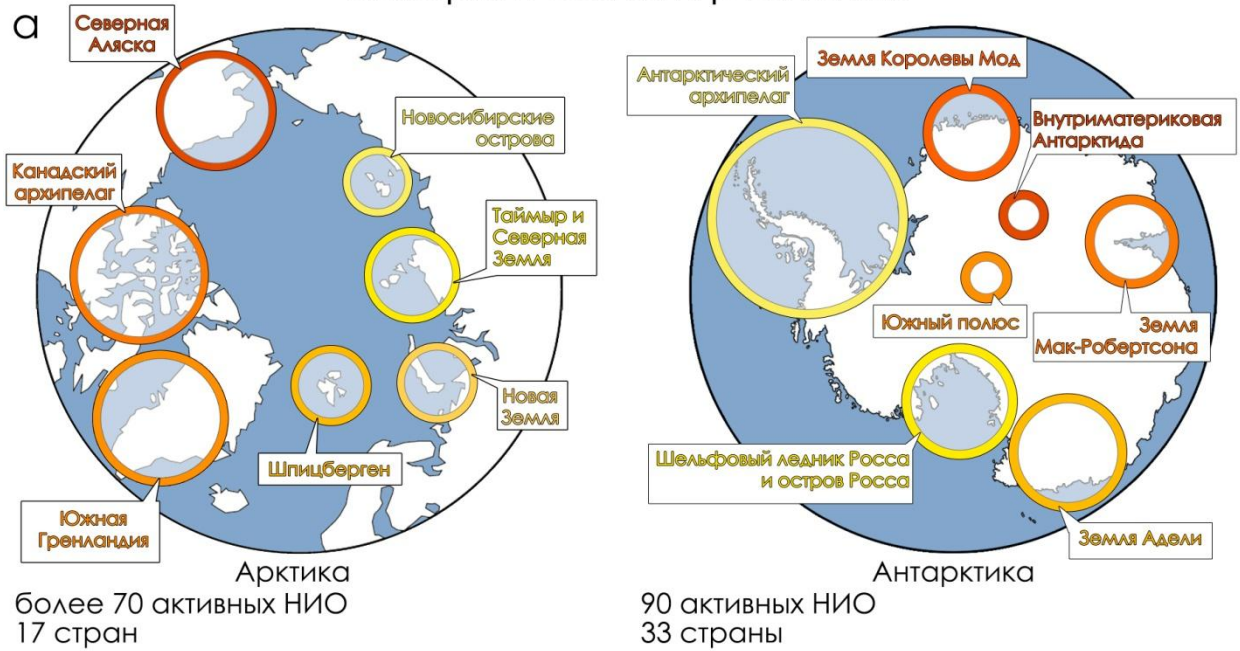
## Основные проблемы НИО



Рис. 1. Научно-исследовательский объект. Понятие, основные характеристики.

- а - Основные характеристики научно-исследовательского объекта;
- б - показатели стран, управляющих НИО и количество НИО на каждую страну;
- в - основные факторы размещения НИО;
- г - Основные проблемы НИО.

## География распространения НИО в арктическом и антарктическом регионах



## География распространения НИО в России



рис. 2. География распространения НИО в полярных регионах.

а - География распространения НИО в арктическом и антарктическом регионах;

б - география распространения НИО в России.



А. 2. Этапы исторического развития  
научно-исследовательских объектов в полярных регионах

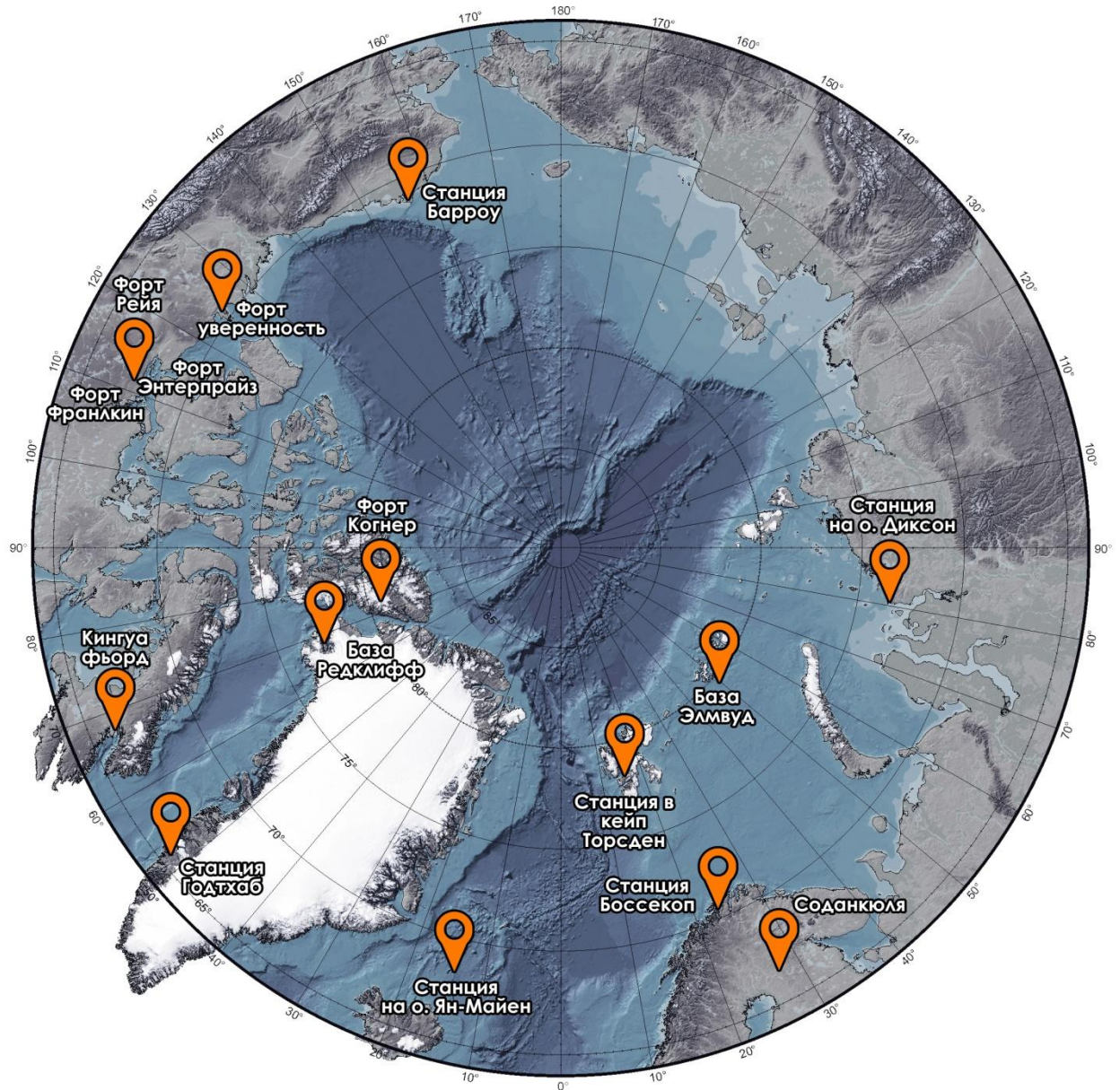


рис. 3. Расположение арктических НИО первого этапа развития, зарубежный ОПЫТ

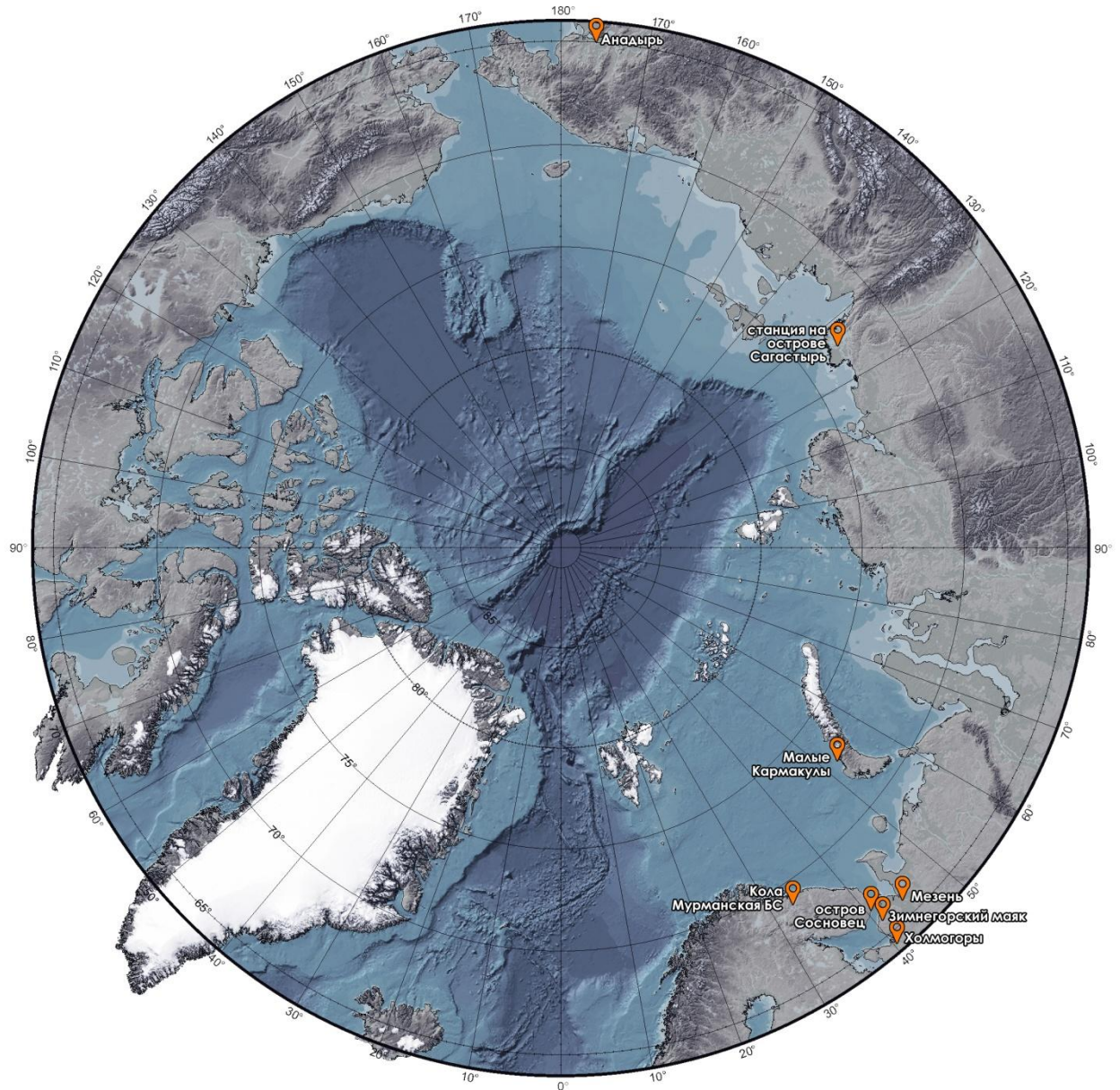


рис. 4. Расположение арктических НИО первого этапа развития,  
отечественный опыт

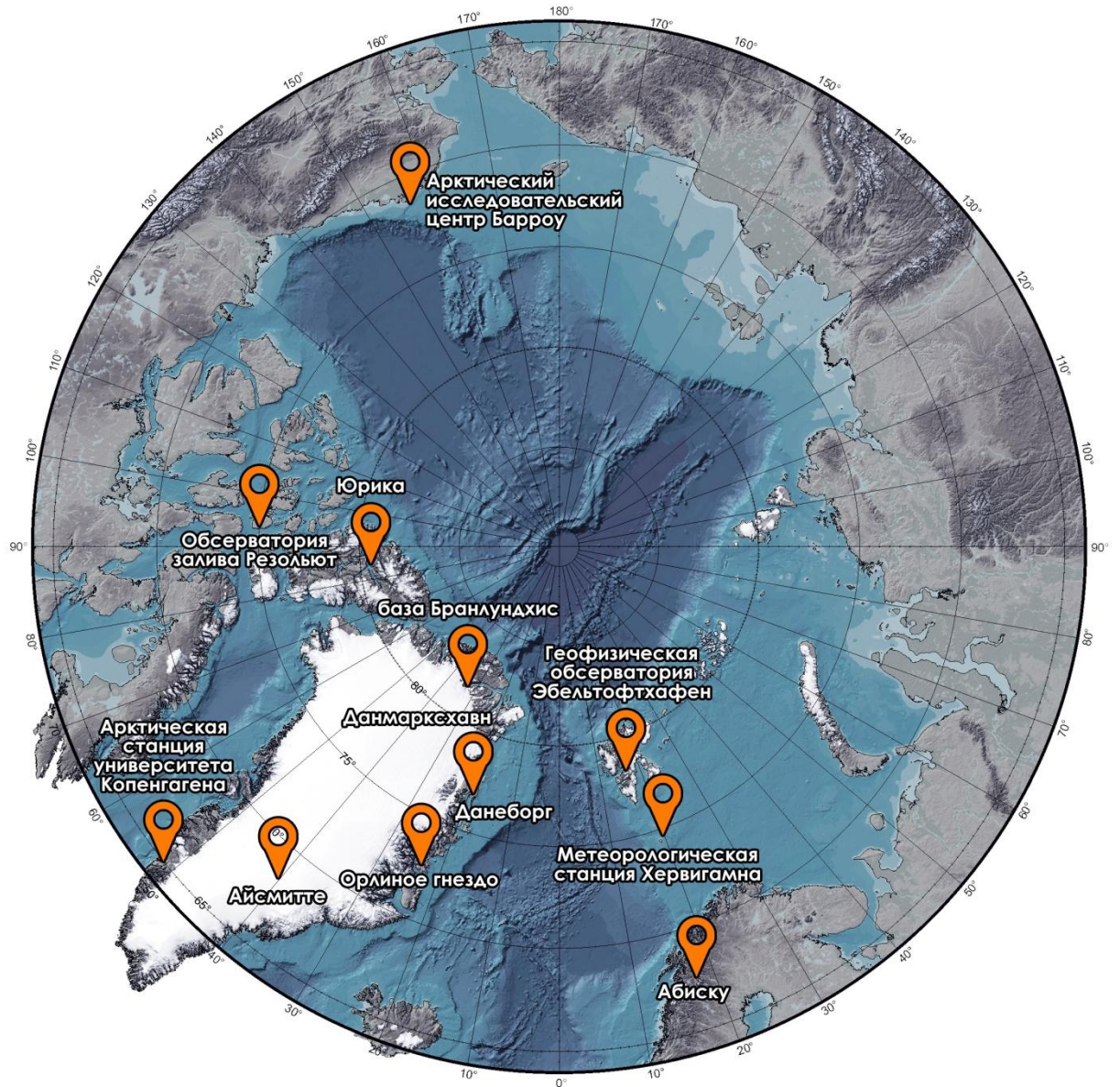


рис. 5. Расположение арктических НИУ второго этапа развития, зарубежный ОПЫТ

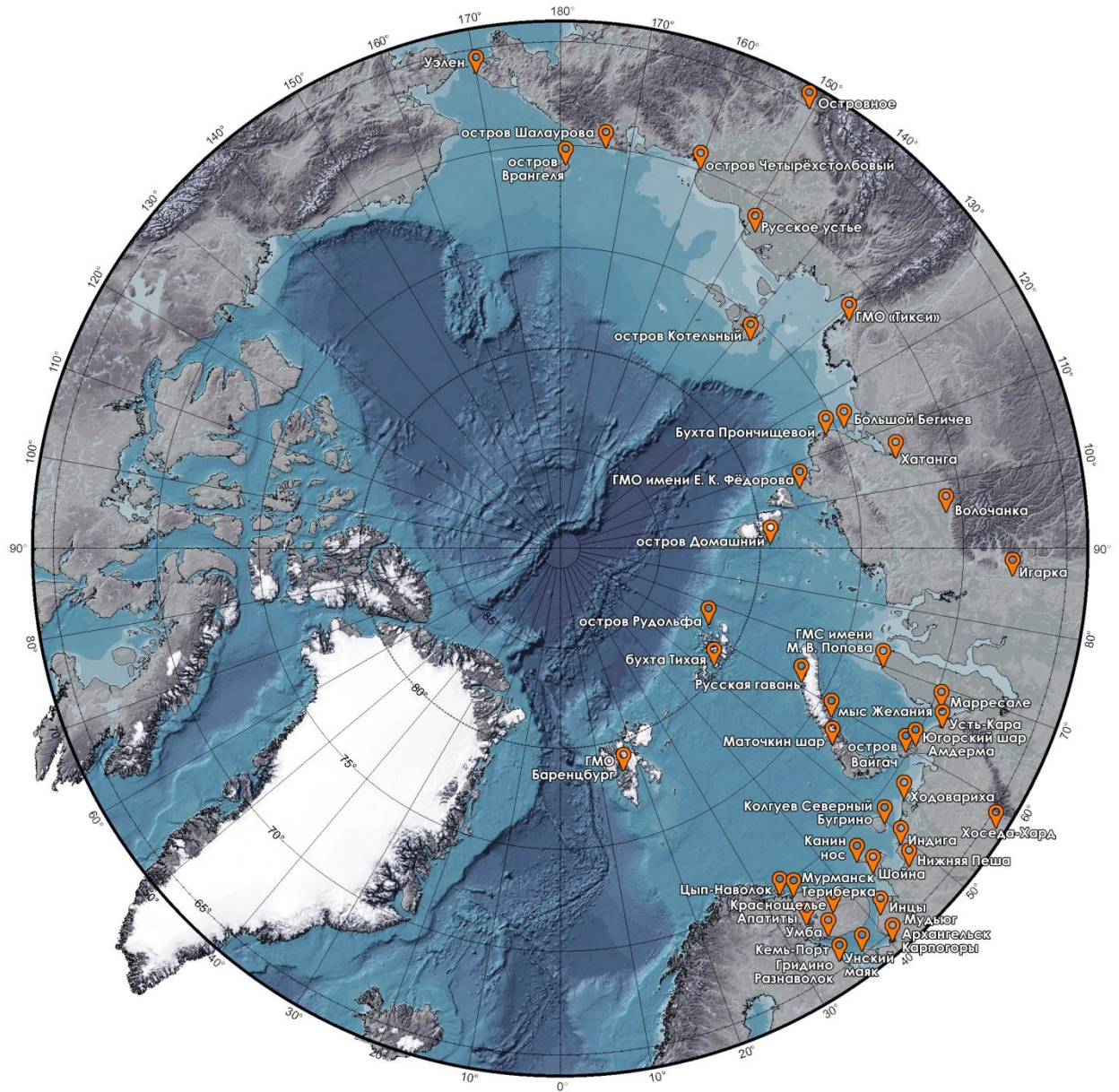


рис. 6. Расположение арктических НИО второго этапа развития, отечественный опыт до 1933-его г.

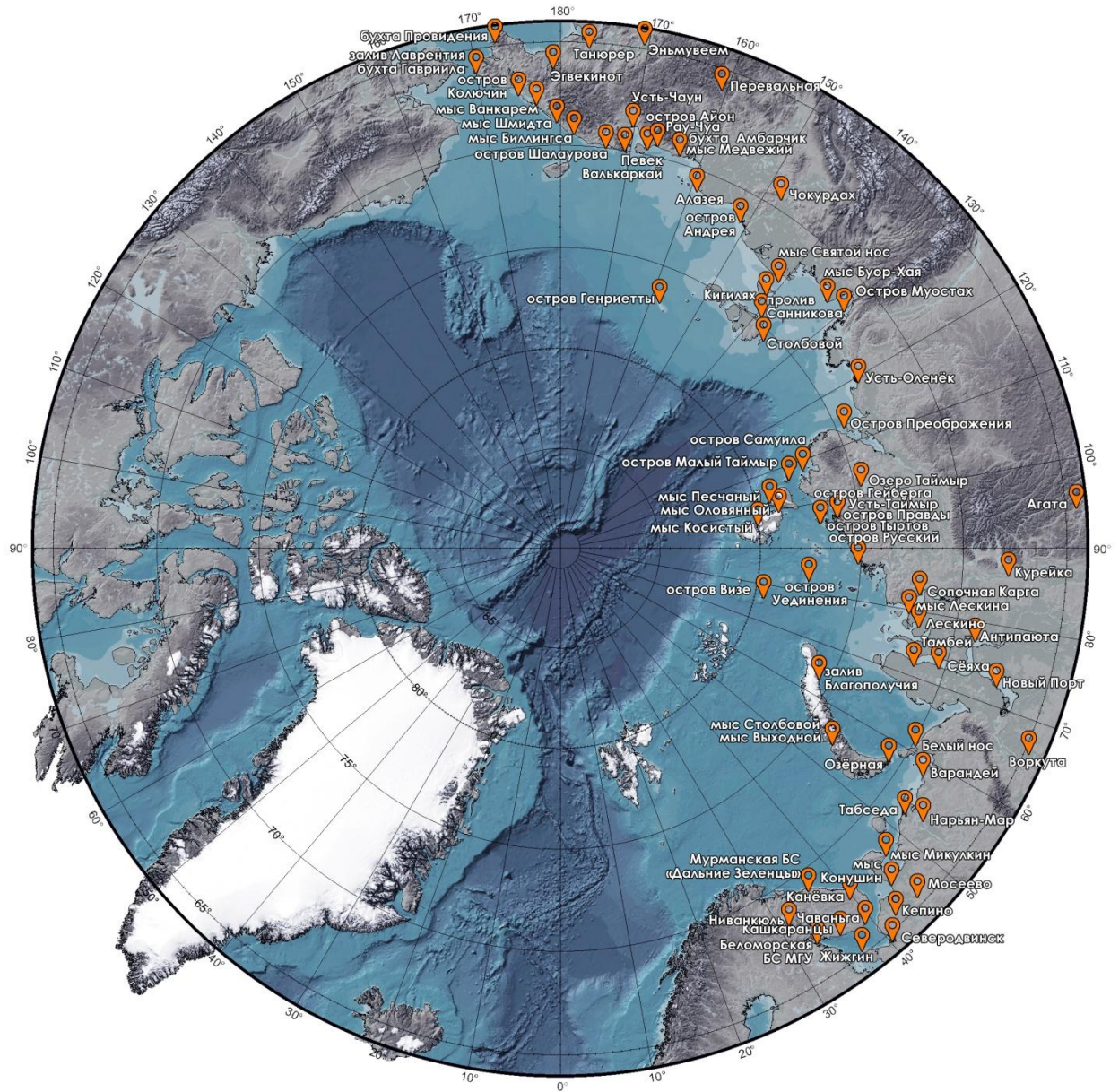
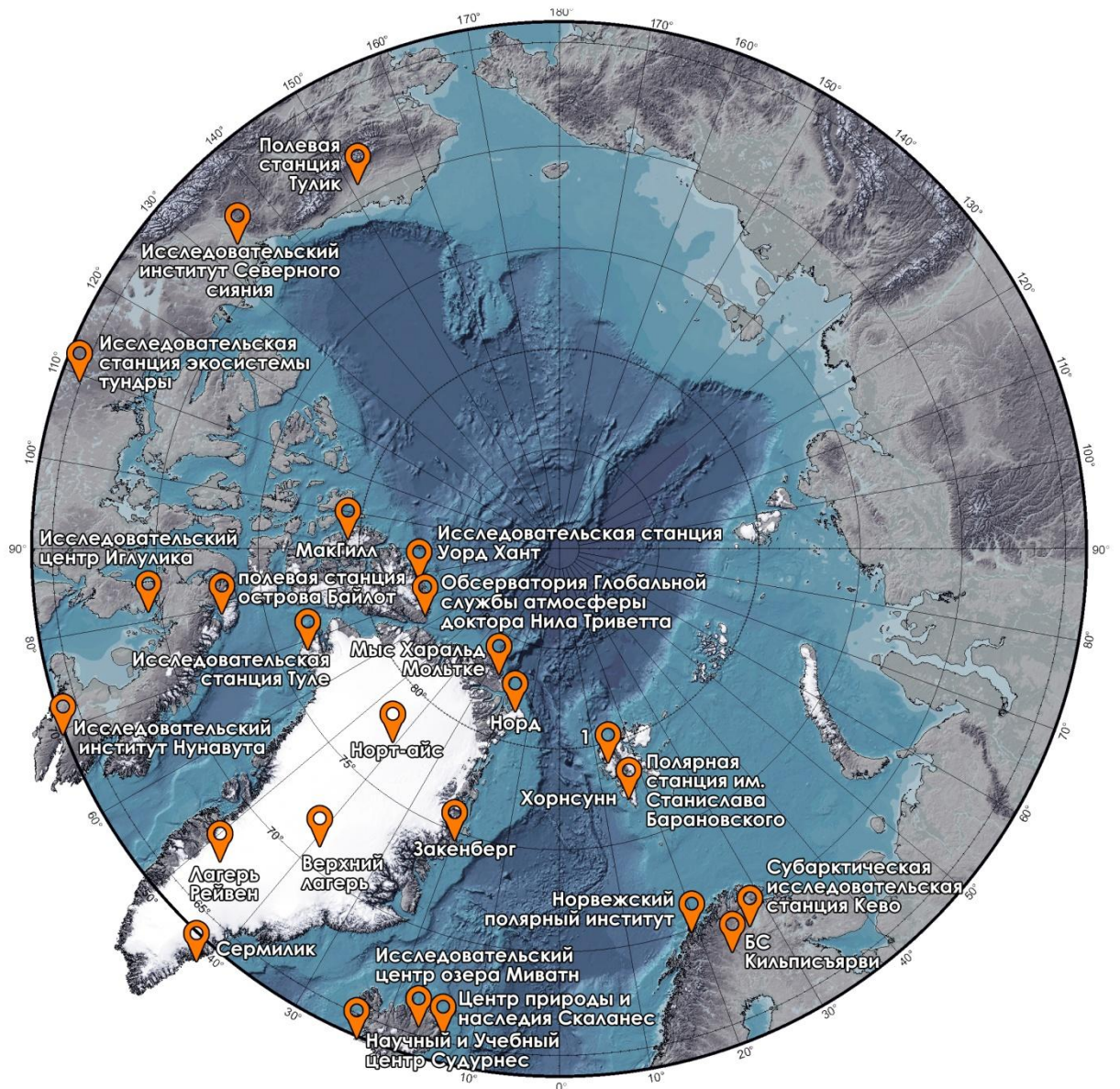


рис. 7. Расположение арктических НИО второго этапа развития, отечественный опыт до 1950-ого г.



- 1 - НИО, расположенные в деревне Нью-Олесунн, архипелаг Шпицберген:
- Жан Корбель (Франция)
  - Арктическая исследовательская станция (Великобритания)
  - Исследовательская станция НИПР (Япония)
  - Обсерватория Зепелин (Норвегия)
  - Арктическая база Дирижабль (Италия)
  - Геодезическая станция НКУ (Норвегия)
  - Колдевей (Германия)
  - Нидерландская полярная станция (Нидерланды)
  - Полярная станция Университета Марии Кюри-Склодовской (Польша)
  - Станция Шарля Рабо (Франция)

рис. 8. Расположение арктических НИО третьего этапа развития, зарубежный ОПЫТ

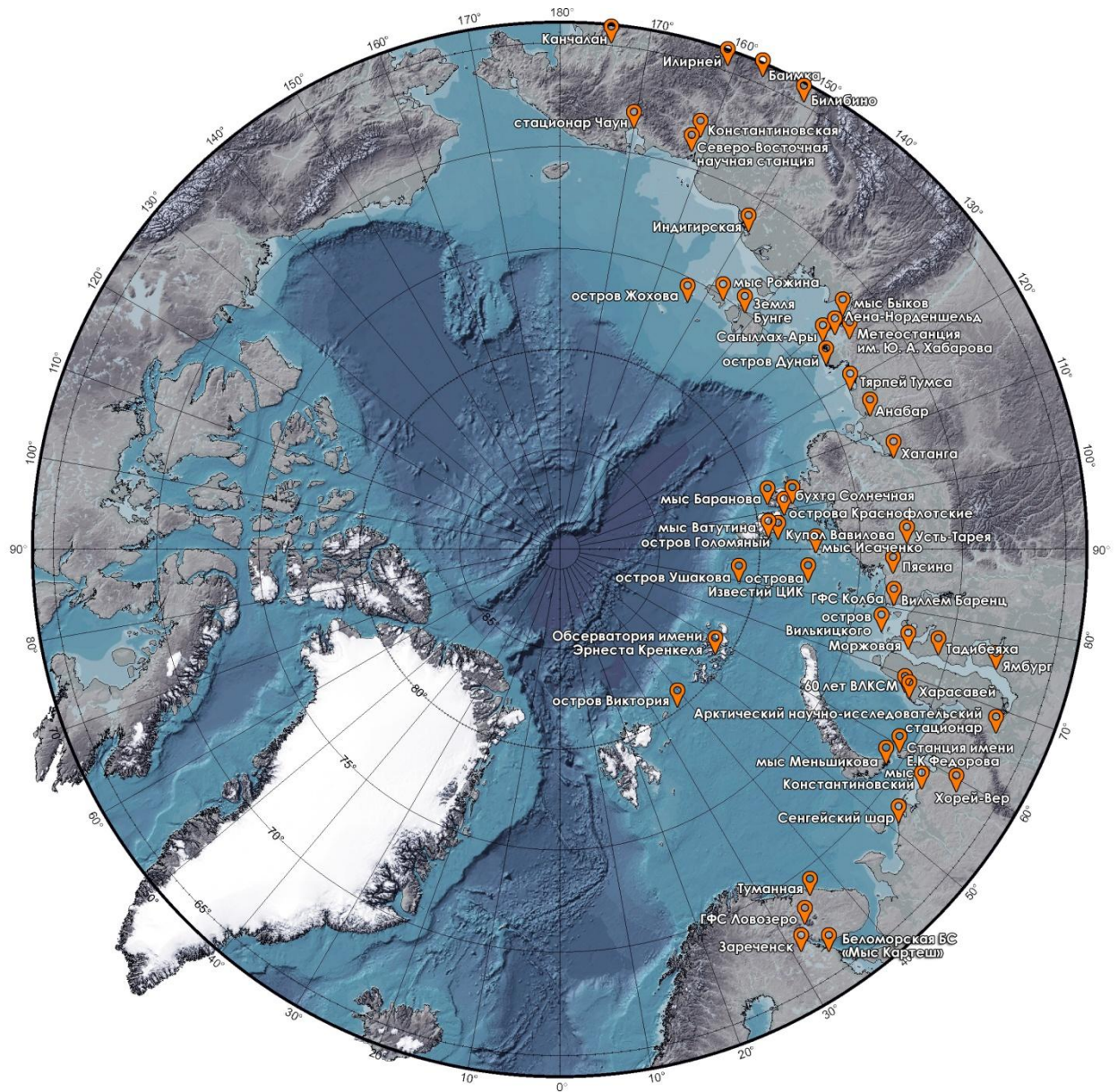


рис. 9. Расположение арктических НИО третьего этапа развития,  
отечественный опыт



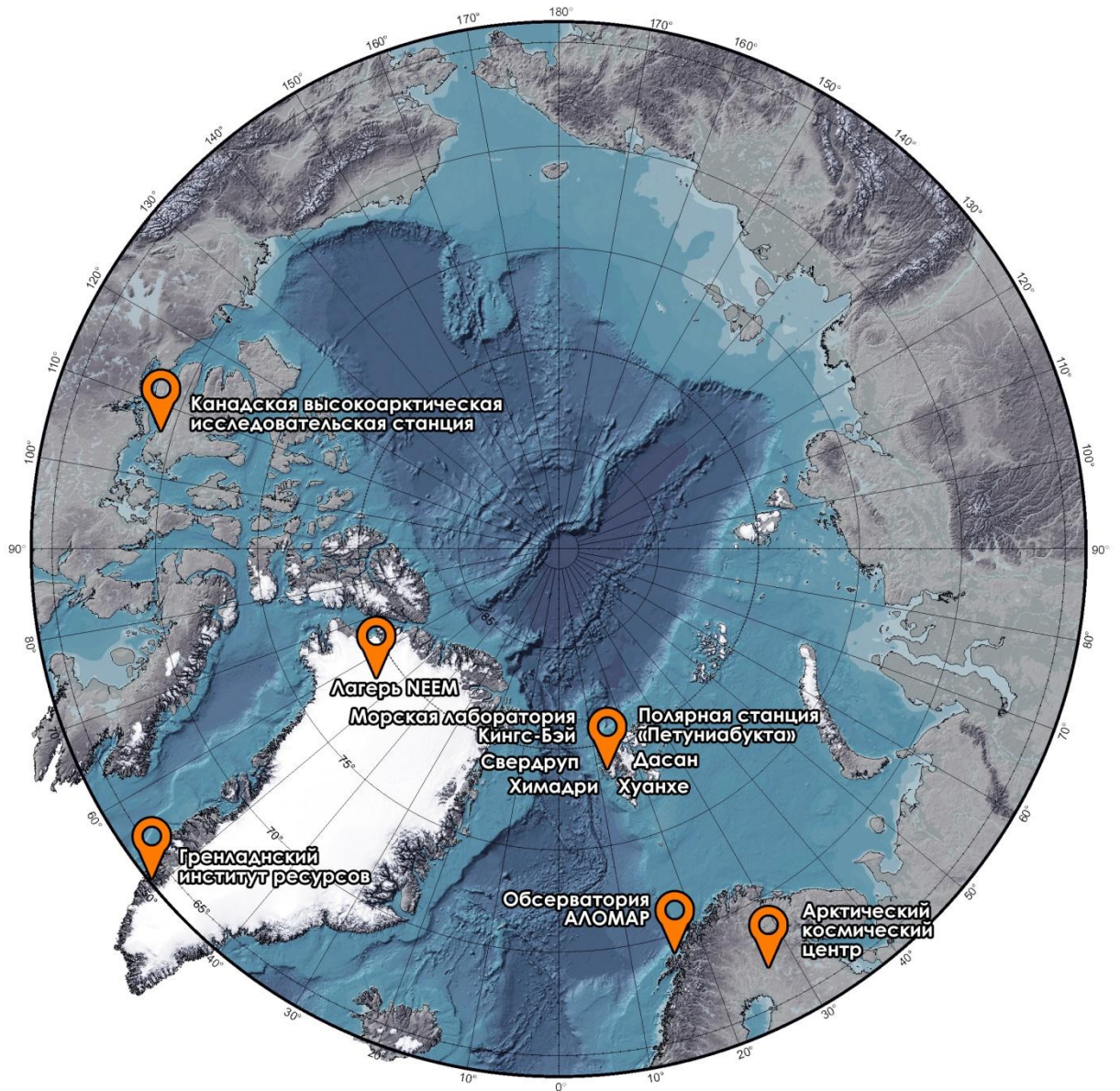


рис. 10. Расположение арктических НИО четвертого этапа развития,  
зарубежный опыт

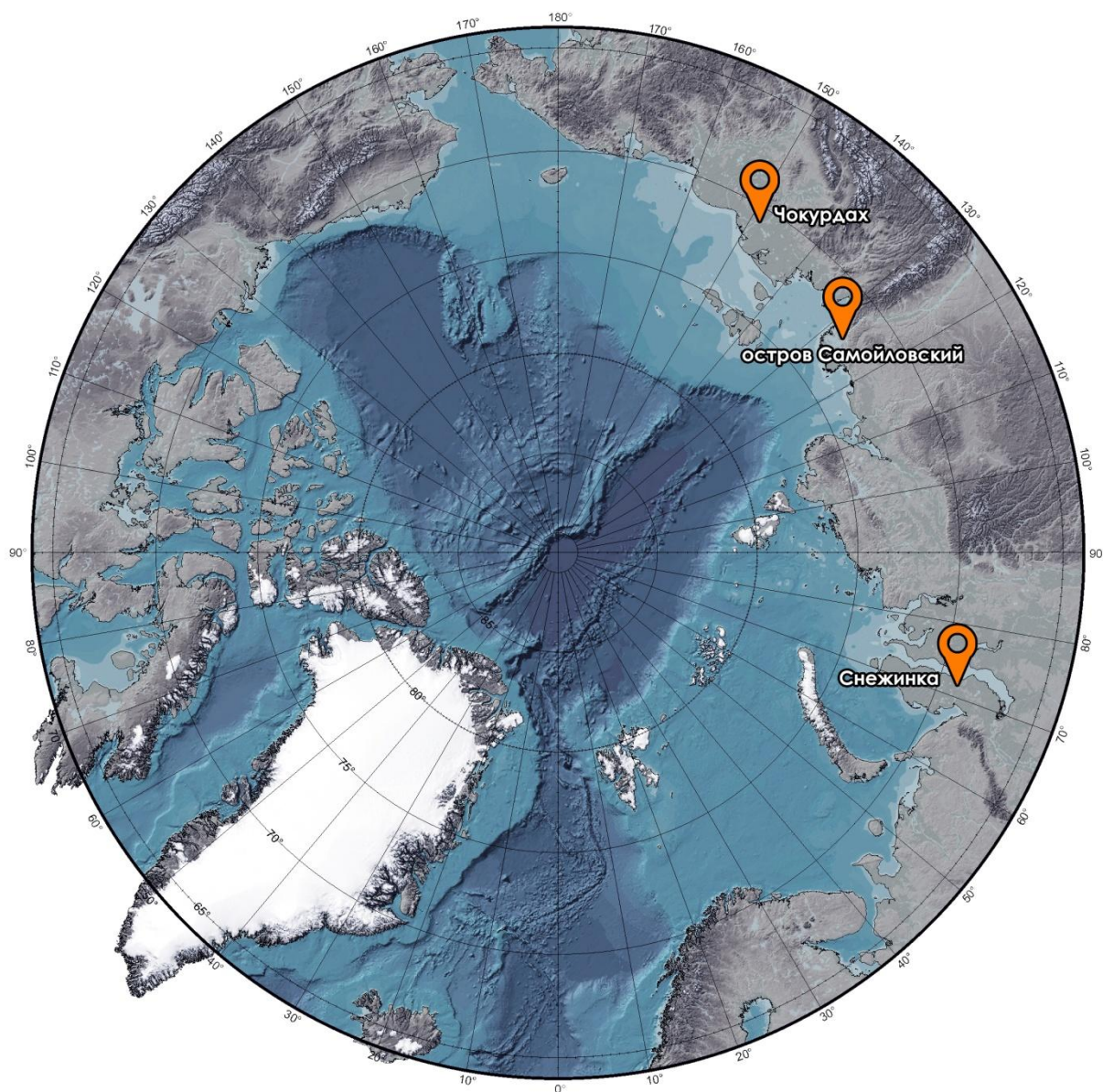
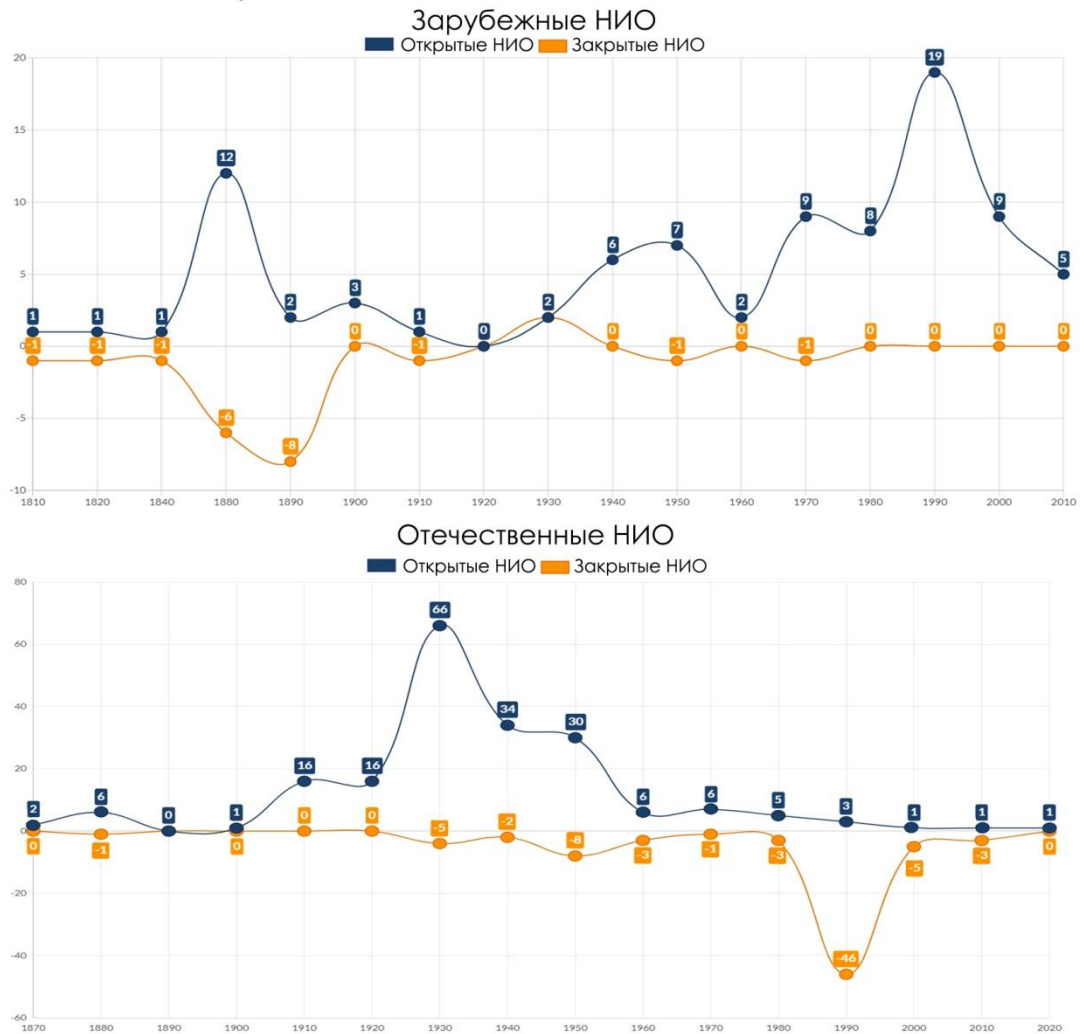


рис. 11. Расположение арктических НИО четвертого этапа развития,  
отечественный опыт

## Динамика открытия станций



## Показатели за весь период развития арктических НИО

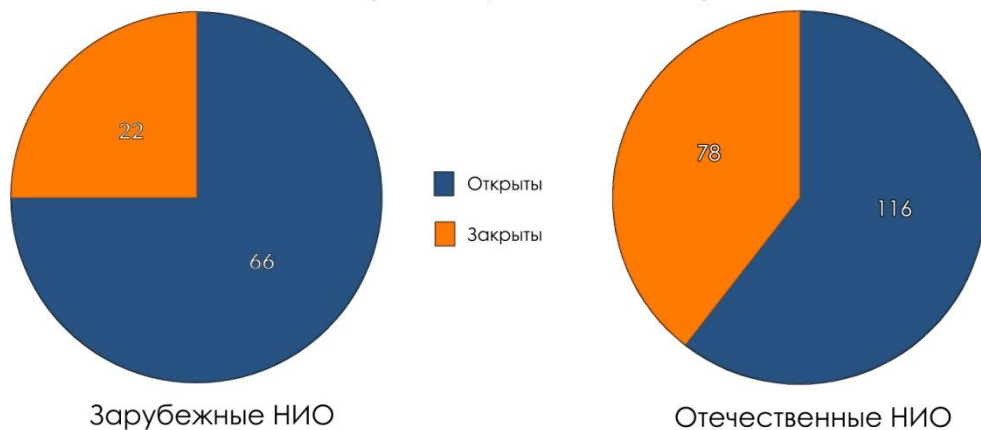


рис. 12. Данные арктических НИО за весь период развития.

а - Динамика открытия зарубежных арктических НИО;

б - динамика открытия отечественных арктических НИО;

в - Общие показатели зарубежных НИО;

г - общие показатели отечественных НИО.



рис. 13. Расположение антарктических НИО первого этапа развития,  
зарубежный опыт

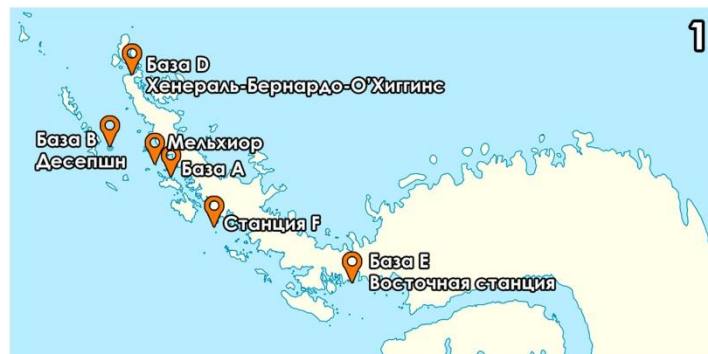
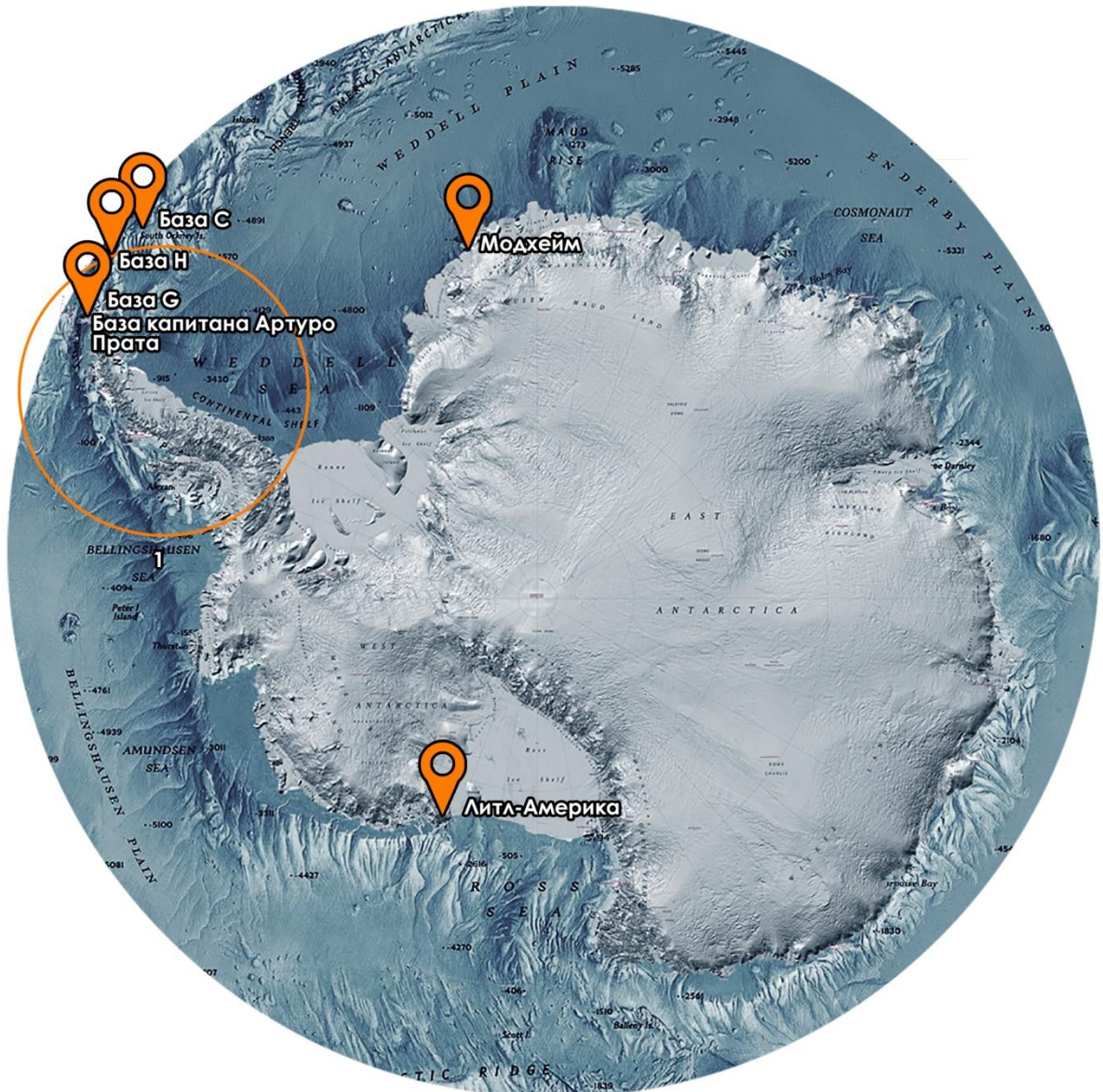
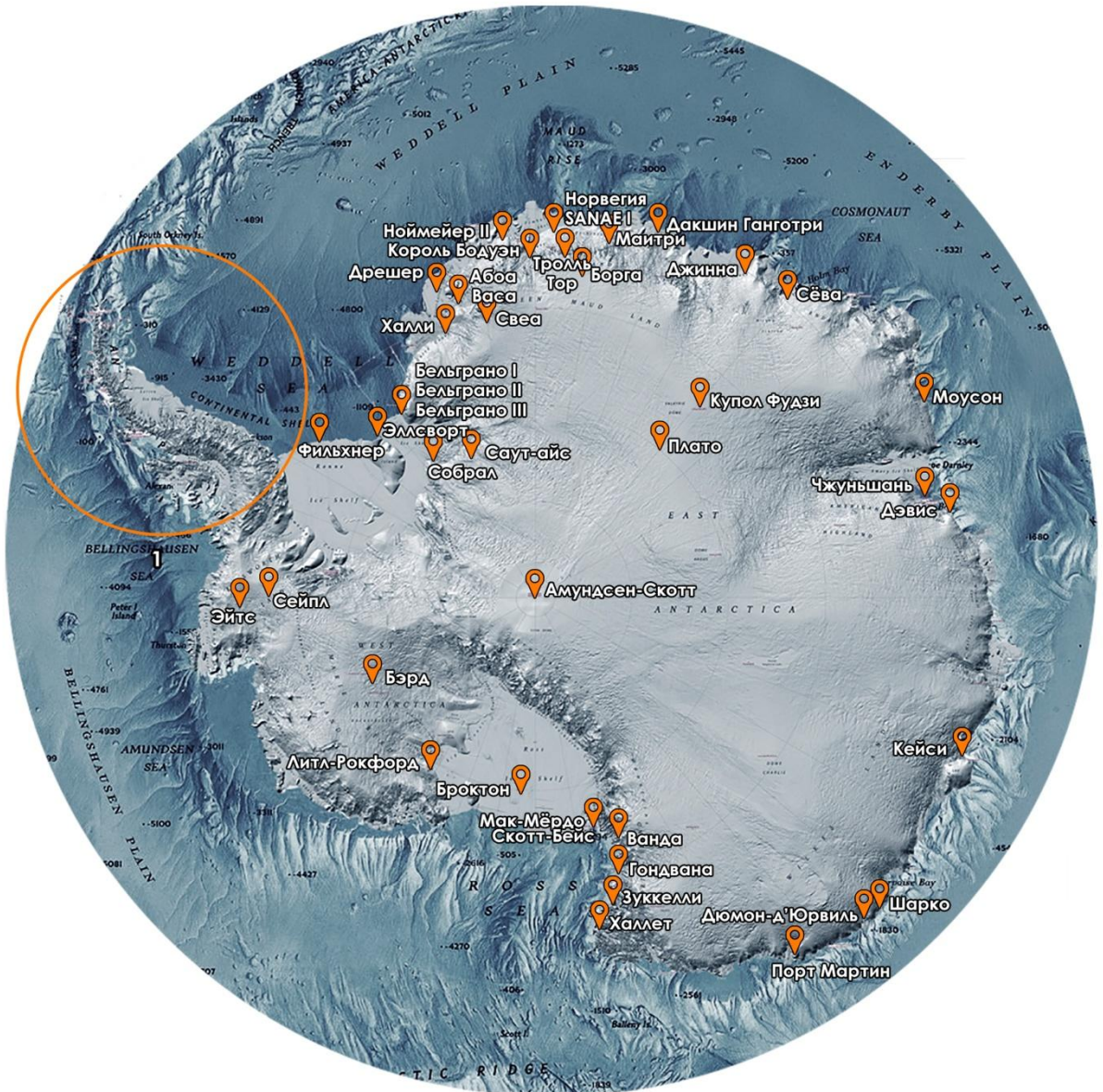


рис. 14. Расположение антарктических НИО второго этапа развития,  
зарубежный опыт



1950-1980 гг.



1980-1995

рис. 15. Расположение антарктических НИО третьего этапа развития, зарубежный опыт



рис. 16. Расположение антарктических НИО третьего этапа развития,  
отечественный опыт

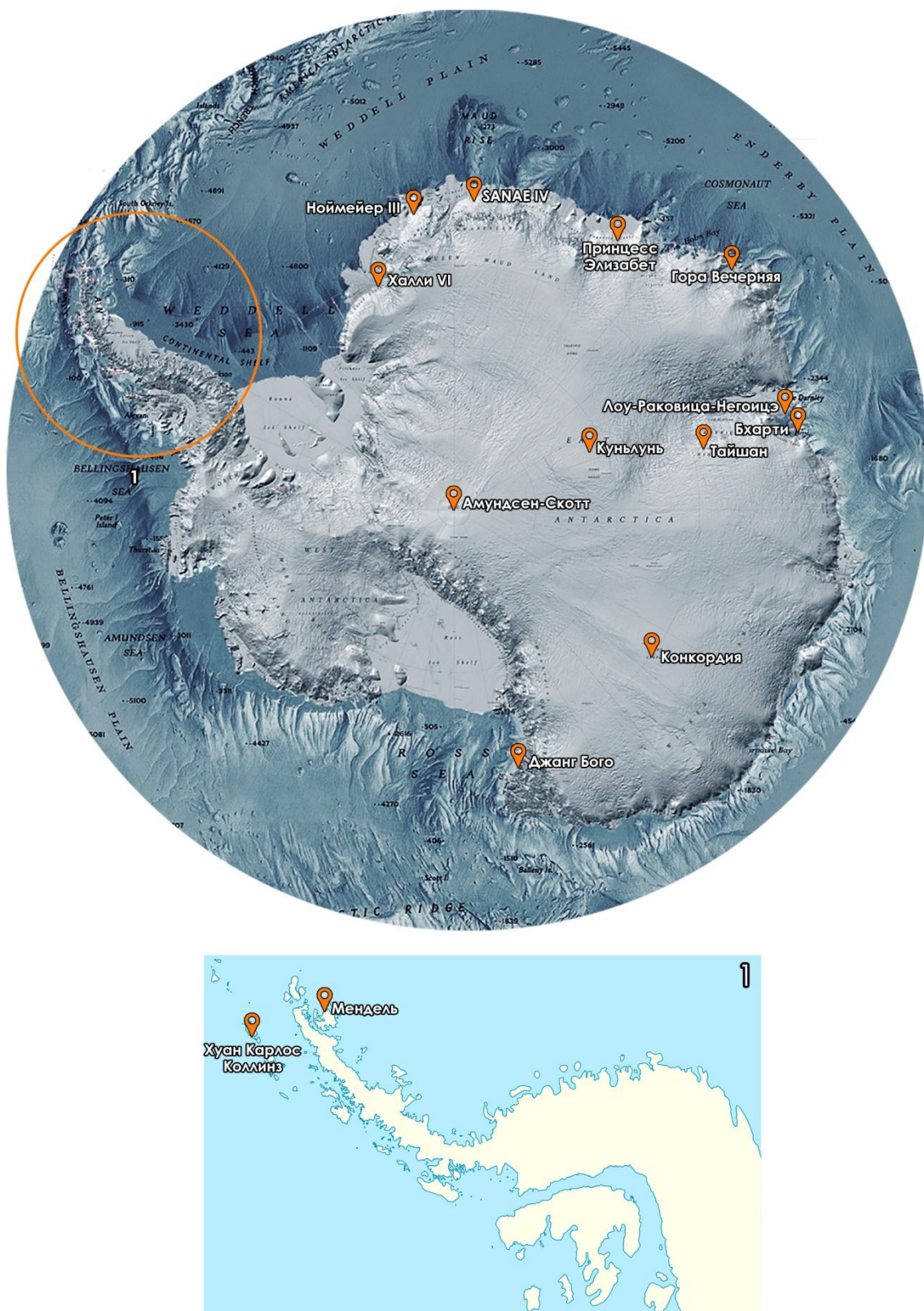
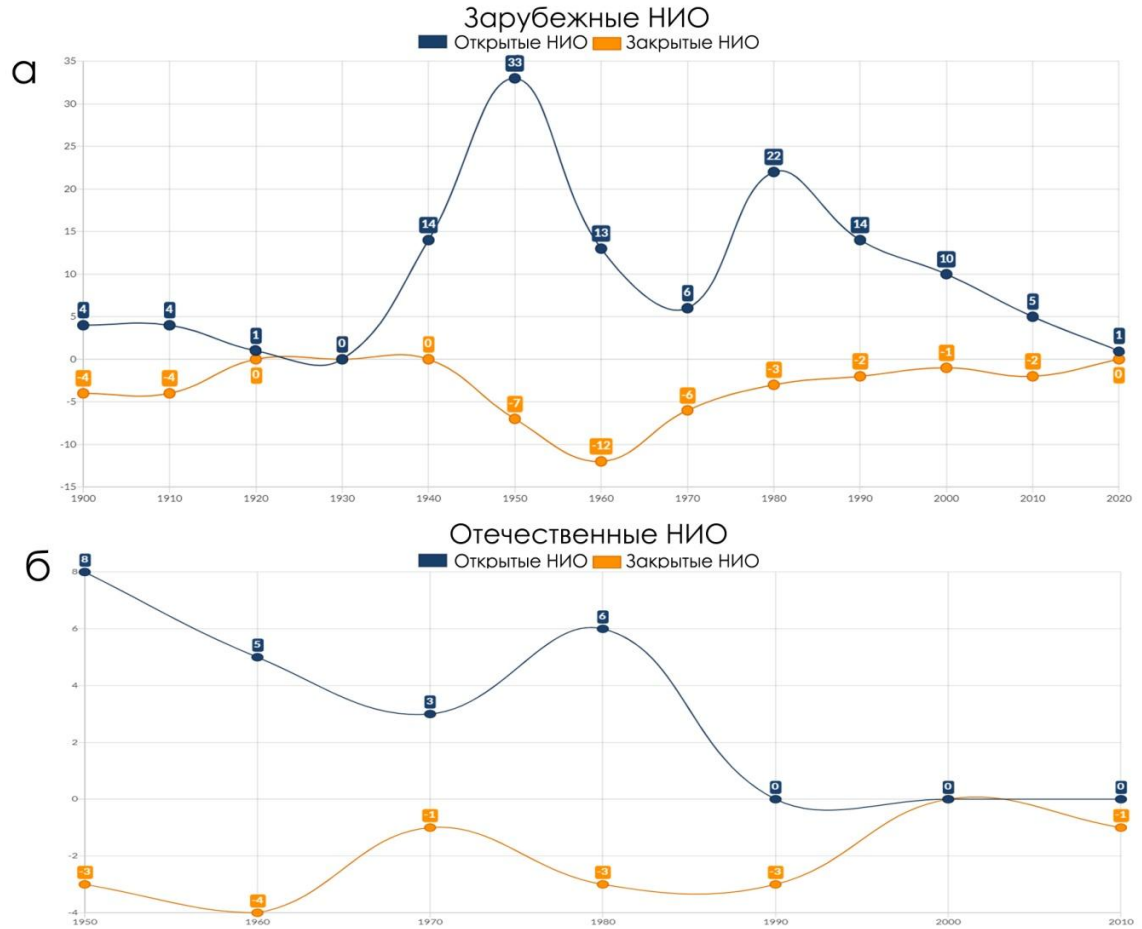


рис. 17. Расположение антарктических НИО четвертого этапа развития, зарубежный опыт



## Динамика открытия станций



## Показатели за весь период развития антарктических НИО

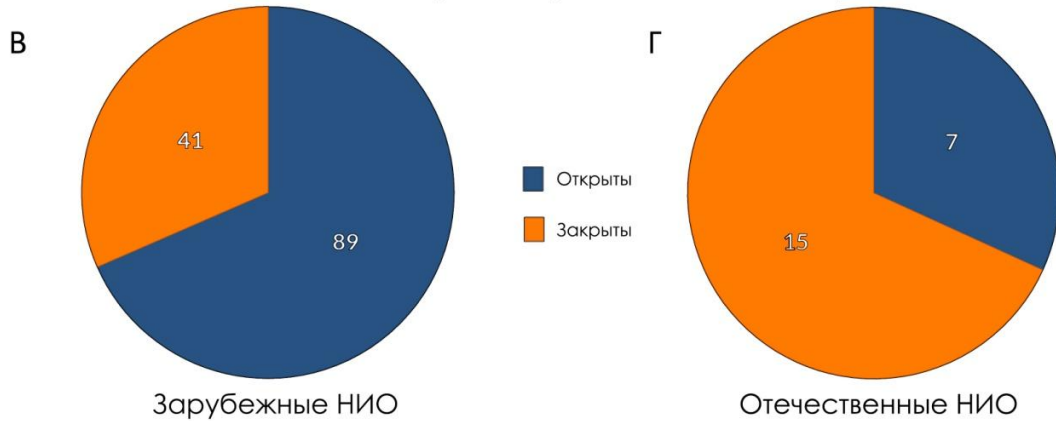


рис. 18. Данные антарктических НИО за весь период развития.

а - Динамика открытия зарубежных антарктических НИО;

б - динамика открытия отечественных антарктических НИО;

в - Общие показатели зарубежных НИО;

г - общие показатели отечественных НИО.

А. 3. Мировой опыт проектирования научно-исследовательских объектов в полярных регионах (XX - начало XXI вв.)

а) Научно-исследовательские станции

<p><b>Количество зданий:</b> 1-8</p> <p><b>Общая площадь:</b> &lt; 5000м<sup>2</sup></p> <p><b>Автономность:</b> на значительном удалении от населенных пунктов</p> <p><b>Количество научных сотрудников:</b> от 5 до 60</p>	Арктика	Антарктика	 <p>Расположение НИС в Арктике</p>  <p>Расположение НИС в Антарктике</p>	
				
				
				
				

б) Научно-исследовательские комплексы

<p><b>Количество зданий:</b> &gt;10</p> <p><b>Общая площадь:</b> &gt; 5000м<sup>2</sup></p> <p><b>Автономность:</b> на значительном удалении от населенных пунктов</p> <p><b>Количество научных сотрудников:</b> от 100</p>	Антарктика	 <p>Расположение НИК в Антарктике</p>  <p>Соотношение НИК по времени открытия</p>  <p>Соотношение НИК по управляющим странам</p>	
			
			
			
			

в) Научно-исследовательские центры


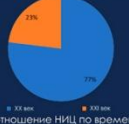
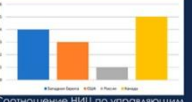




<p><b>Количество зданий:</b> 1-2</p> <p><b>Общая площадь:</b> от 100 до 8500м<sup>2</sup></p> <p><b>Автономность:</b> в черте населенных пунктов</p> <p><b>Количество научных сотрудников:</b> от 12</p>	Арктика	 <p>Расположение НИЦ в Арктике</p>  <p>Соотношение НИЦ по времени открытия</p>  <p>Соотношение НИЦ по управляющим странам</p>	
			
			
			
			

рис. 19. Мировой опыт проектирования научно-исследовательских объектов в полярных регионах (середина XX - начало XXI вв.)

Сермилик (Дания)



Закенберг (Дания)



Верхний лагерь (США)



рис. 20. Гренландские НИС

СЕН полевая станция реки Бонифаций



СЕН полевая станция острова Байлот



СЕН станция Кангикусуалуук сукуйарвик



СЕН Саллюи



рис. 21. Канадские НИС

Валькаркай



Виллиам Баренц



Северо-восточная

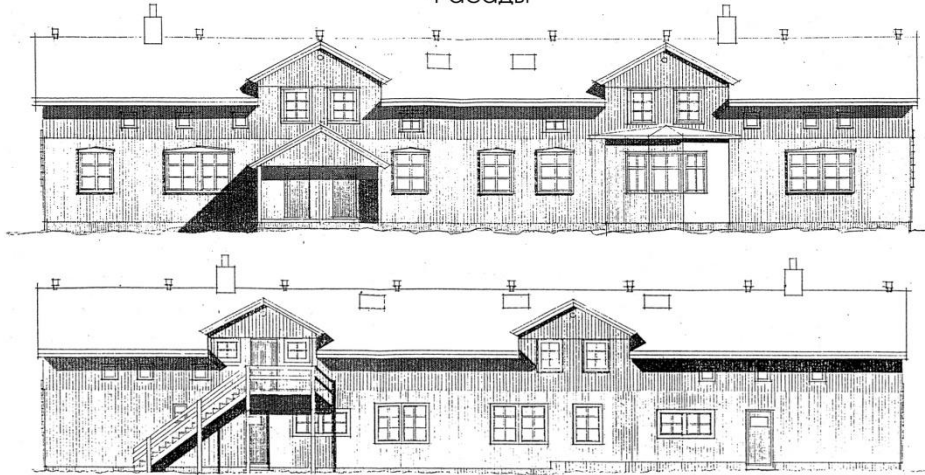


рис. 22. Российские НИС

# Арктическая станция университета Копенгагена (Дания)



Чертежи станции  
Фасады



Планы этажей

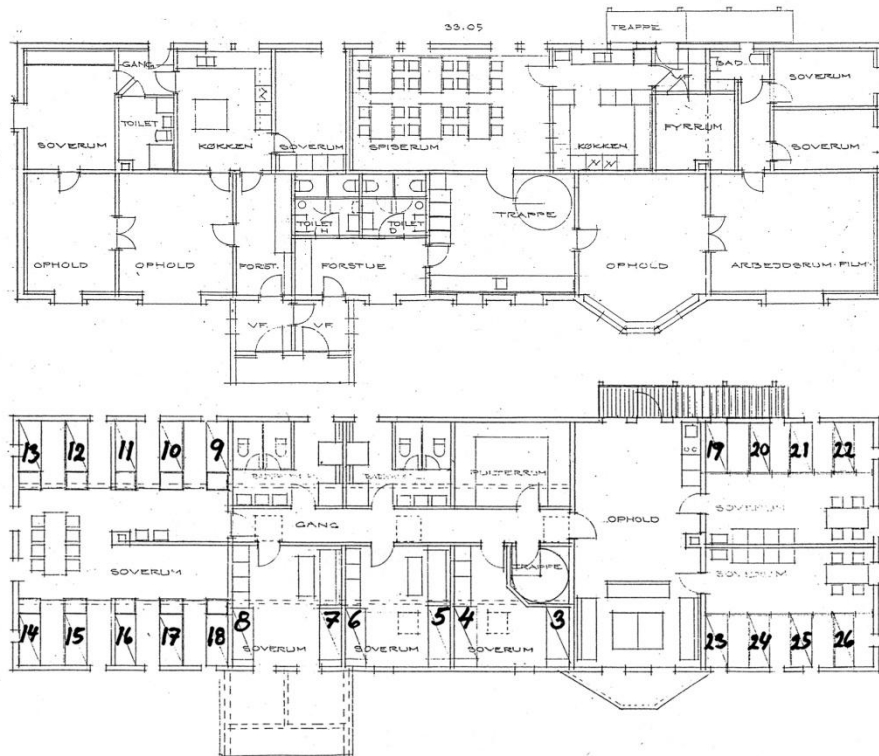
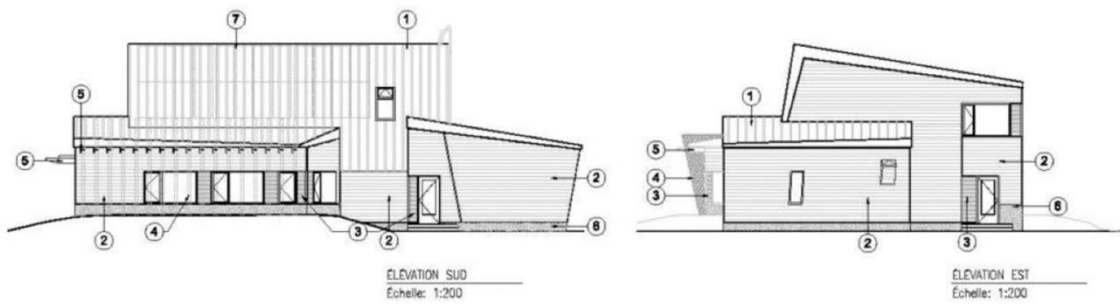
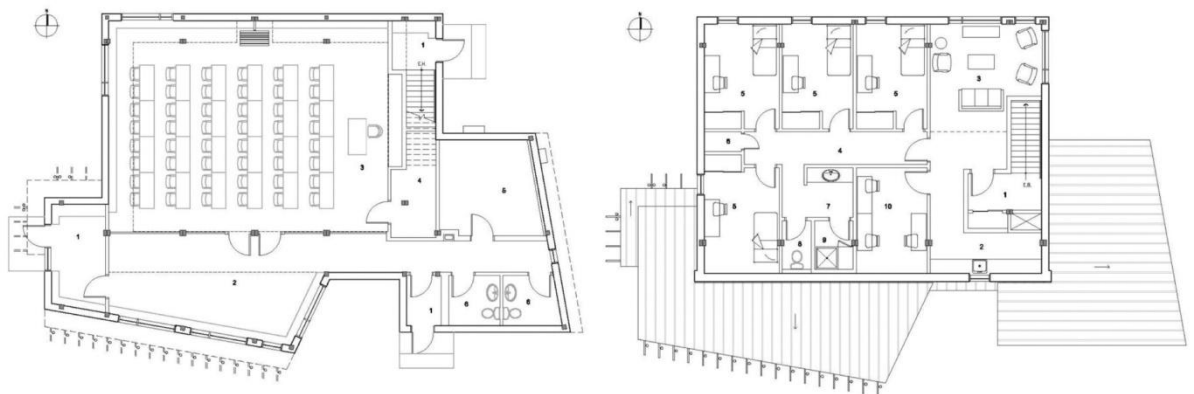


рис. 23. Арктическая станция университета Копенгагена (Гренландия)

## СЕН Исследовательский комплекс Вапмагустуи-Кууджуарапик (Канада)

Чертежи станции  
Фасады

Планы этажей



Ситуационный план

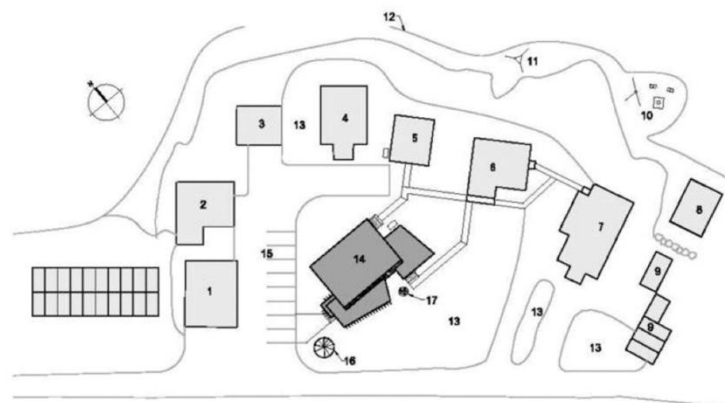


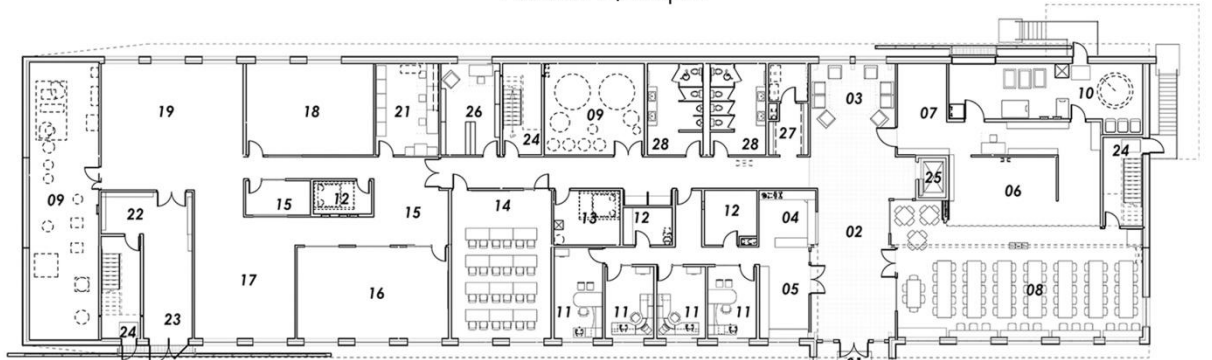
рис. 24. Исследовательская станция Вапмагустуи-Кууджуарапик (Канада)



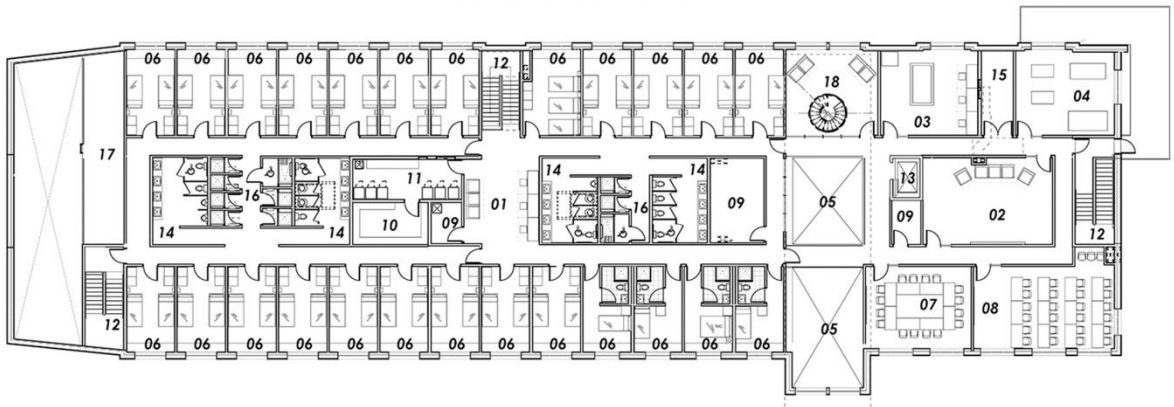
## Черчиллский центр северных исследований (Канада)



Планы центра



План 1-ого этажа



План 2-ого этажа

Сборка аэродинамического объема станции



рис. 25. Черчиллский центр северных исследований (Канада)

## МС Тикси (РФ)

Чертежи станции  
План этажа

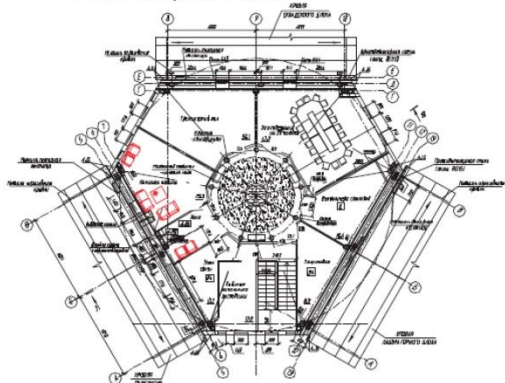
рис. 26. Метеостанция Тикси (РФ)

## Остров Самойловский (РФ)



Чертежи станции

План второго этажа



План первого этажа

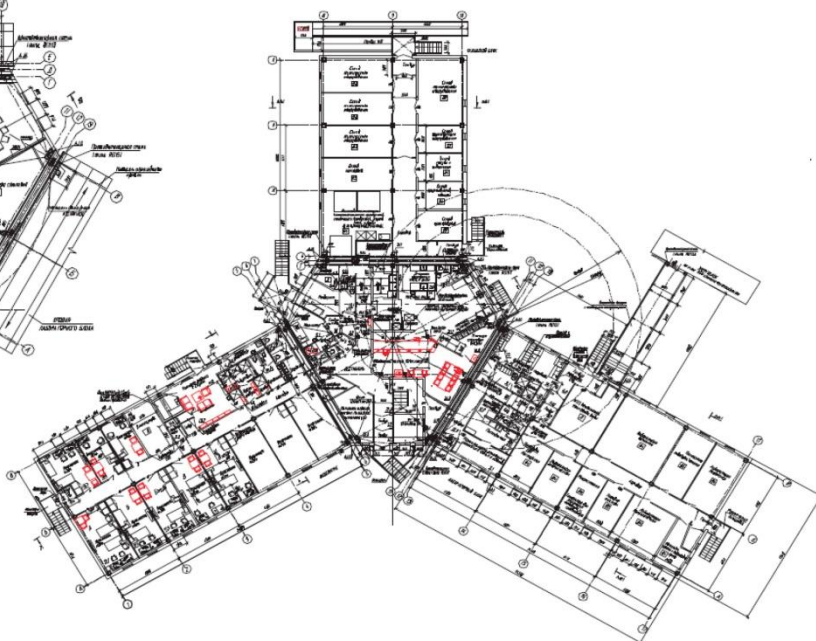


рис. 27. НИС Остров Самойловский (РФ)

## Восток (РФ)



рис. 28. НИС Восток (РФ)

Конкордия (Франция)



Чертежи станции

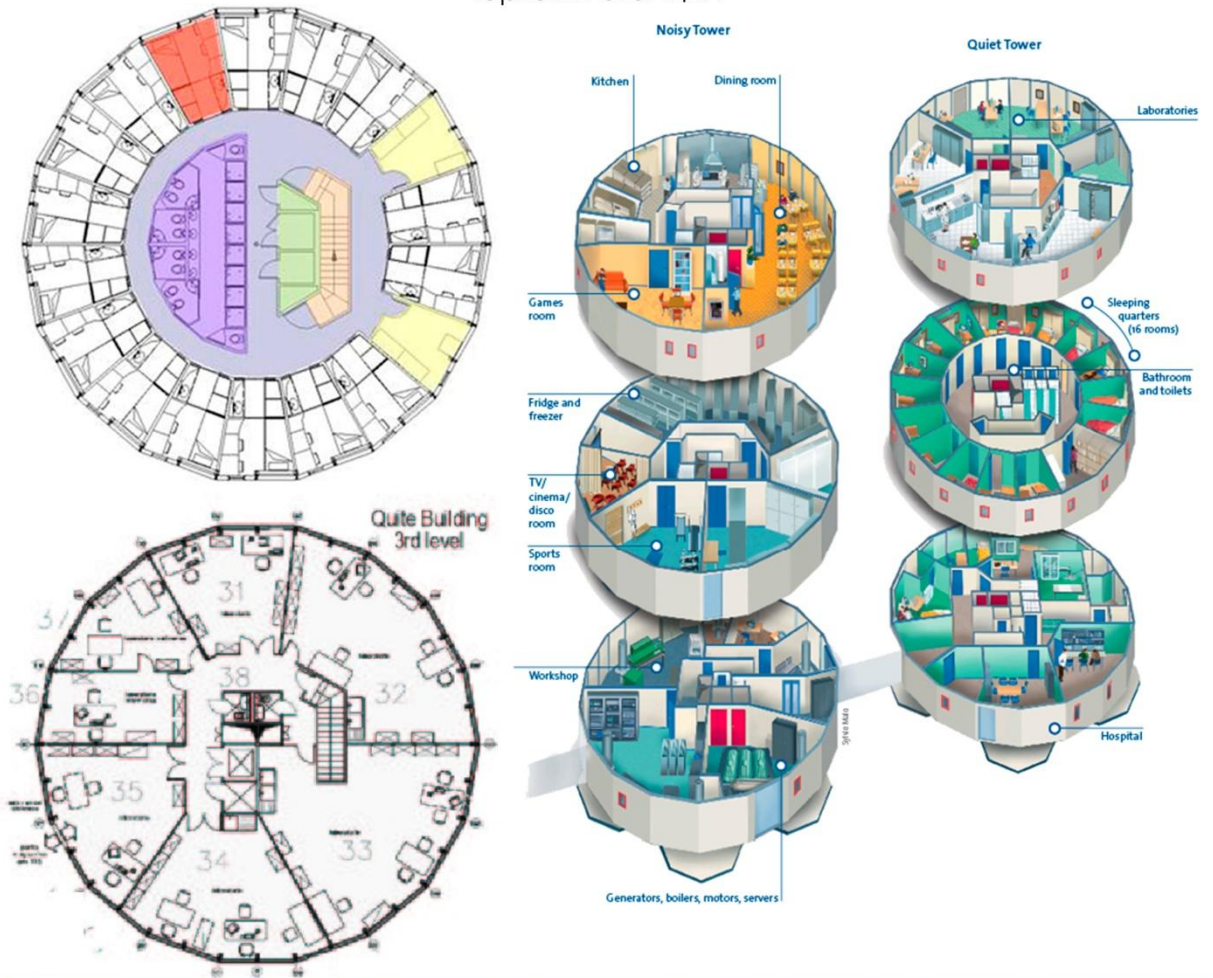


рис. 29. НИС Конкордия (Франция)

## Принцесс Элизабет (Бельгия)



Чертежи станции

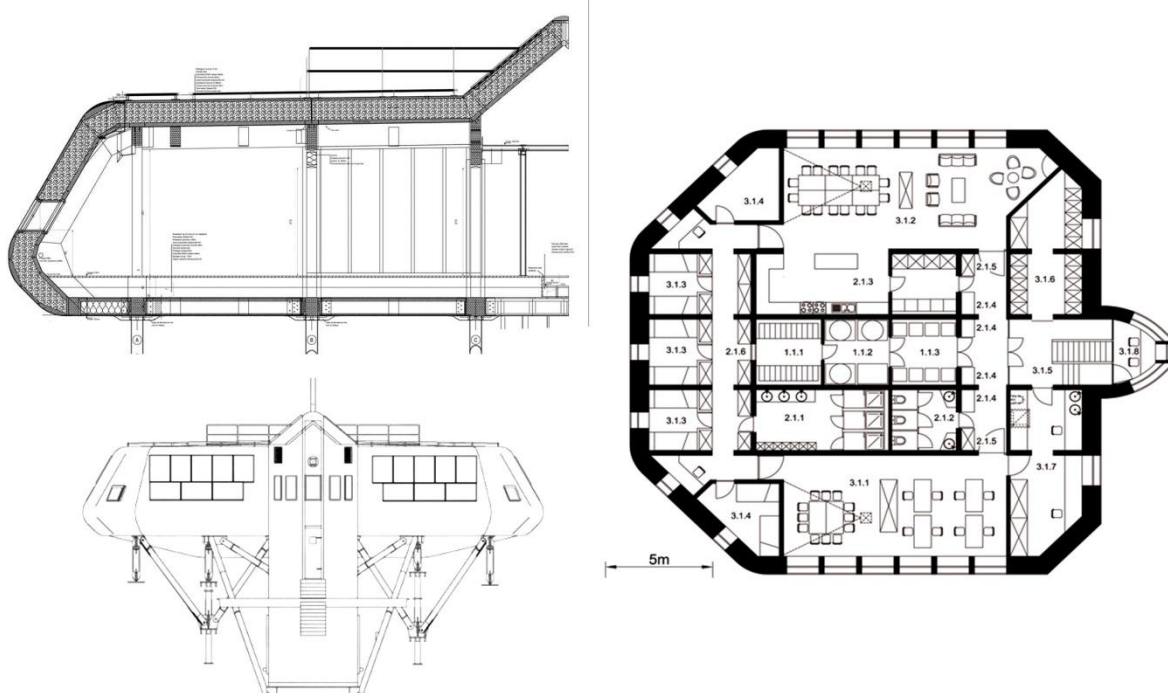
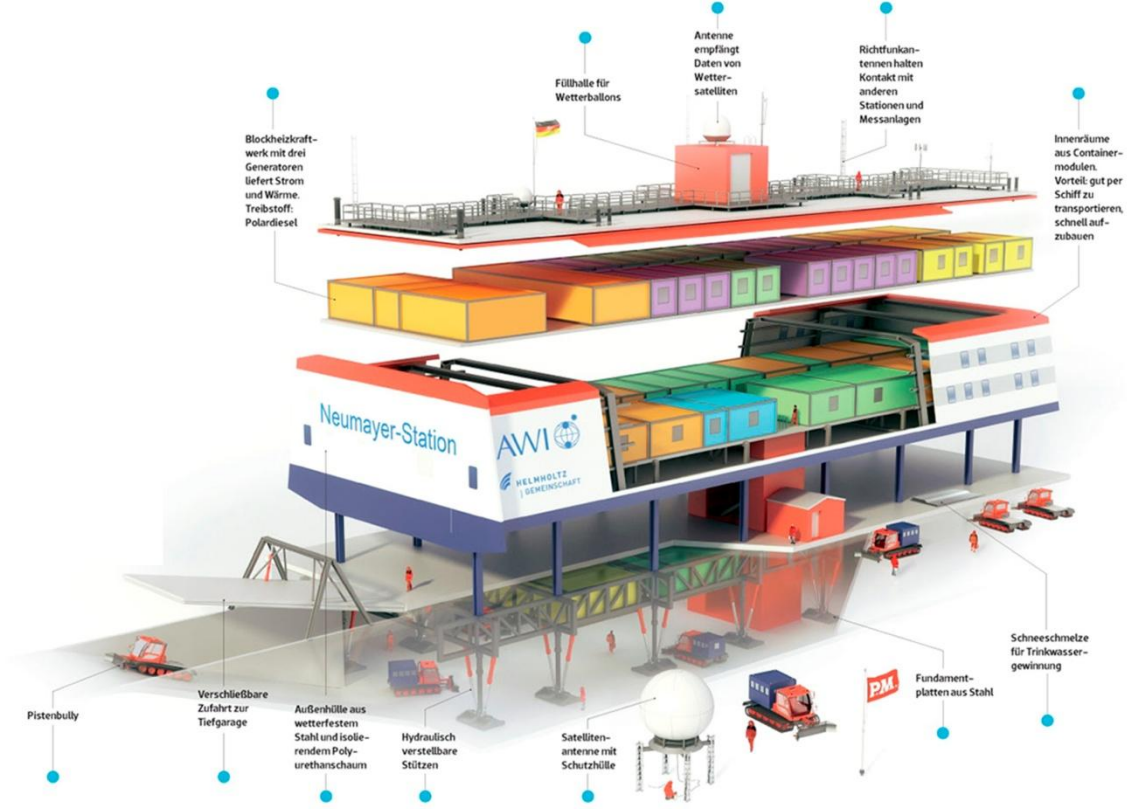


рис. 30. НИС Принцесс Элизабет (Бельгия)

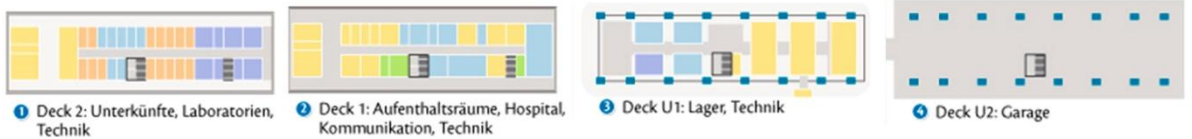
# Ноймейер III (Германия)



## Детали архитектуры станции



3D модель станции

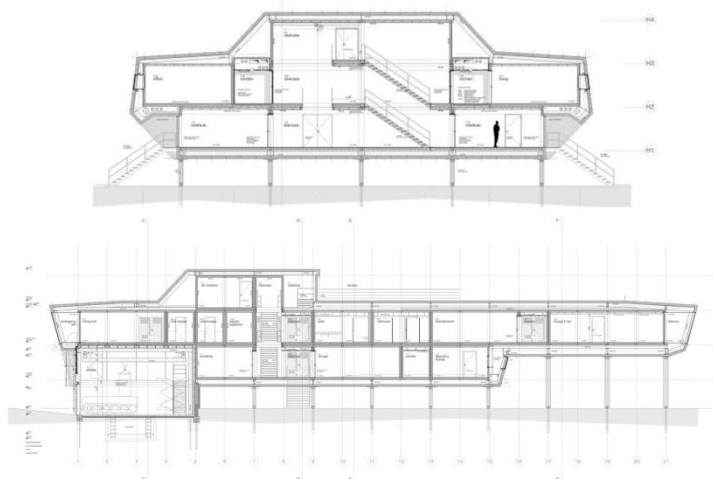


Планы уровней станции



рис. 31. НИС Ноймейер III (Германия)

## Бхарти (Индия)

Чертежи станции  
Разрезы

Планы этажей

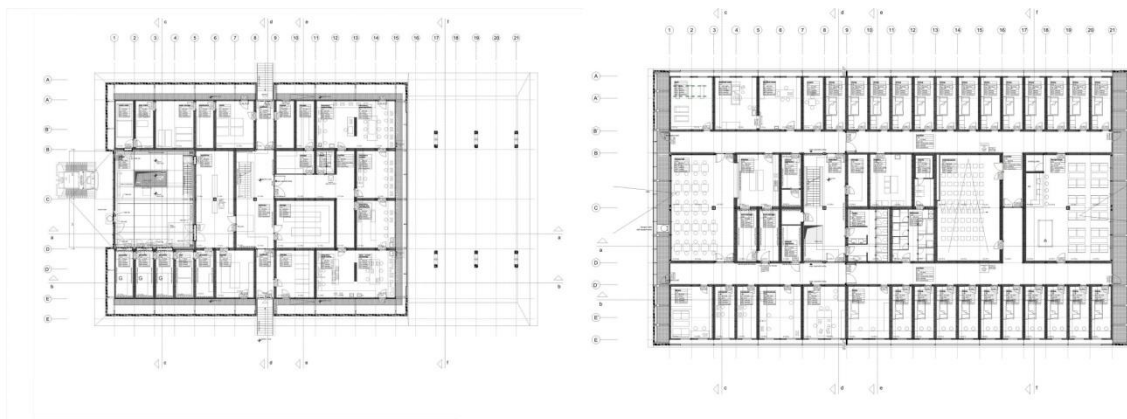


рис. 32. НИС Бхарти (Индия)



## Халли VI (Великобритания)



Чертежи станции

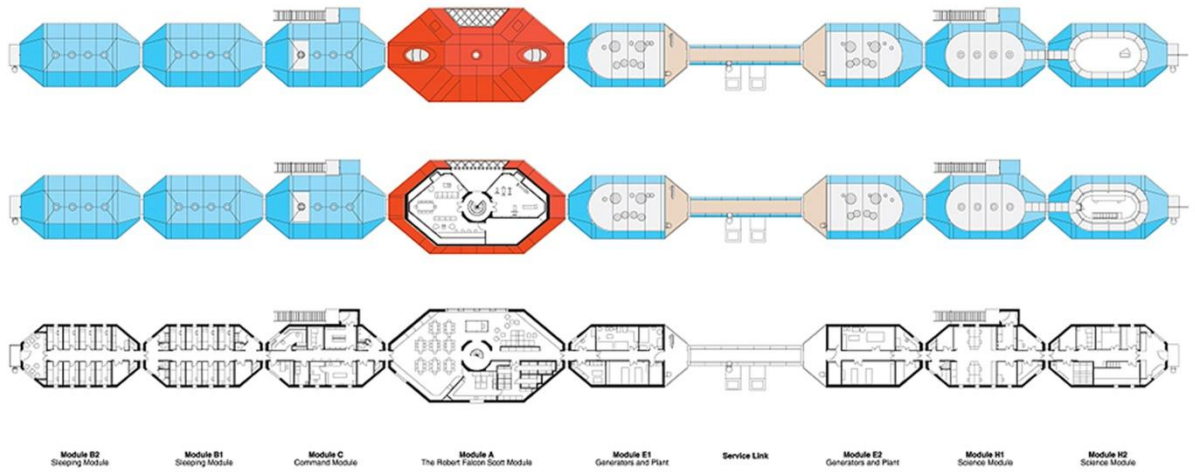


рис. 33. НИС Халли VI (Великобритания)

станция Ротера (Великобритания)



станция Зуккелли (Италия)



станция Хуан карлос (Испания)



рис. 34. НИК Западной Европы в Антарктике

База Норденшельд  
станция Абоа (Финляндия)



станция Васа (Швеция)



рис. 35. База Норденшельд (Скандинавия)

## Моусон



## Дейвис



## Кейси

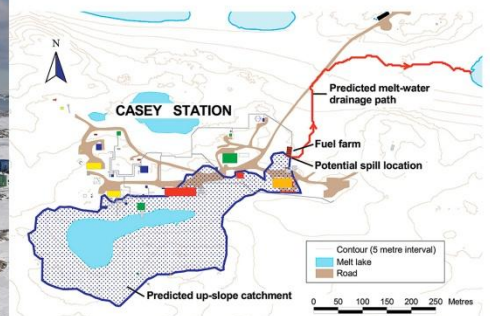


рис. 36. Австралийские НИК

Генерал Бернардо О'Хиггинс (Чили)



Фрей (Чили)



Марамбио (Аргентина)



Эсперанца (Аргентина)



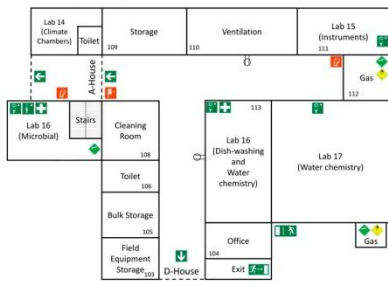
рис. 37. Южноамериканские НИК

# Исследовательская станция Абиску (Швеция)

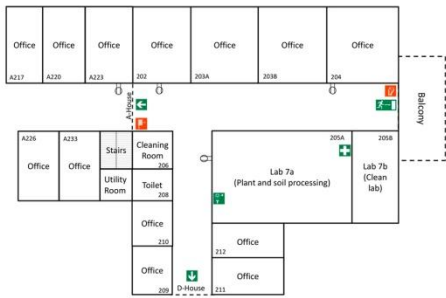


## Планы лабораторий

### Лаборатория изменений климата

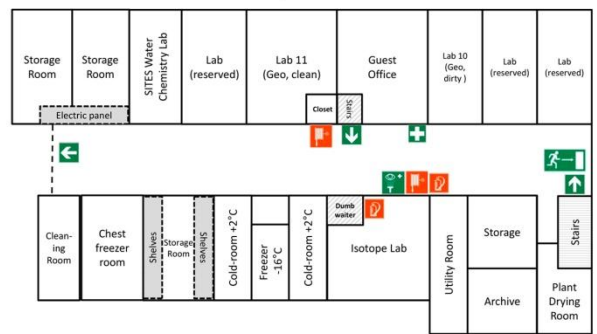


Подземный уровень

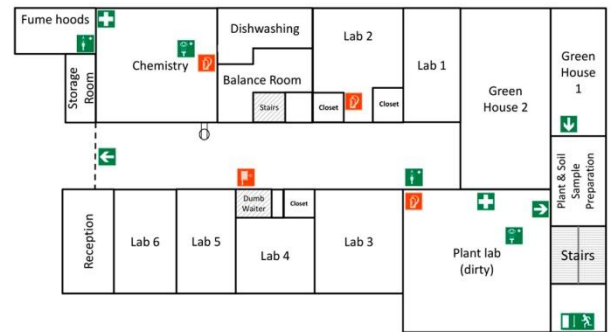


Первый этаж

### Главное научное здание



Подземный уровень



Первый этаж



рис. 38. НИК Абиску (Швеция)

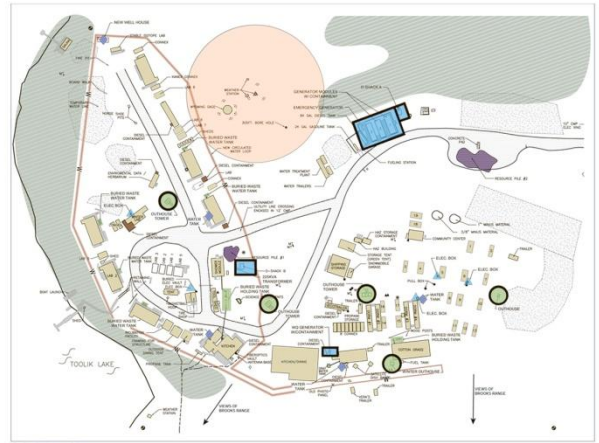
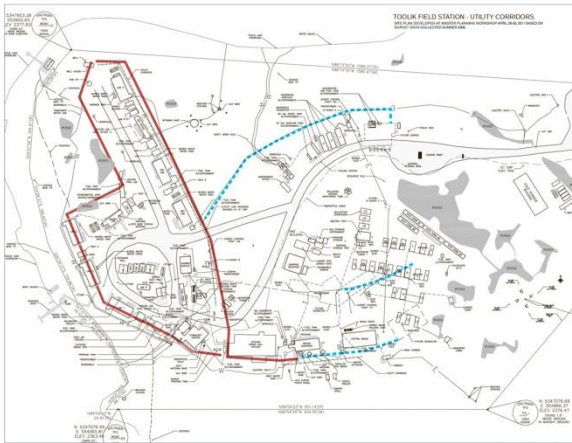
# Полевая станция Тулик (США)



## Планы комплекса

Инфраструктура

Организация комплекса



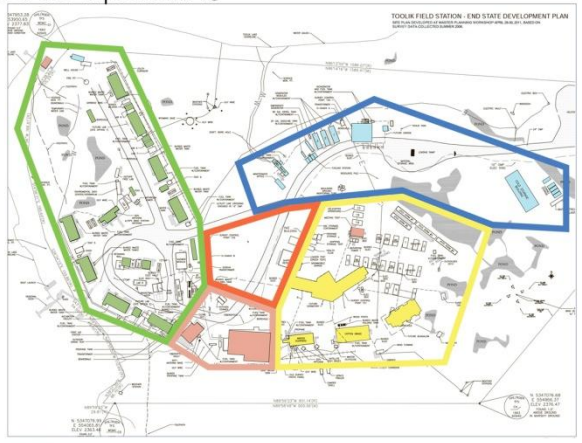
LEGEND

- EXISTING CORRIDORS
- FUTURE CORRIDORS

LEGEND

- BURIED WASTEWATER TANK
- BIODIGESTER
- ELECTRICAL BOX
- WATER
- OTHER ELECTRICAL
- WASTEWATER FACILITY
- DIESEL CONFINEMENT
- STEEP SLOPES
- RELOCATE FIELD
- RELOCATE CIRCLE
- TRUCK DUMPS

## Функциональное зонирование



LEGEND

- NO CHANGE
- REMOVED
- RELOCATION
- REPURPOSED

ZONING DISTRICT

- LABORATORY AREA
- INDUSTRIAL AREA
- COMMUNITY SUPPORT AREA
- HOUSING
- SPRING SPACE

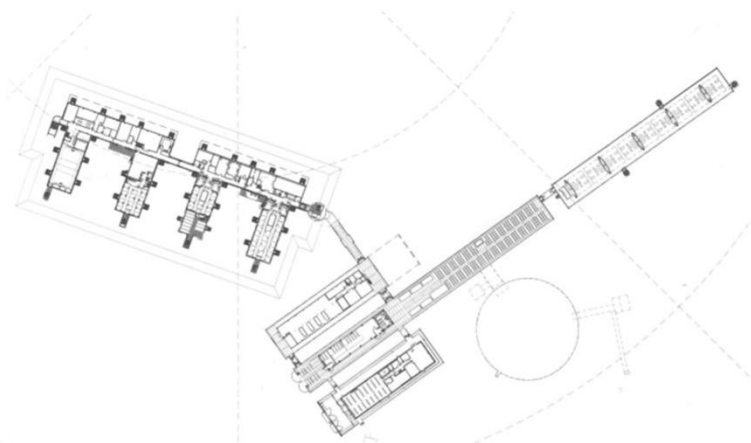


рис. 39. НИК Тулик (США)

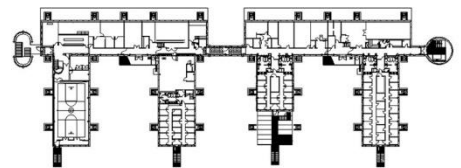
# Амундсен-Скотт (США)



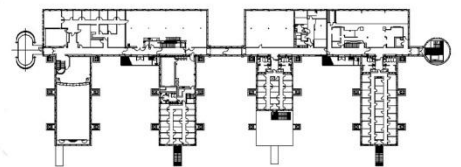
План комплекса



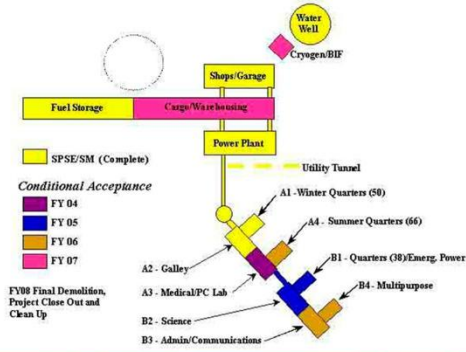
План 1-ого этажа



План 2-ого этажа



Функциональное зонирование



3d модель здания 2003 г. постройки

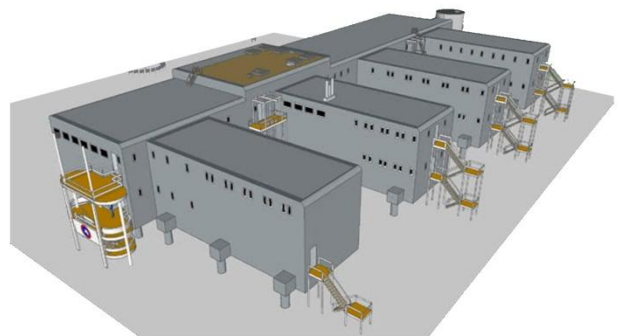
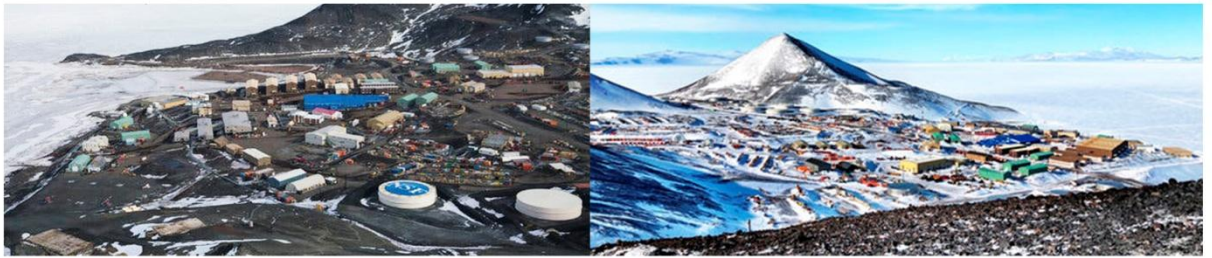


рис. 40. НИК Амундсен-Скотт (США)



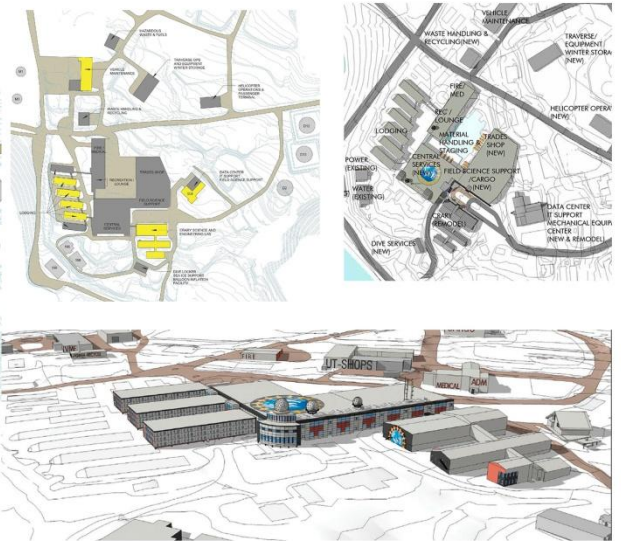
# МакМёрдо (США)



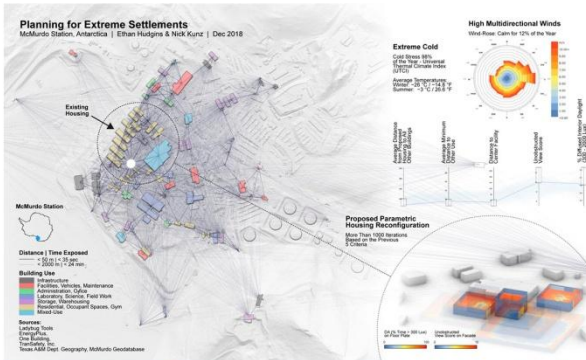
## План комплекса



## Проект реновации центральной части комплекса



## Функциональное зонирование



## Транспортная схема комплекса

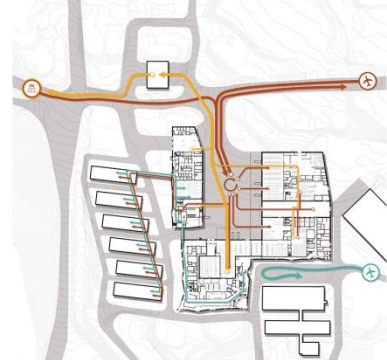


рис. 41. НИК МакМёрдо (США)

## Дюмон Д'Юрвилль (Франция)



План комплекса

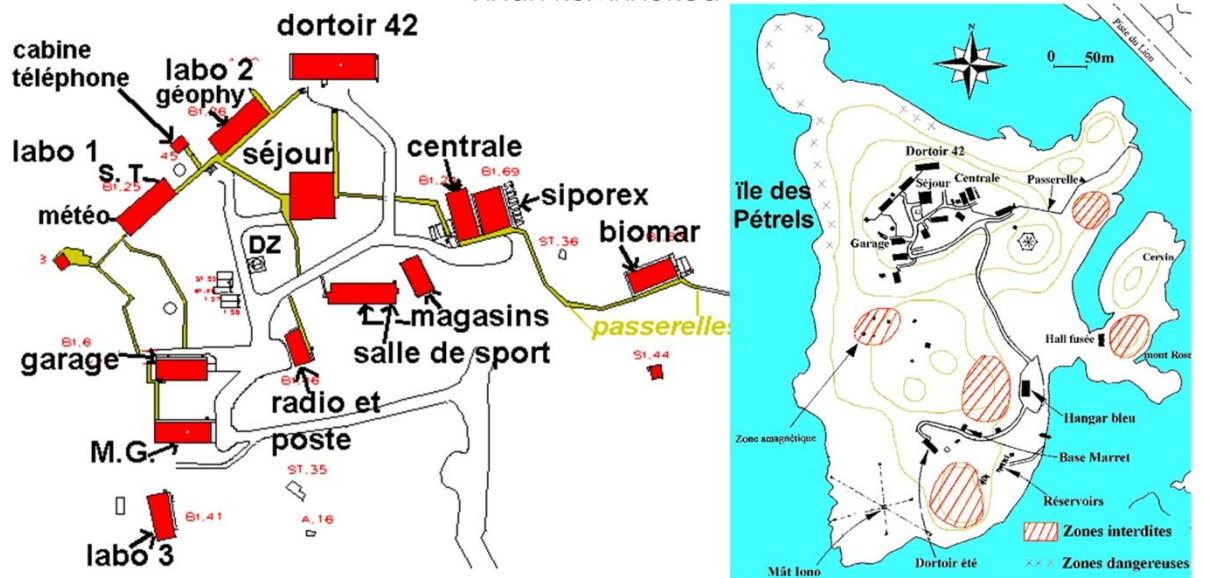
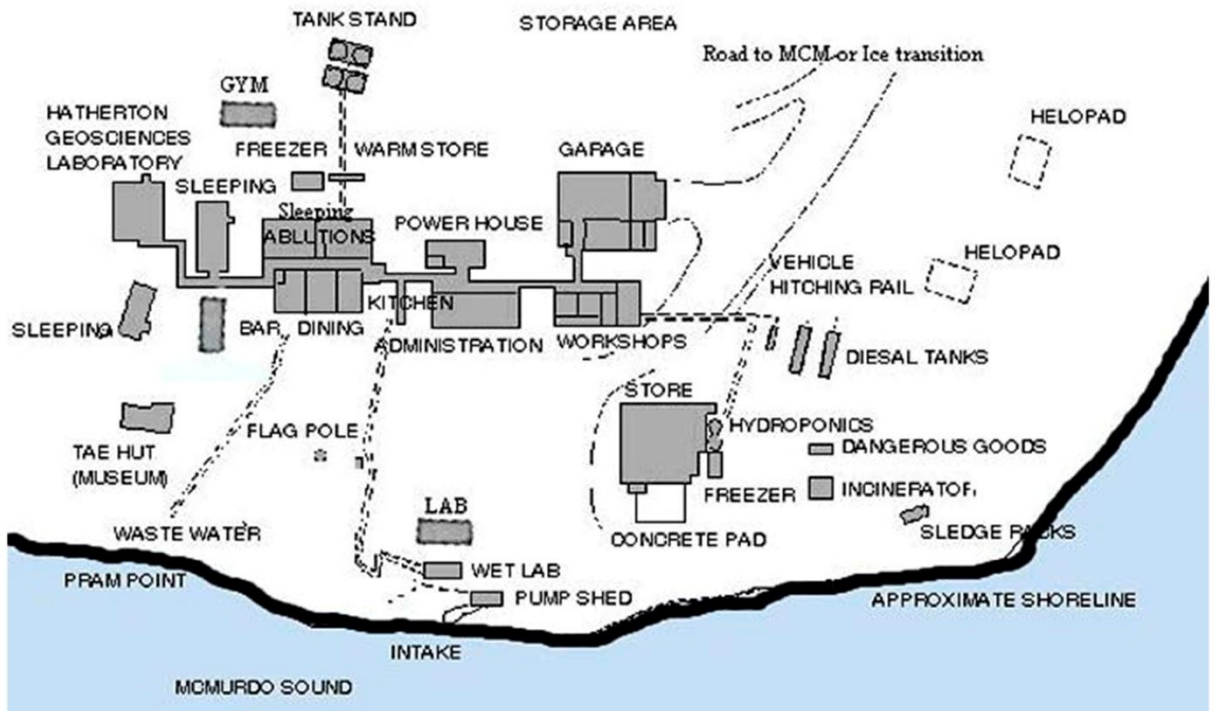


рис. 42. НИК Дюмон Д'Юрвилль (Франция)

## Скотт-Бейс (Новая Зеландия)



План комплекса



Проект 2017 г.



рис. 43. НИК Скотт-бейс (Новая Зеландия)

Альпийский исследовательский центр Финс (Норвегия)



Научный и Учебный центр Судурнес (Исландия)



Центр природы и наследия Скаланес (Исландия)

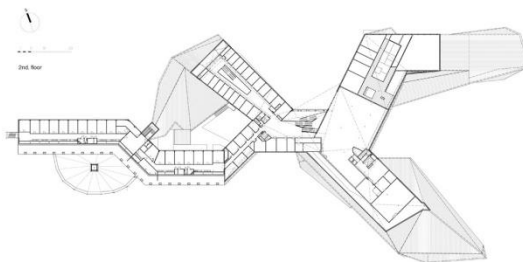
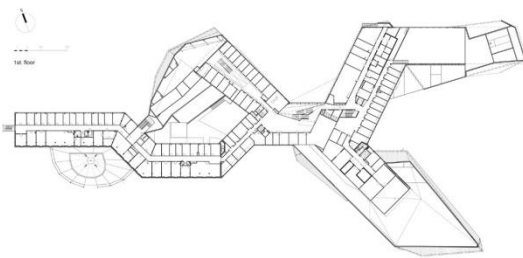
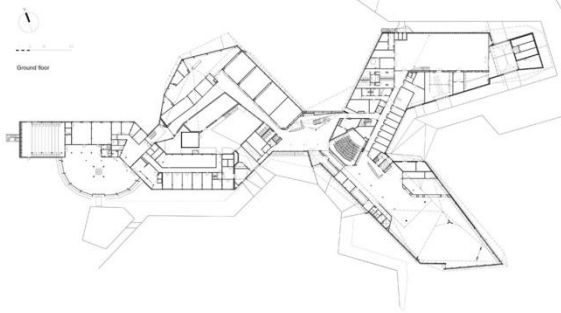


рис. 44. НИЦ Западной Европы (Скандинавия)

## Исследовательский центр Свальбарда (Норвегия)



Планы центра



Разрезы центра

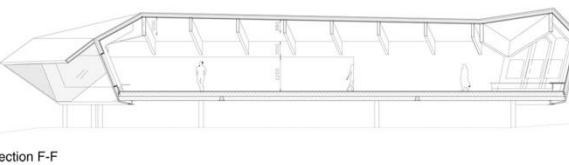
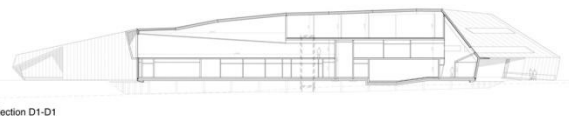
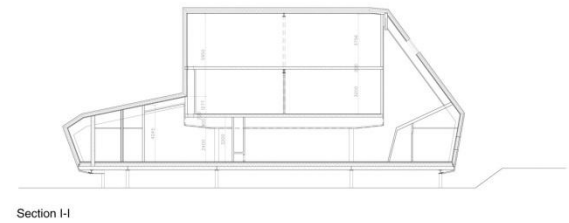
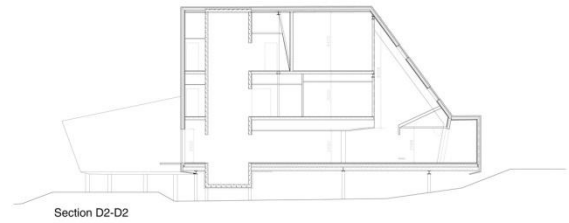


рис. 45. НИЦ Свальбарда (Норвегия)

## Западный Арктический Исследовательский центр (Канада)



Планы центра

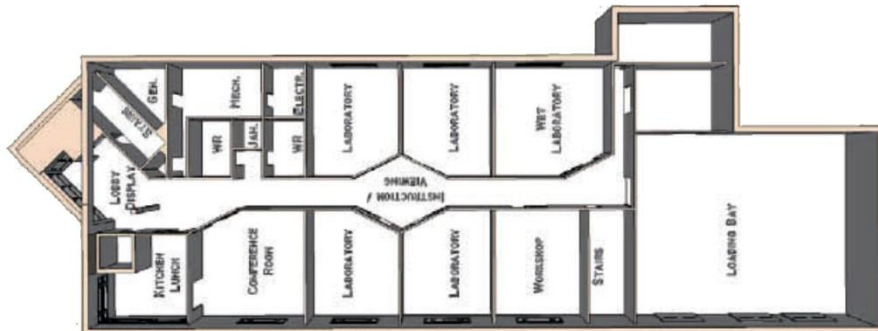
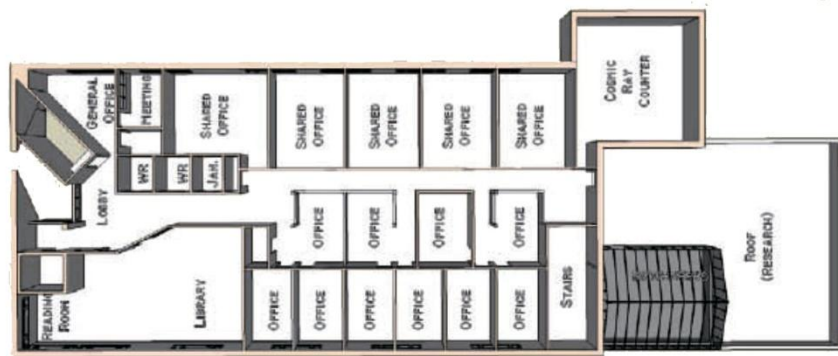
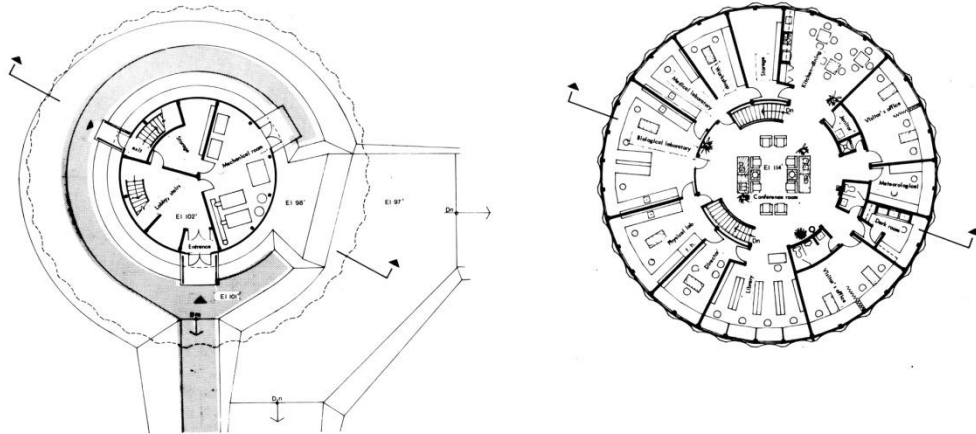


рис. 46. Западный Арктический исследовательский центр (Канада)

# Исследовательский центр Иглулика (Канада)



Планы центра



Разрез, фасад, детали несущих конструкций и ограждающих

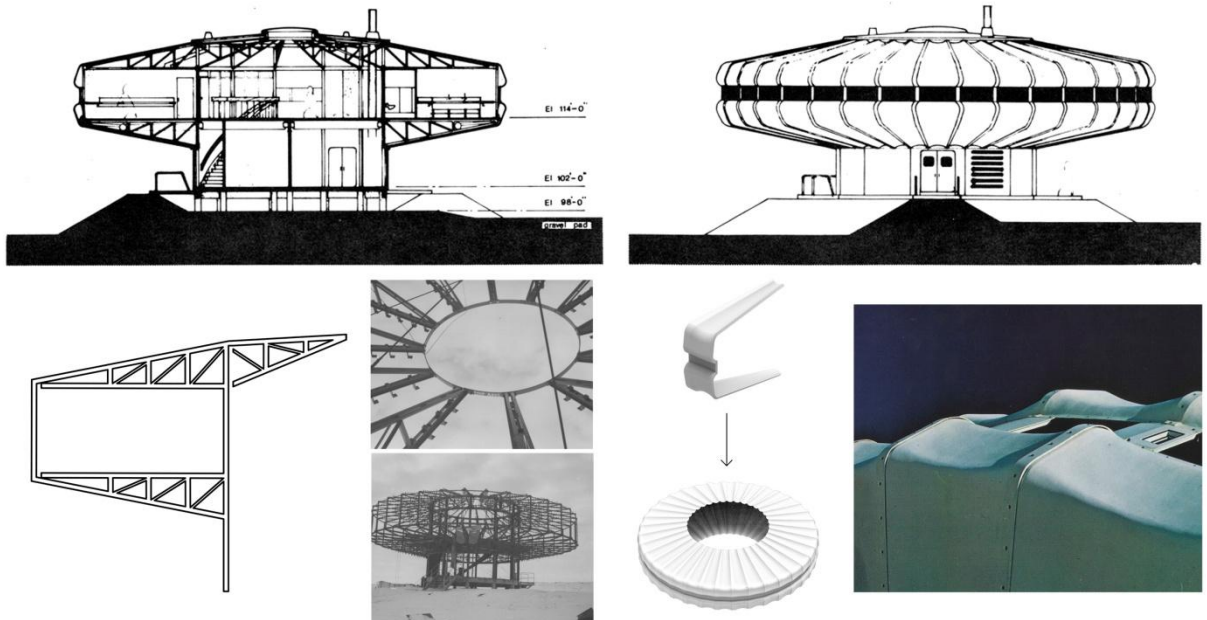
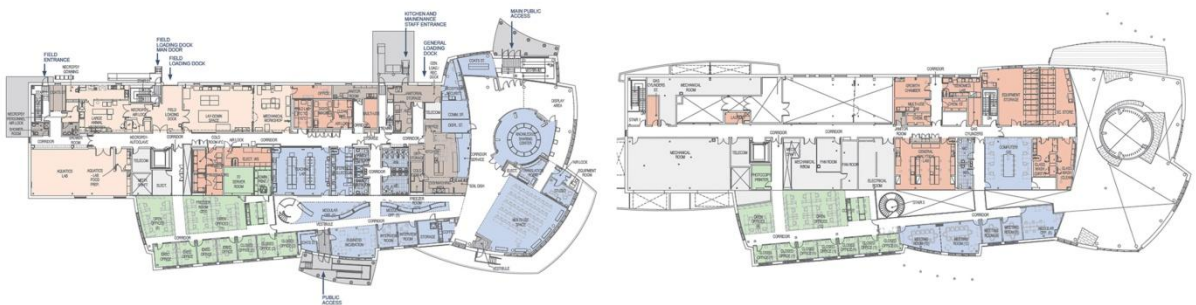


рис. 47. НИЦ Иглулика (Канада)

Канадская высокоарктическая исследовательская станция (Канада)



Чертежи станции  
Планы этажей



Макет



рис. 48. Канадская высокоарктическая исследовательская станция (Канада)



## Арктический исследовательский центр Барроу (США)



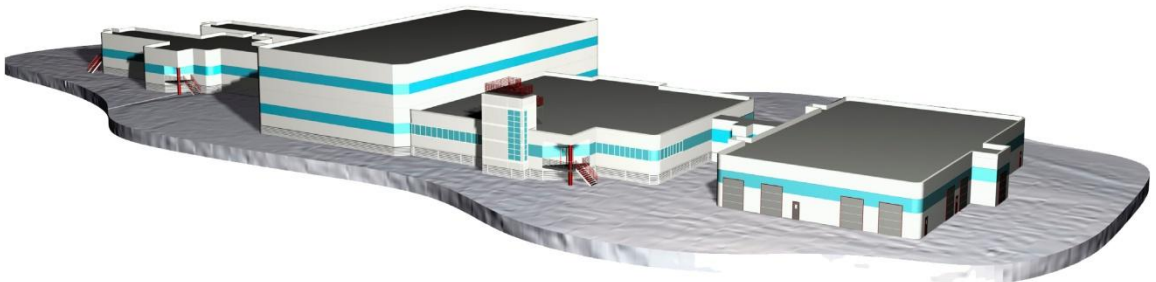
Детали архитектуры центра



Генеральный план



План первого этажа



3d модель центра



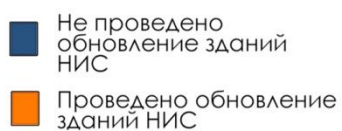
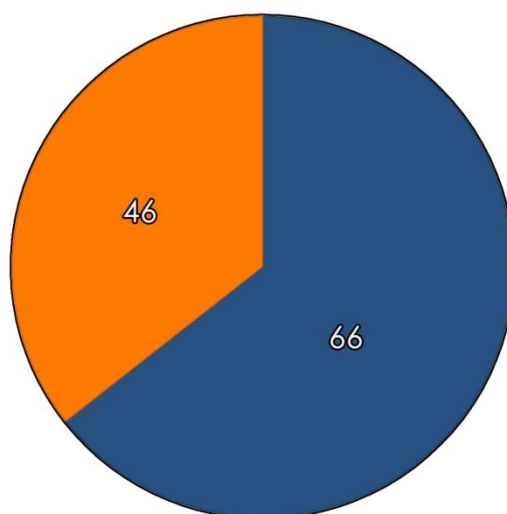
рис. 49. НИЦ Барроу (США)

А. 4. Отечественный опыт строительства НИО. Современное состояние вопроса.



## Данные проведения работ по обновлению НИО

а



б

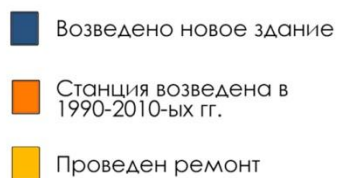
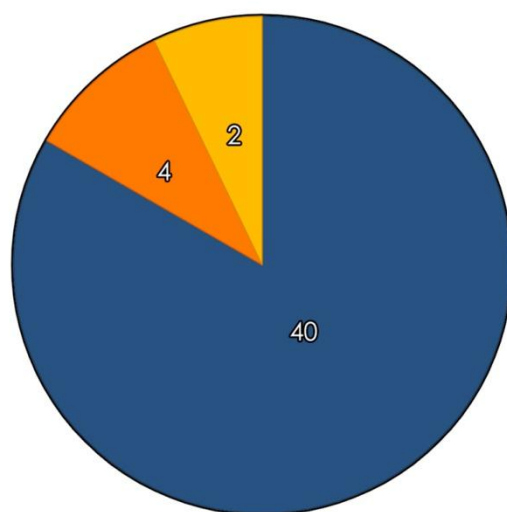


рис. 51. Данные проведения работ по обновлению НИО

а - Общие данные по всем НИО;

б - виды работ по обновлению НИО.

а

## Обновленные НИО



б

## Необновленные НИО



рис. 52. Данные по состоянию архитектуры НИО

а - Обновленные НИО

б - Необновленные НИО

А. 5. Функциональное зонирование  
и архитектурно-планировочные особенности  
научно-исследовательских объектов.

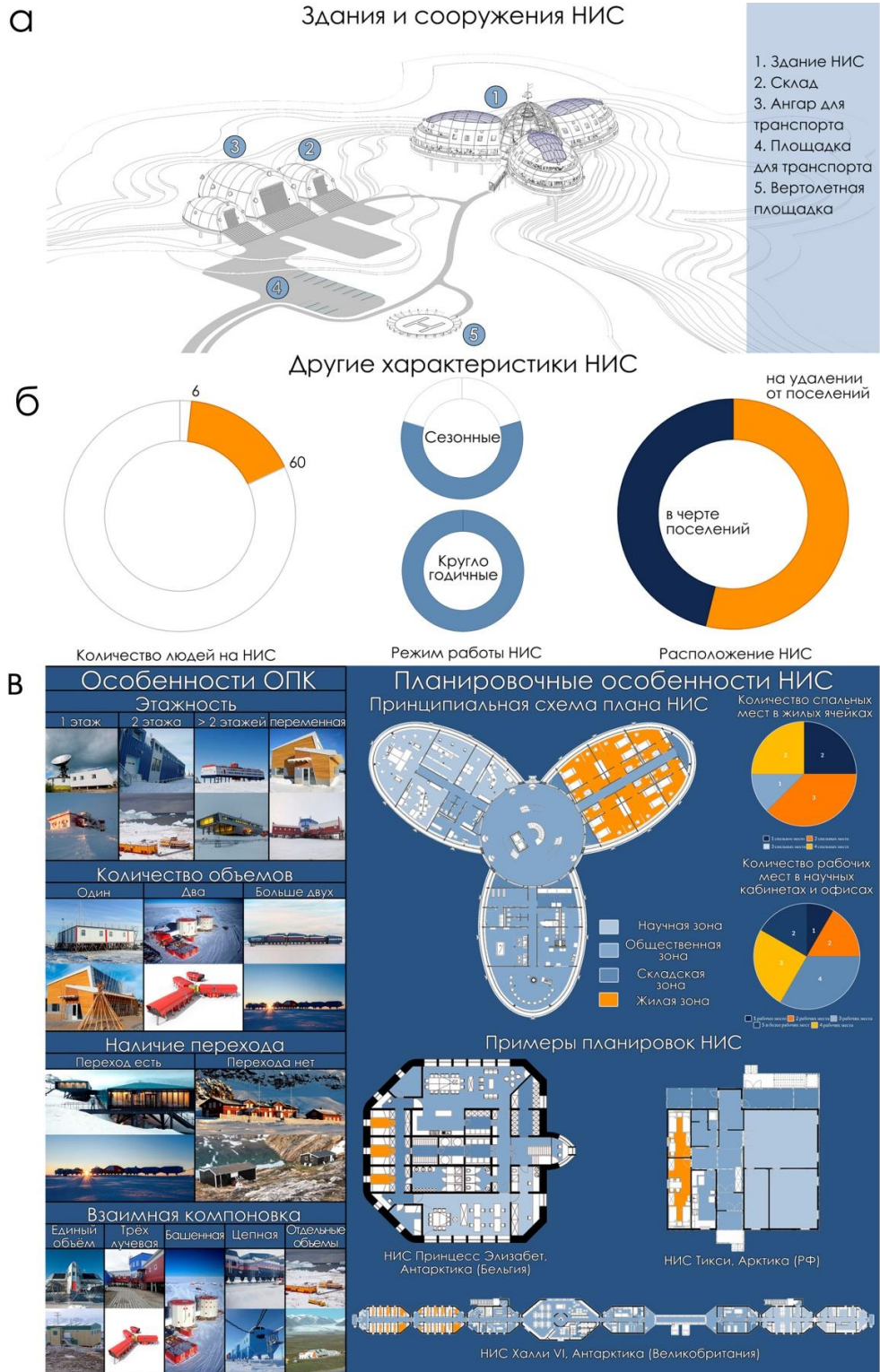


рис. 53. Функциональное зонирование и особенности НИС

а - Здания и сооружения НИС

б - Прочие характеристики НИС

в - Особенности ОПК НИС

г - Планировочные особенности НИС

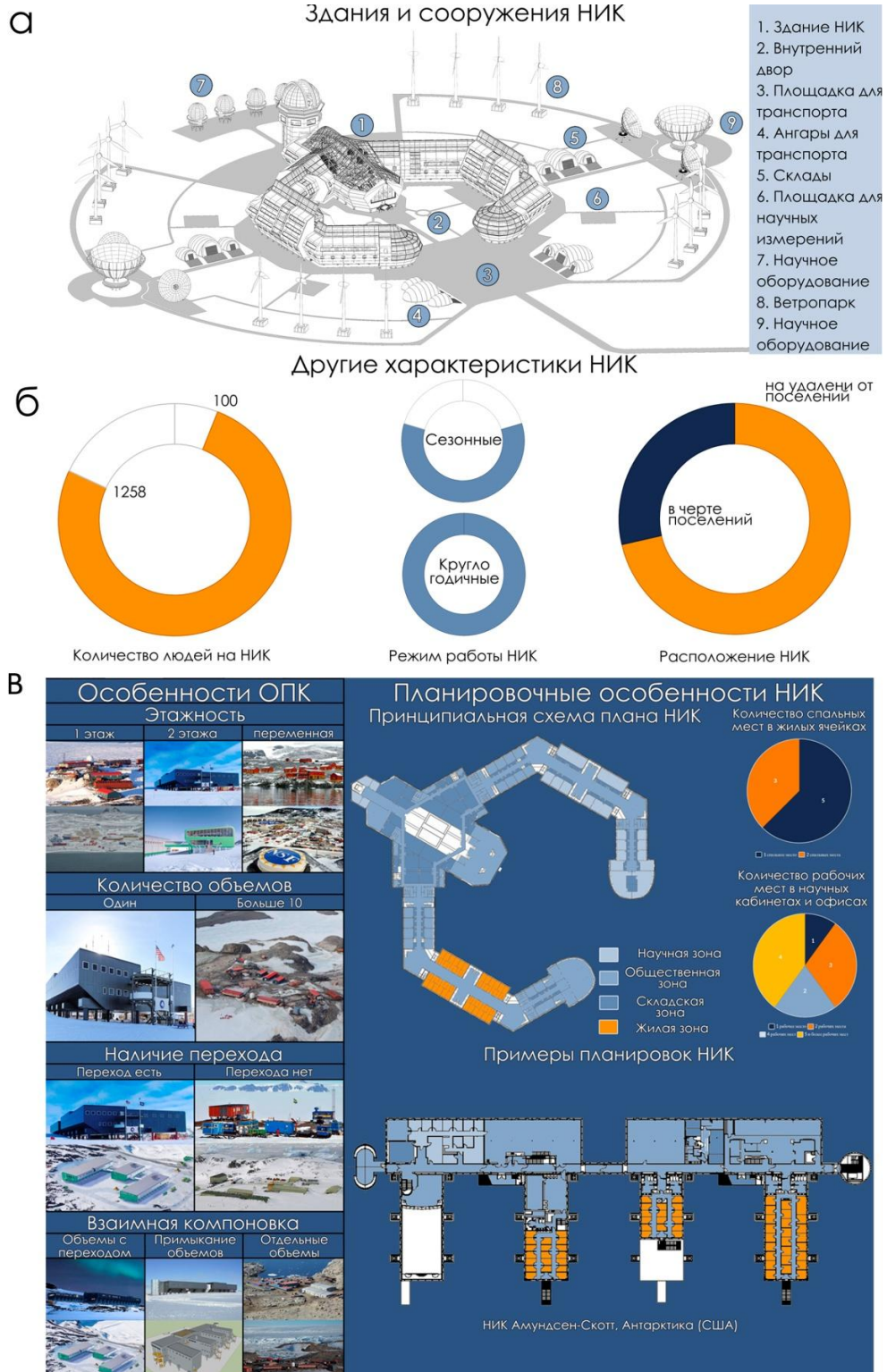


рис. 54. Функциональное зонирование и особенности НИК

а - Здания и сооружения НИК

б - Прочие характеристики НИК

в - Особенности ОПК НИК

г - Планировочные особенности НИК



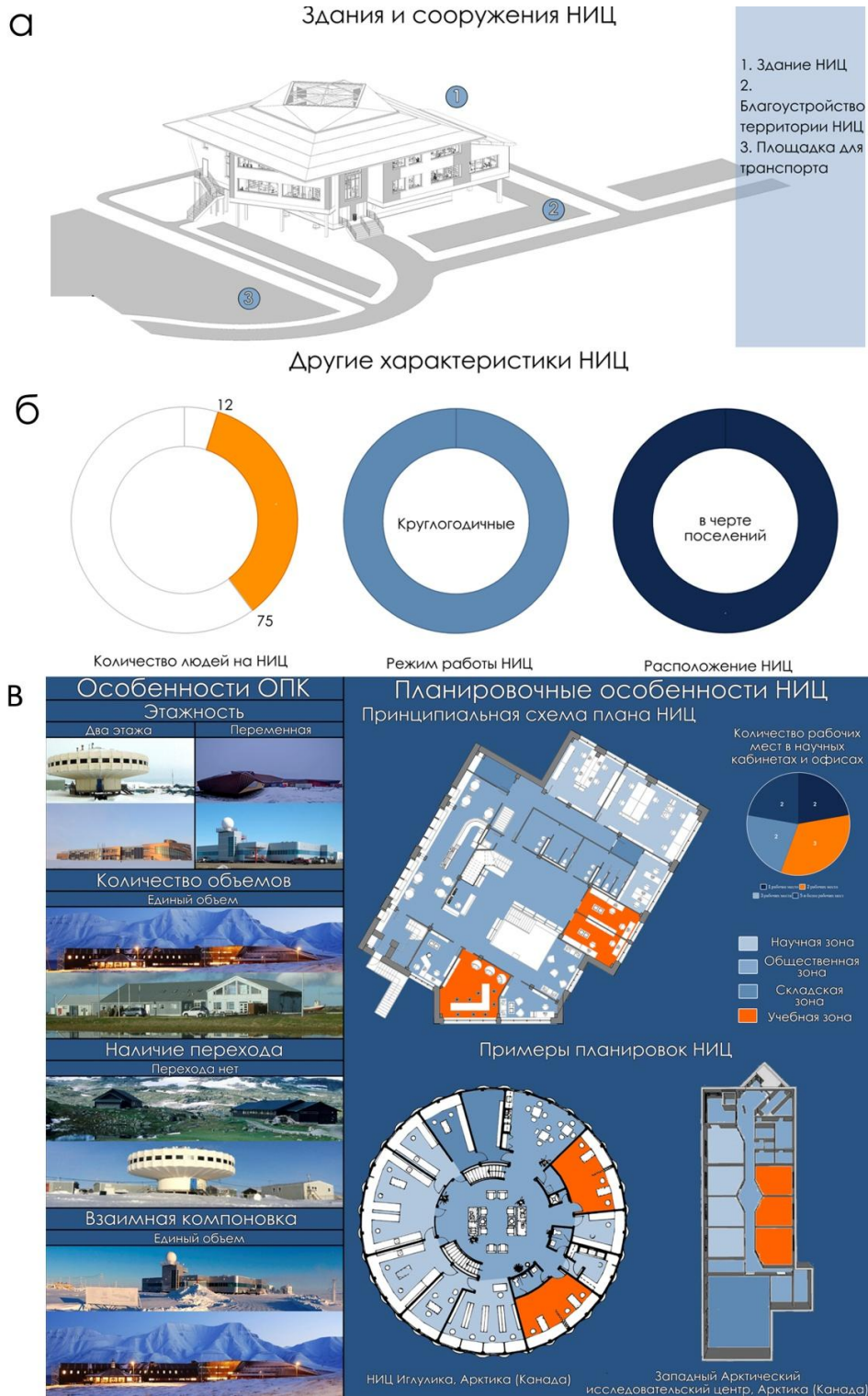


рис. 55. Функциональное зонирование и особенности НИЦ

а - Здания и сооружения НИЦ

б - Прочие характеристики НИЦ

в - Особенности ОПК НИЦ

г - Планировочные особенности НИЦ

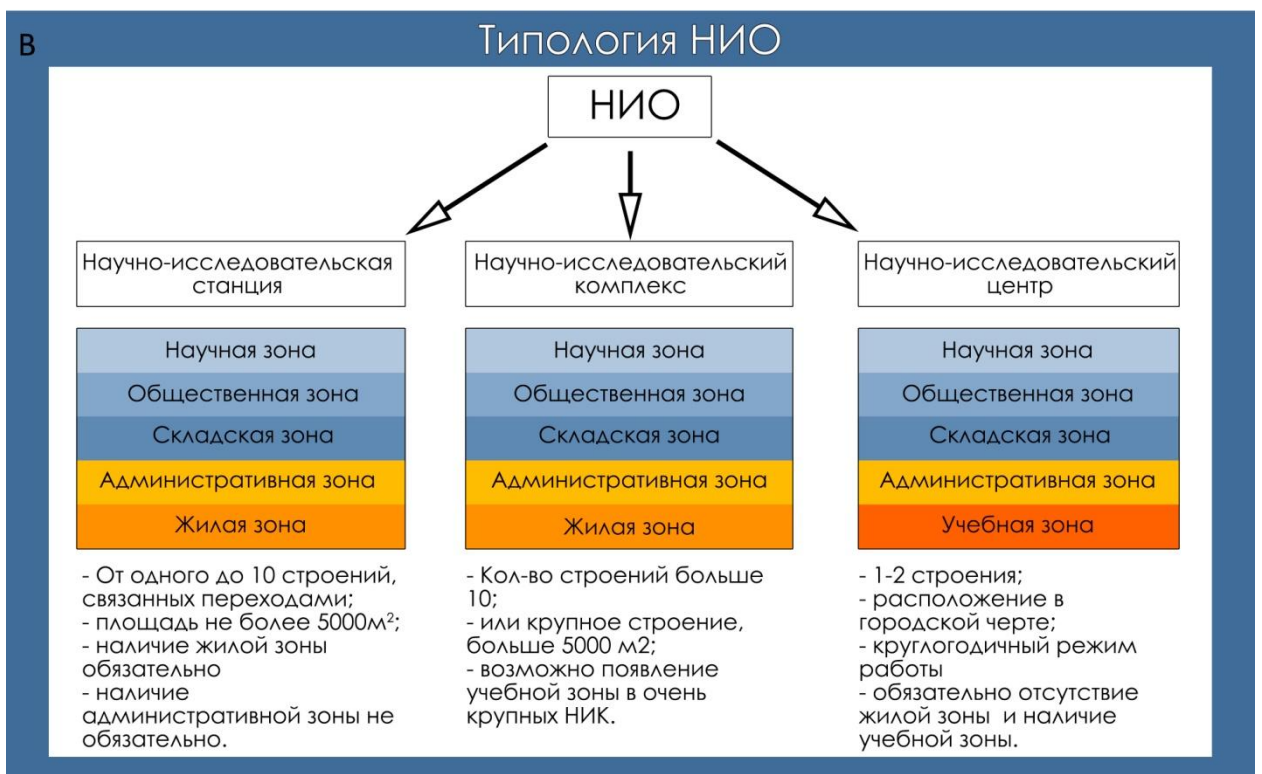


рис. 56. Виды наук на НИО и типология НИО

а - Виды наук на НИО

б - Специализация НИО

в - Типология НИО

## А. 6. Общая характеристика и анализ Арктической зоны России

## 4 условные области Арктической зоны России



Определяющие критерии областей

Делимитация в Арктике



### Географический критерий

Расположение субъектов АЗРФ в различных географических областях России



### Климатический критерий

Расположение субъектов АЗРФ за северным полярным кругом, в 3 климатических поясах и наличие Гольфстрим.



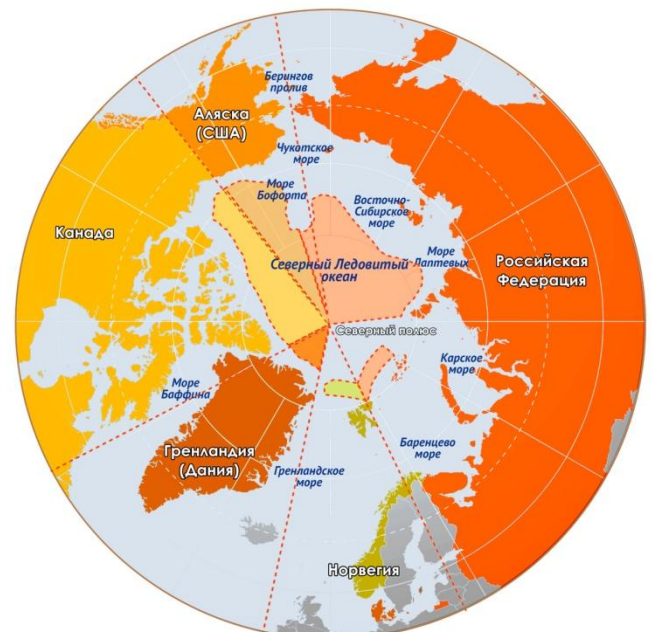
### Транспортный критерий

Наличие Северного Морского пути и большие различия в развитии транспортных систем в субъектах АЗРФ.



### Социально-экономический критерий

Неоднородность развития субъектов АЗРФ и переменная плотность расположения НИО



Территории в Арктике, на которые могут претендовать:



рис. 57. Условные области АЗРФ

Сильные стороны СМП	Взаимосвязь с архитектурой НИО
<ul style="list-style-type: none"> <li>- СМП является одним из факторов общего развития АЗРФ</li> <li>- Рост важности СМП повлечет расширение сети объектов для гидрометеонаблюдений</li> <li>- СМП, как транспортный коридор, осуществляет пространственную связь между регионами АЗРФ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Приток инвестиций в АЗРФ будет способствовать росту и развитию НИО</li> <li>- Расширение сети наблюдений потребует увеличения числа НИО, а также расконсервации и обновления закрытых НИО</li> <li>- Укрепление связей между регионами АЗРФ будет способствовать увеличению разнообразия НИО</li> </ul>
Слабые стороны СМП	<ul style="list-style-type: none"> <li>- НИО как стимул развития и обновления портов СМП</li> <li>- НИО - как новый центр и импульс для развития моногорода по новому пути</li> <li>- Открытие НИО в уникальных местах АЗРФ с вниманием к восточной зоне повысит её развитие</li> </ul>

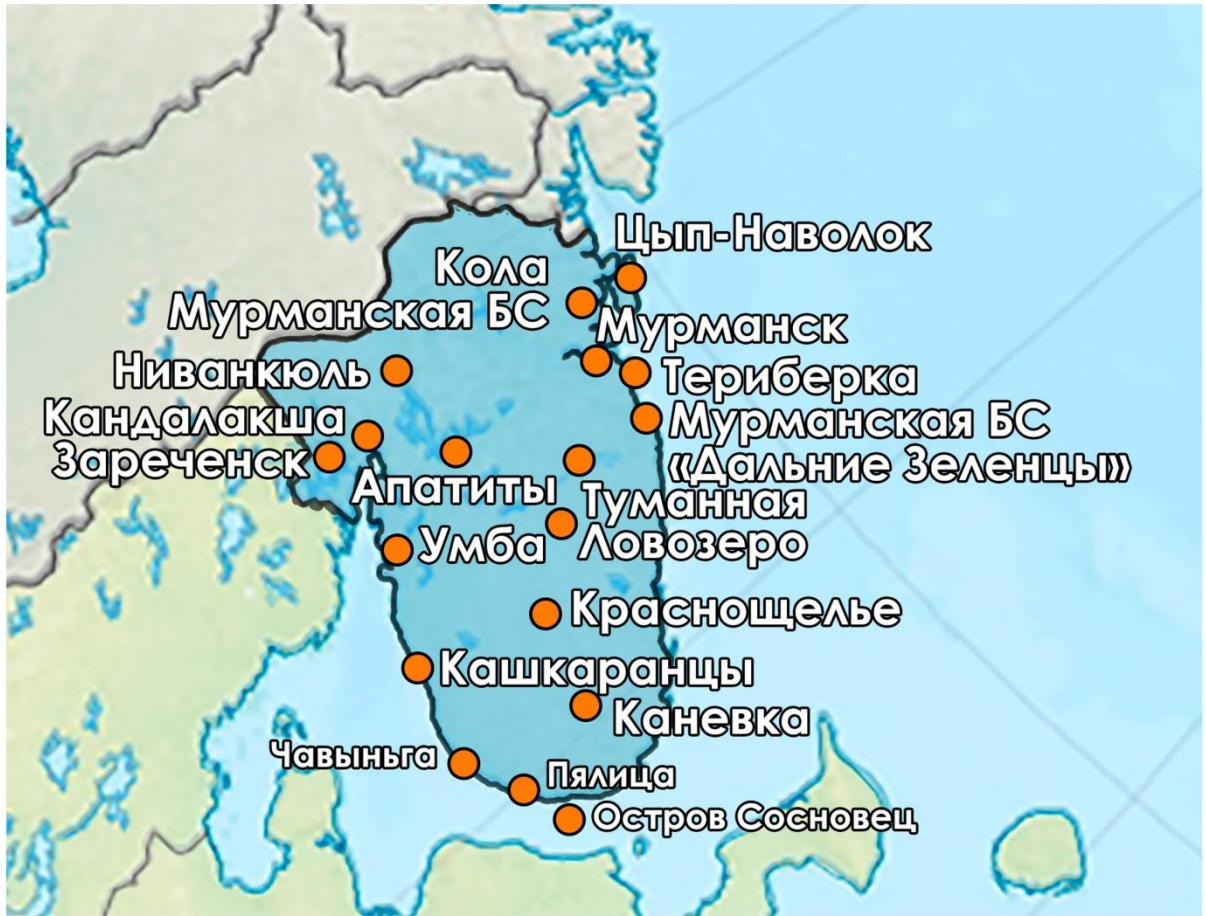
### Связь Северного морского пути с НИО

	<p>56 из 116 НИО расположены вдоль трассы СМП, имеют прочную связь с трассой и могут выступать опорными точками при развитии морского пути</p>	
	<p>СМП нуждается в увеличении количества гидро-метео наблюдений для осуществления навигации, особенно в зимние месяцы в периоды сложной ледовой обстановки</p>	
	<p>Множество НИО снабжаются через СМП. На станции завозятся продукты и топливо в рамках северного завоза, а также происходит ротация научных сотрудников</p>	
	<p>Инвестиции, направленные на развитие СМП позволят и НИО расширяться, а обновленные и расширенные НИО станут новыми опорными пунктами</p>	

Географическое положение трассы СМП частично проходящее вдоль побережья АЗРФ

рис. 58. Северный морской путь. Сильные и слабые стороны, связь с НИО

# НИО Мурманской области



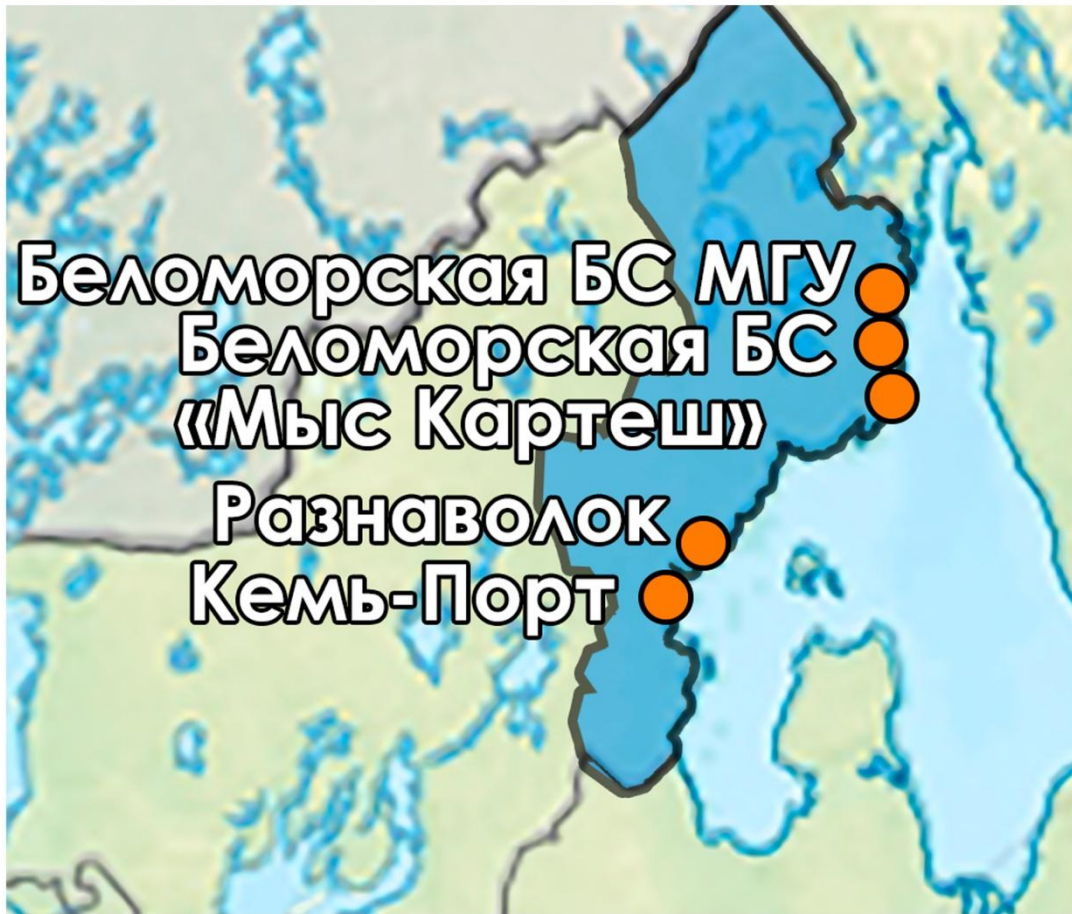
Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО



рис. 59. НИО Мурманской области

# НИО Республики Карелия



Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО



рис. 60. НИО Республики Карелия

# НИО Архангельской области



Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО

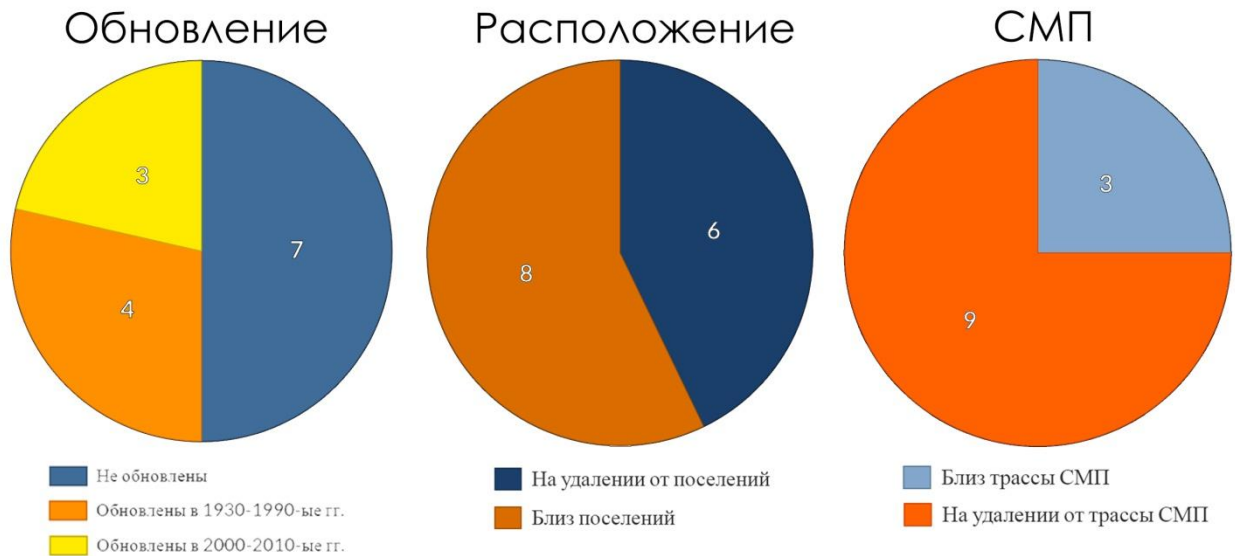


рис. 61. НИО Архангельской области



# НИО Ненецкого АО



Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО



рис. 62. НИО Ненецкого АО

# НИО Ямало-Ненецкого АО



Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО



рис. 63. НИО Ямало-Ненецкого АО

# НИО Красноярского края



Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО

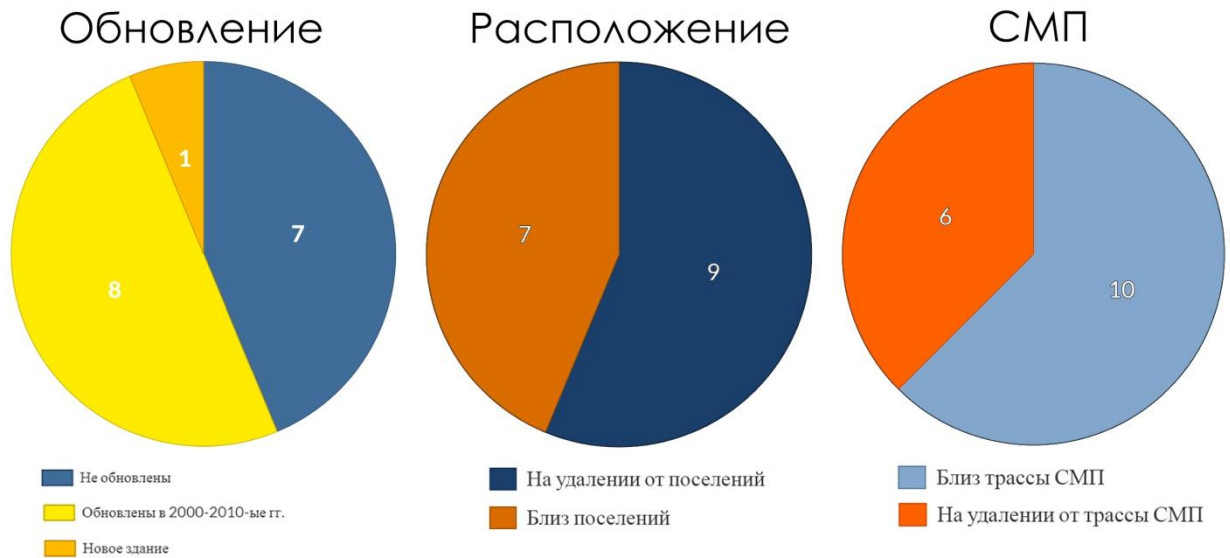


рис. 64. НИО Красноярского края

# НИО Республики Саха



## Данные по НИО

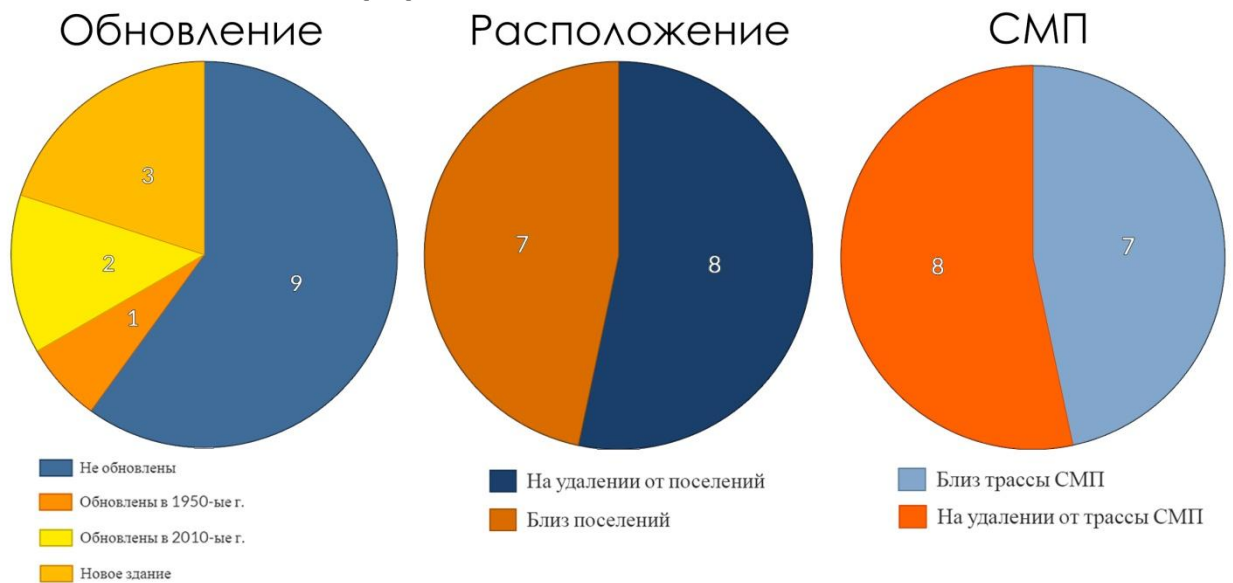


рис. 65. НИО Республики Саха

# НИО Чукотского АО



Расположение НИО в регионе

## Данные по НИО



рис. 66. НИО Чукотского АО

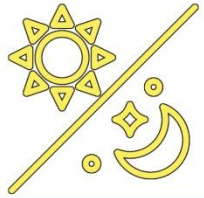
А. 7. Факторы, формирующие архитектуру  
научно-исследовательских объектов в полярных регионах

## Солнечная радиация



- Малое количество солнечных дней, преимущественная облачность.
- Солнечная радиация имеет важнейшее значение во многих аспектах жизни: от биохимических процессов до состояния психики.

## Циклы нерегулярной смены суток



- Полярные ночь и день, длительностью от пары дней до полугода.
- Опасны отсутствием или избытком солнечной радиации, перегревом помещений.

## Экстремально низкие температуры



- Нулевые или отрицательные в среднем, экстремально низкие зимой. Сильные годовые перепады.
- Предполагают серьёзные мероприятия по теплоизоляции.

## Ветер



- Сильные порывы на побережье, высокий индекс влажного ветрового охлаждения.
- Опасен высокими ветровыми нагрузками на конструкции.

## Атмосферные осадки



- Дождь, снег, град. Сильные метели и многометровые снеговые заносы.
- Опасны скоплением снега и образованием снеговых карманов, что повышает нагрузку на конструкции.

## Вечная мерзлота



- Грунт, в котором содержится лёд и отсутствует полное протаивание. Глубина от нескольких до тысячи метров.
- Деградация вечной мерзлоты может повлечь разрушение структур.

рис. 67. Средовые факторы

## Логистические проблемы



- Всегда доступен только морской и авиа транспорт. Авто и ж/д дороги существуют только в Европейской области. В зимние периоды транспортное сообщение особенно затруднено метелями, низкими температурами и ледовой обстановкой.

## Северный завоз



- Снабжение областей АЗРФ, ограниченных в материалах и товарах, жизненно важными продуктами, топливом и ресурсами. Необходимо по причине невозможности производства оных непосредственно в населенных пунктах Арктики.

## Энергетика



- Энергетика региона базируется на использовании ископаемого топливно-энергетического сырья. Только часть энерго- и тепло потребления приходится на местные энерго производства, остальное завозится.  
 - Лишь малая доля населенных пунктов и НИО обеспечивается независимыми и/или альтернативными источниками энергии. Присутствуют ветрогенераторы, солнечные панели и плавучие атомные энергостанции.  
 - Присутствует сильная зависимость от существующих сетей или нерегулярного завоза топлива. Не все виды привозного топлива экологичны и наносят урон среде до, во время и после использования.

рис. 68. Строительные факторы



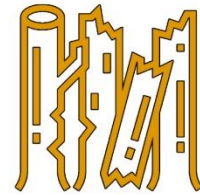
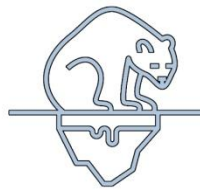
## Уязвимость арктических экосистем



Арктические экосистемы весьма уязвимы к воздействию антропогенной нагрузки. Она делится на:

- **Быстрое разрушение.** Ущерб, наносимый экосистемам в сравнительно короткий промежуток времени. Нарушение верхнего почвенного покрова тундры гусеничной техникой, нарушение ландшафтов, истребление животных.

- **Загрязнение.** Ущерб, наносимый в процессе эксплуатации зданий. Организация строительных и бытовых свалок, ненормируемый сброс отходов и отработанных стоков, производственные выбросы.



- **Длительное разрушение.** Ущерб, чей эффект накапливается со временем. Разрушение вечной мерзлоты при несоблюдении теплоизоляции зданий, разрушение экосистем и вымирание видов, масштабное и необратимое нарушение природных ландшафтов.

- **Безответственный подход к строительству в Арктике,** грубое вмешательство в существующие экосистемы может привести к катастрофическим и необратимым последствиям истощения природных ресурсов региона и сделать большие территории непригодными для жизни.

рис. 69. Антропогенные факторы

## Физиологические факторы



**Циркумпольный гипоксический синдром:** учащенное поверхностное дыхание, снижение вентиляции альвеол и общее кислородное голодание, что сказывается на состоянии сосудов и нервной системы.



**Нарушение рациона и гиповитаминозы** возникают из-за отсутствия привычной пищи, свежей зелени, овощей и фруктов, возникновению гиповитаминозов.

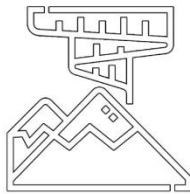


**Световое голодание** возникает из-за фотопериодизма. Дефицит солнечного света приводит к снижению иммунитета, нехватке витамина D, изменению циркадных и биологических ритмов человека.

## Психологические факторы



**Избыток стресса:** напряженность в небольших рабочих коллективах, монотонность обстановки, ограниченность передвижения и уединения, ограниченное пребывание на открытом воздухе. Ведет к истощению внутренних резервов организма, снижению иммунитета, развитию ментальных заболеваний.



**Депривация и сенсорное голодание.** Неадаптированная психика плохо переносит длительное восприятие однообразного белого ландшафта, что приводит к изменениям в головного мозга.



**Фотопереодизм** ведет к повышению сонливости, тревожности, нарушению выработки мелатонина, повышенной психической активности, раздражительности и бессоннице.

рис. 70. Психофизиологические факторы

А. 8. Принципы и приёмы формирования архитектуры  
современных научно-исследовательских объектов в полярных  
регионах



рис. 71. Принцип средового формообразования



рис. 72. Принцип строительной рациональности

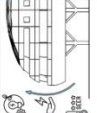
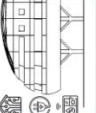
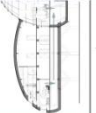

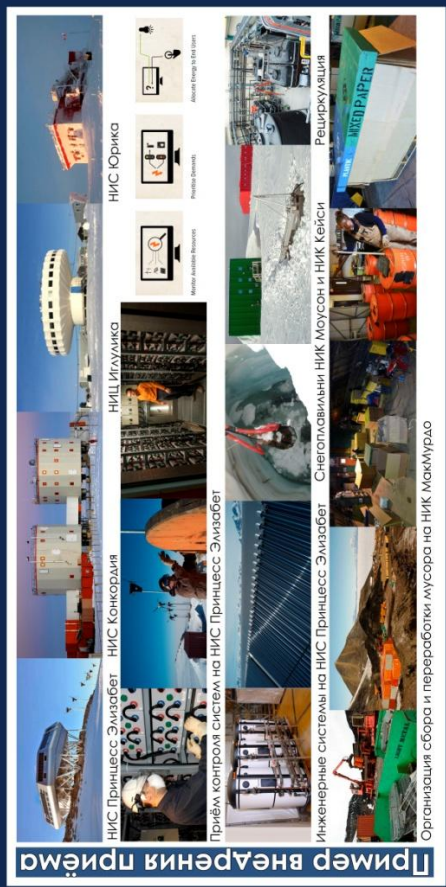
<p><b>Приём энергоэффективности</b></p>		<p>- Предлагает создание округлых форм как в плане, так и в ограждающих конструкциях; - предлагает создание компактной, простой формы здания, снижающей теплопотери; - оптимизирует получение солнечной радиации;</p>	<p>- Предлагает создание округлых форм как в плане, так и в ограждающих конструкциях; - предлагает создание компактной, простой формы здания, снижающей теплопотери; - оптимизирует получение солнечной радиации;</p>
<p><b>Приём контроля систем</b></p>		<p>- Предлагает внедрение системы регулирования спроса энергии, автоматического распределения в соответствии с утвержденной системой приоритетов. Система гибкая: одни действия имеют приоритет над другими в зависимости от времени суток и количества доступной энергии.</p>	<p>- Предлагает внедрение системы регулирования спроса энергии, автоматического распределения в соответствии с утвержденной системой приоритетов. Система гибкая: одни действия имеют приоритет над другими в зависимости от времени суток и количества доступной энергии.</p>
<p><b>Приём экономного водо потребления</b></p>		<p>- Предлагает установку систем для сбора дождевой воды и плавления снега;</p>	<p>- Предлагает установку систем для сбора дождевой воды и плавления снега;</p>
<p><b>Приём снижения влияния на среду</b></p>		<p>- Предлагает установку пунктов сбора и переработки мусора. Внимание к сбору мусора в Арктике важно, сломки не должны привлекать бдительность медведей; мусорщик спасен для полирников, но в то же время и занесён в Красную книгу.</p>	<p>- Предлагает установку пунктов сбора и переработки мусора. Внимание к сбору мусора в Арктике важно, сломки не должны привлекать бдительность медведей; мусорщик спасен для полирников, но в то же время и занесён в Красную книгу.</p>

рис. 73. Принцип устойчивости

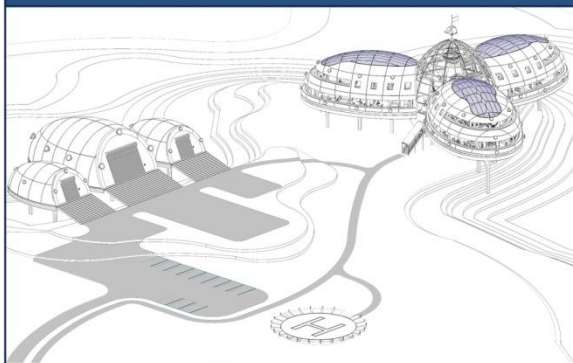


Организация сбора и переработки мусора на НИК МакМурдо



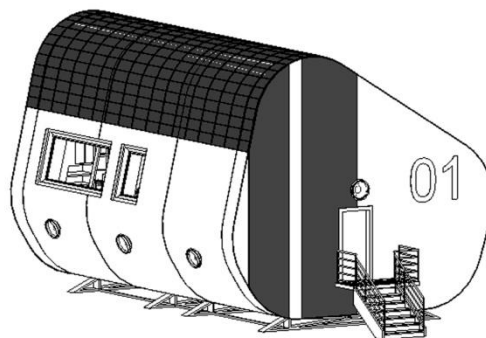
рис. 74. Принцип гуманизации среды

## Приём автономности и самодостаточности



- Отрезанность от основных инженерных систем, энергетических ресурсов и социально значимых объектов, таких как, например, больницы, вынуждает создавать НИО полностью автономными, способными обеспечивать полярников и научных сотрудников всем необходимым и бесперебойно функционировать длительные периоды.

## Приём автоматизации



- Не во всех случаях продолжение работы НИО возможно. Многие НИО, особенно на территории РФ, сейчас закрыты, разрушены или законсервированы. Однако, даже утраченный и непригодный для размещения людей НИО, тем не менее, все ещё расположен в стратегически важном для проведения научных наблюдений месте. В ряде случаев в таком месте располагается АМС.

## Пример внедрения приёма



НИС остров Самойловский



АМС на о. Андрея

рис. 75. Принцип автономности



А. 9. Стратегия развития и научного освоения арктической зоны РФ  
и экспертные предложения по ее внедрению

Главные государственные стратегии по развитию АЗРФ

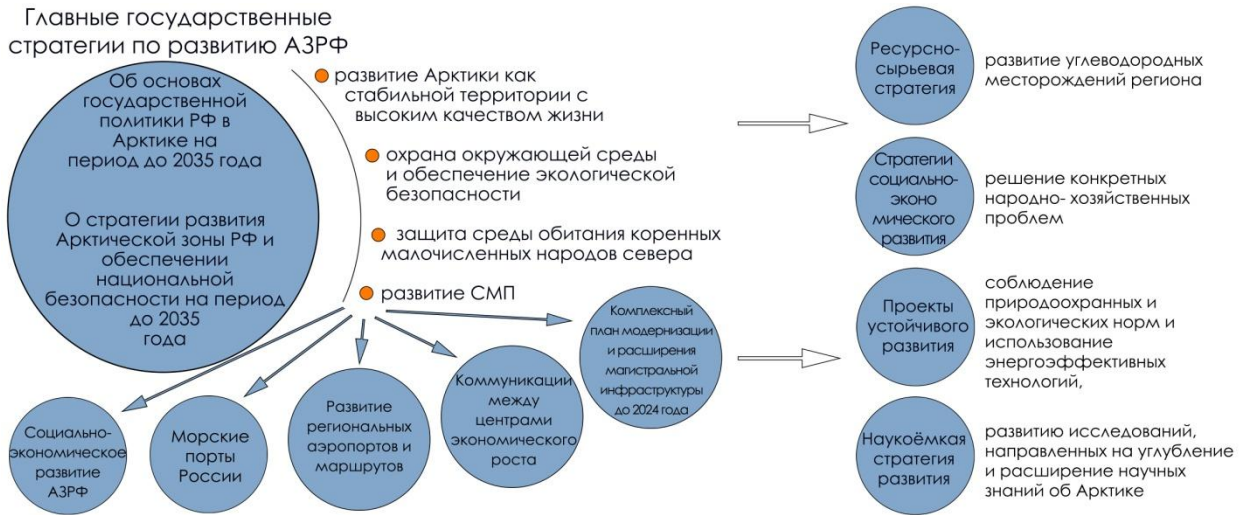


рис. 76. Стратегии развития АЗРФ

Градации субъектов АЗРФ по их связям с СМП

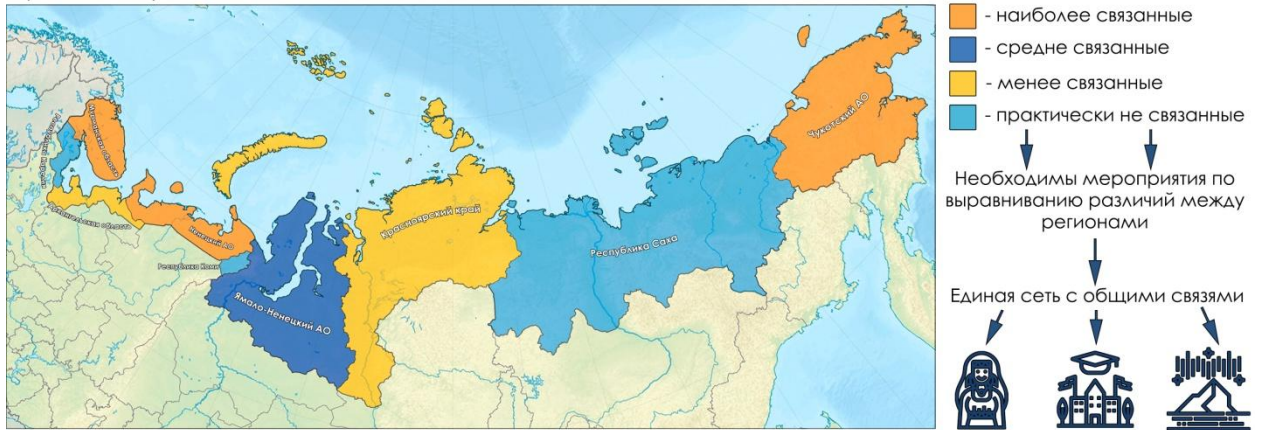


рис. 77. Каркасно-кластерный подход к зонированию АЗРФ

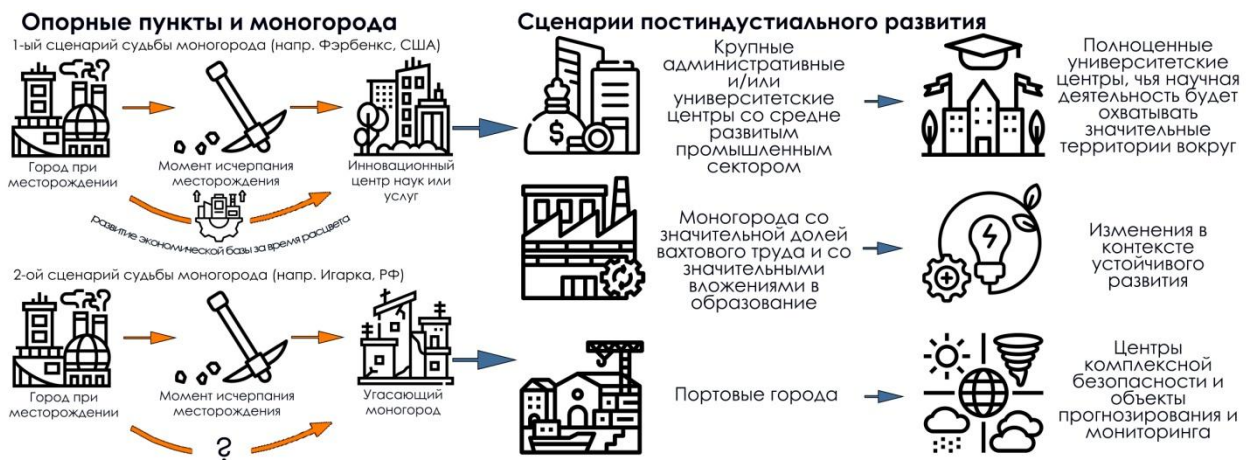


рис. 78. Концепция постиндустриального развития арктических моногородов

## Особенности регионов АЗРФ



А так же по всей АЗРФ:

- уникальные объекты и месторождения, требующие развития
- сеть гидрометеорологического наблюдения нуждается в проведении обновления
- много моногородов, исчерпавших свой ресурс и нуждающихся в новых точках роста

### Развитие АЗРФ архитектурными методами по направлениям:

Обновление сети гидрометеорологического наблюдения	Сохранение и поддержка КМНС	Новый импульс развития для моногородов	Развитие уникальных объектов Арктики	Развитие университетской базы	Взаимное объединение регионов АЗРФ

рис. 79. Особенности регионов АЗРФ



### Уникальные месторождения, места и особенности АЗРФ



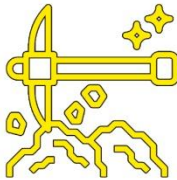
#### Геология

Уникальные месторождения минералов и цветных металлов на Кольском полуострове и в Норильске



#### Коренные малочисленные народы Севера

41 народ на территории АЗРФ со своей самобытной культурой, находящийся в уязвимом положении



#### Золотодобыча

Рудные и россыпные месторождения золота в Чукотском АО, среди которых одни из крупнейших в России



#### Марикультура

Участки арктического побережья, пригодные для экспериментального морского производства и изучения морской биологии



#### Экосистемы

Отдаленные архипелаги и труднодоступные регионы Республики Саха и Чукотского АО, где сохранились нетронутые человеком экосистемы



#### Водоёмы

Уникальные водные объекты: крупные реки - Енисей, Лена и Обь, более 2,5 млн. озер, самое крупное - Таймыр



#### Арктическое животноводство

Места разведения северных оленей и овцебыков



#### Природные парки

Более 150 природных парков, заказников и заповедников по всей территории АЗРФ

рис. 80. Уникальные особенности АЗРФ

А. 10. Структурные модели научно-исследовательских объектов в  
АЗРФ

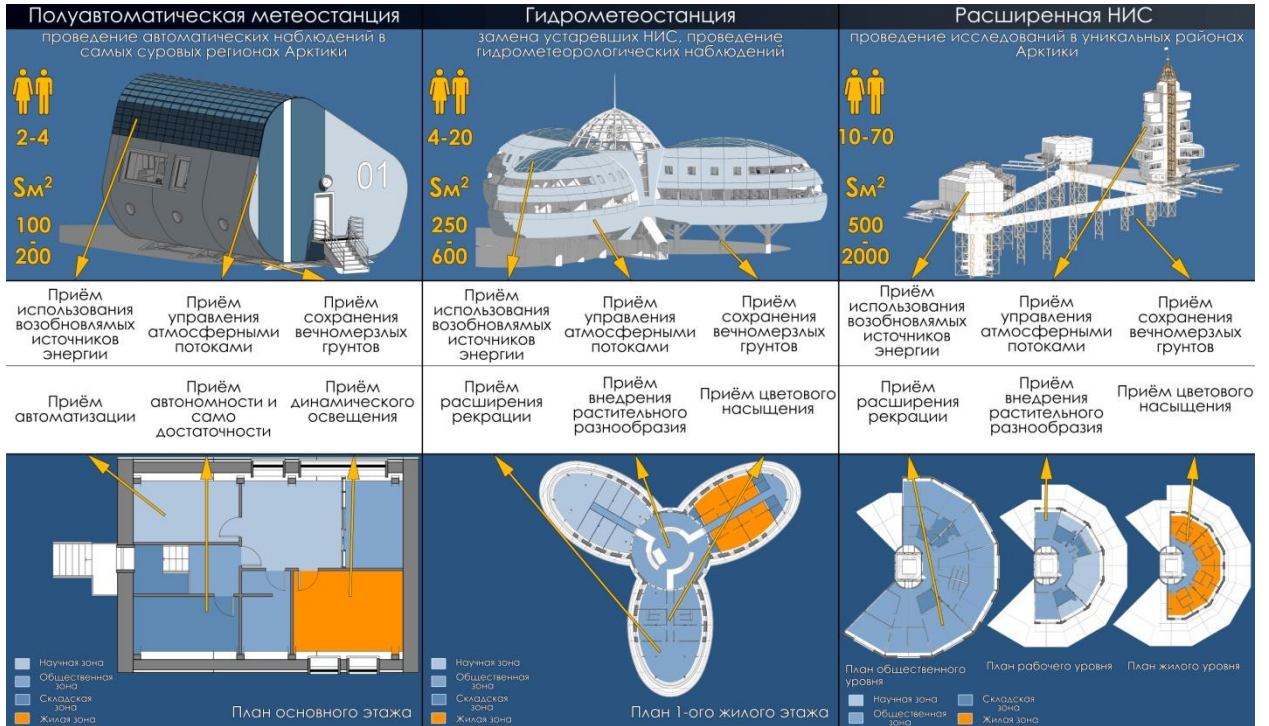


рис. 81. Модели НИС

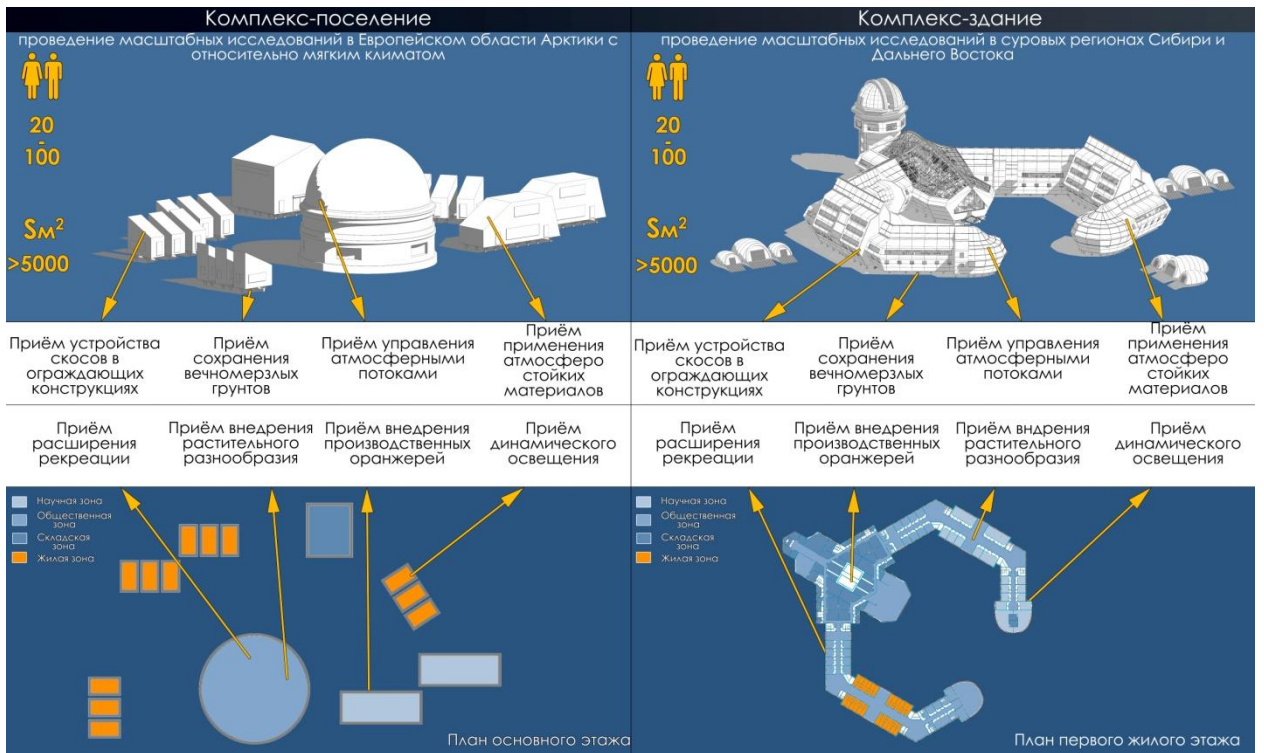


рис. 82. Модели НИК

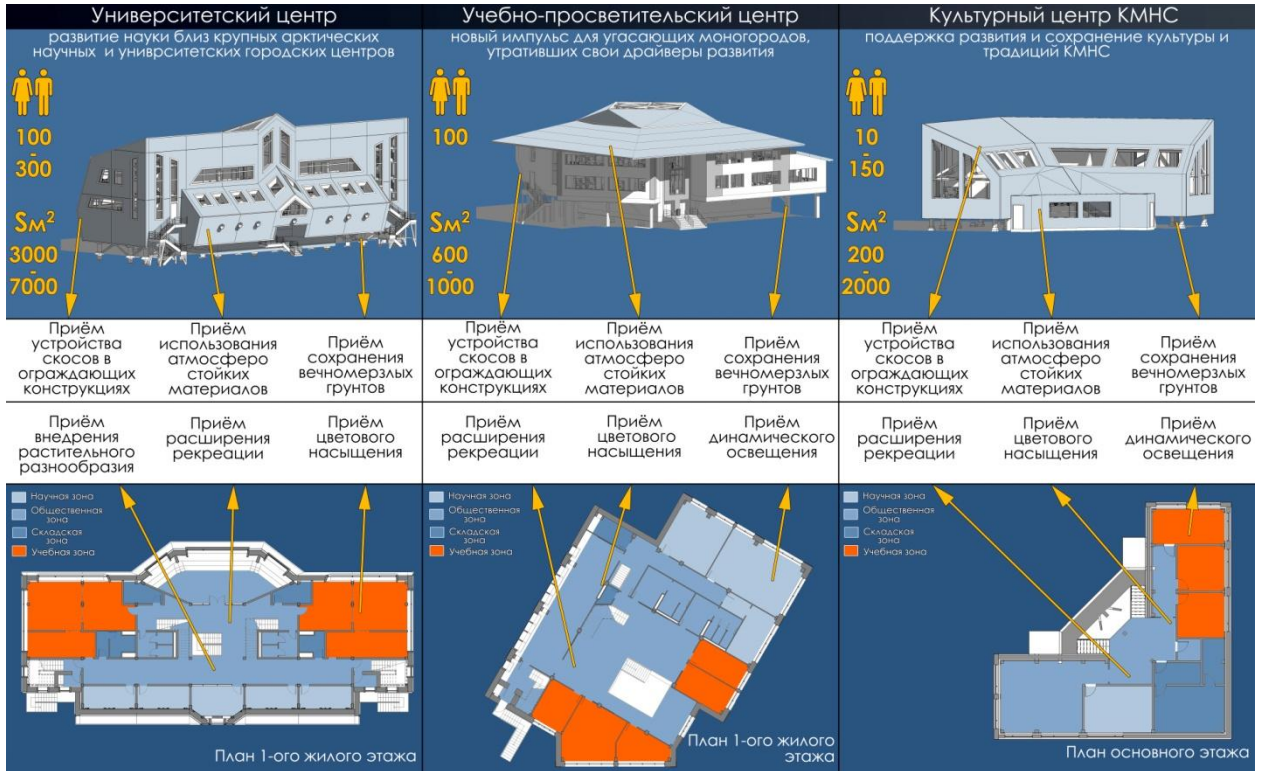


рис. 83. Модели НИЦ

А. 11. Стратегия формирования сети научно-исследовательских объектов в АЗРФ








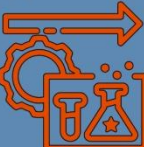






	<b>Подготовительный этап.</b> Анализ состояния существующих НИО, поиск ключевых опорных пунктов по ходу трассы СМП.		
	<b>1 этап</b>	<b>2 этап</b>	<b>3 этап</b>
<b>НИС</b>	<p>Замена наиболее ветхих работающих НИС на новые здания и размещение ряда АМС на островах отдаленных архипелагов.</p> 	<p>Расконсервация закрытых НИС, расположенных в ключевых с точки зрения гидрометеорологических наблюдений местах, полная замена старых зданий на новые НИС или АМС.</p> 	<p>Создание принципиально новых расширенных НИС, ориентированных на развитие местных уникальных месторождений или традиционных промыслов с привязкой к опорным пунктам.</p> 
<b>НИК</b>	<p>Размещение НИК в ключевых опорных пунктах: порту Сабетта в ЯНАО, в пригороде Норильска Талнахе и в Беломорском районе Республике Карелия.</p> 	<p>Создание ядер НИК, связующих на уровне региона опорные пункты, расположенные вдоль трассы СМП в Европейской и Западно-Сибирской областях.</p> 	<p>Создание ядер НИК в Восточно-Сибирской и Дальневосточной областях.</p>  <p>Создание плавучих НИК.</p> 
<b>НИЦ</b>	<p>Создание ряда просветительских центров в моногородах.</p>  <p>Создание ряда центров культуры КМНС при наиболее крупных этнических общинах.</p> 	<p>Создание ряда университетских НИЦ в городах Европейской области.</p>  <p>Создание ряда центров культуры КМНС при средних этнических общинах.</p> 	<p>Создание ряда центров культуры КМНС при малых этнических общинах.</p> 

рис. 84. Стратегия формирования сети научно-исследовательских объектов в

АЗРФ

А. 12. Внедрение проектных предложений для различных типов НИО  
на основе разработанных принципов, приемов и структурных  
моделей

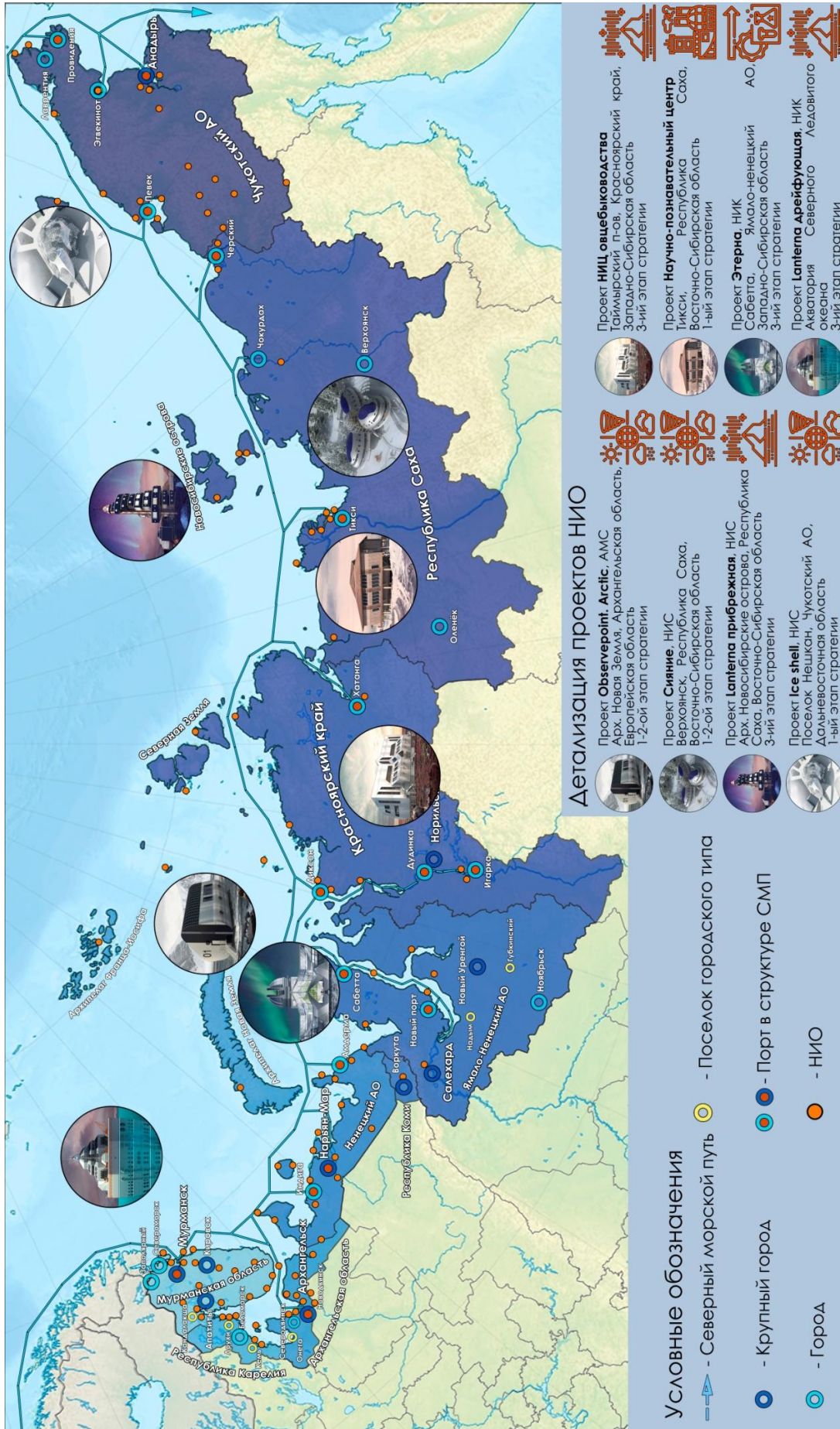


рис. 85. Карта размещения проектных предложений



рис. 86. Проект Observerpoint. Arctic. Автор - Савинова В. А.



рис. 87. Проект Сияние. Автор - Савинова В. А.



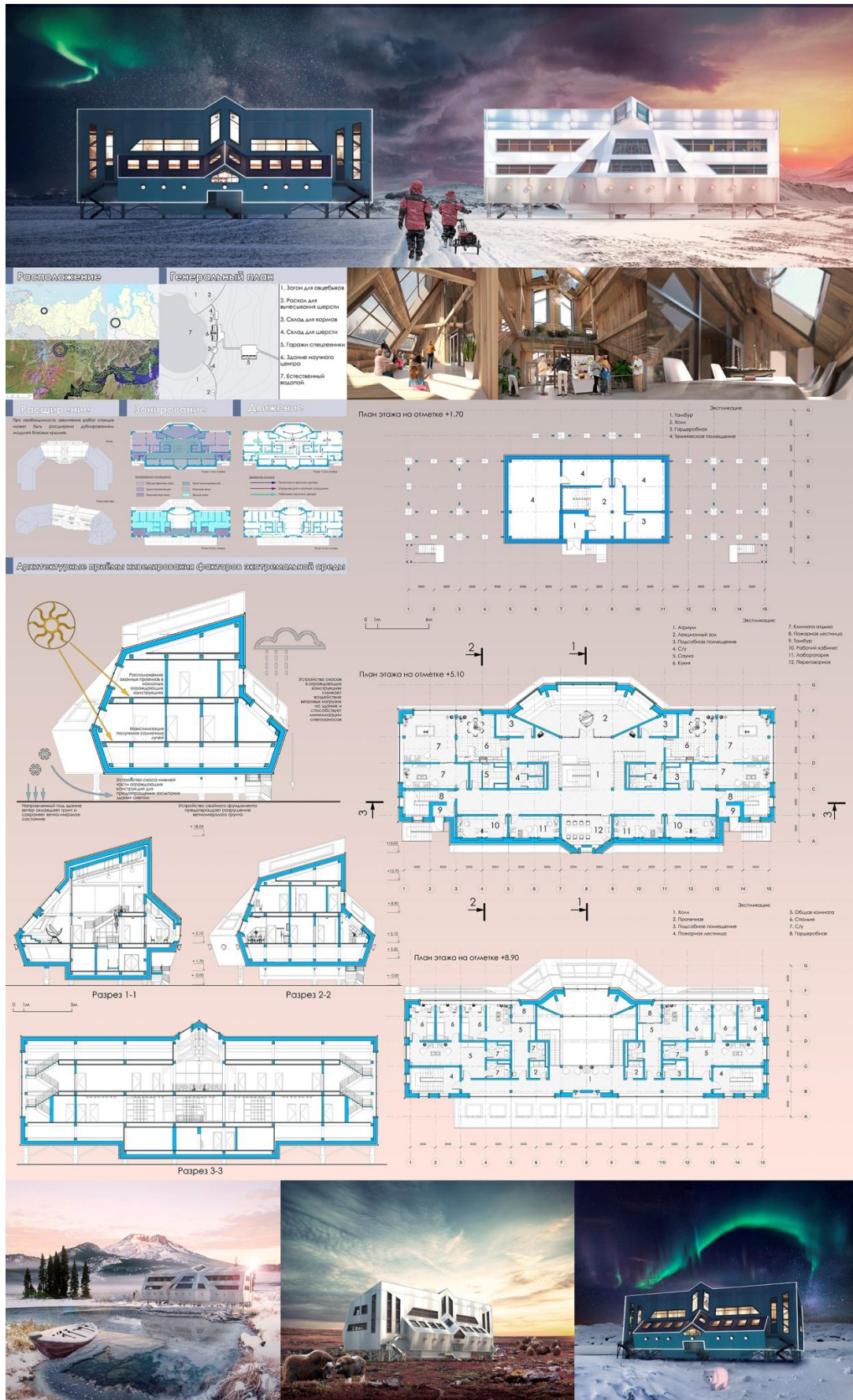


рис. 89. Проект научной станции при ферме овцебыков. Автор - Савинова В.

А.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ ICE SHELL, СЕЛО НЕШКАН, ЧУКОТСКИЙ АО

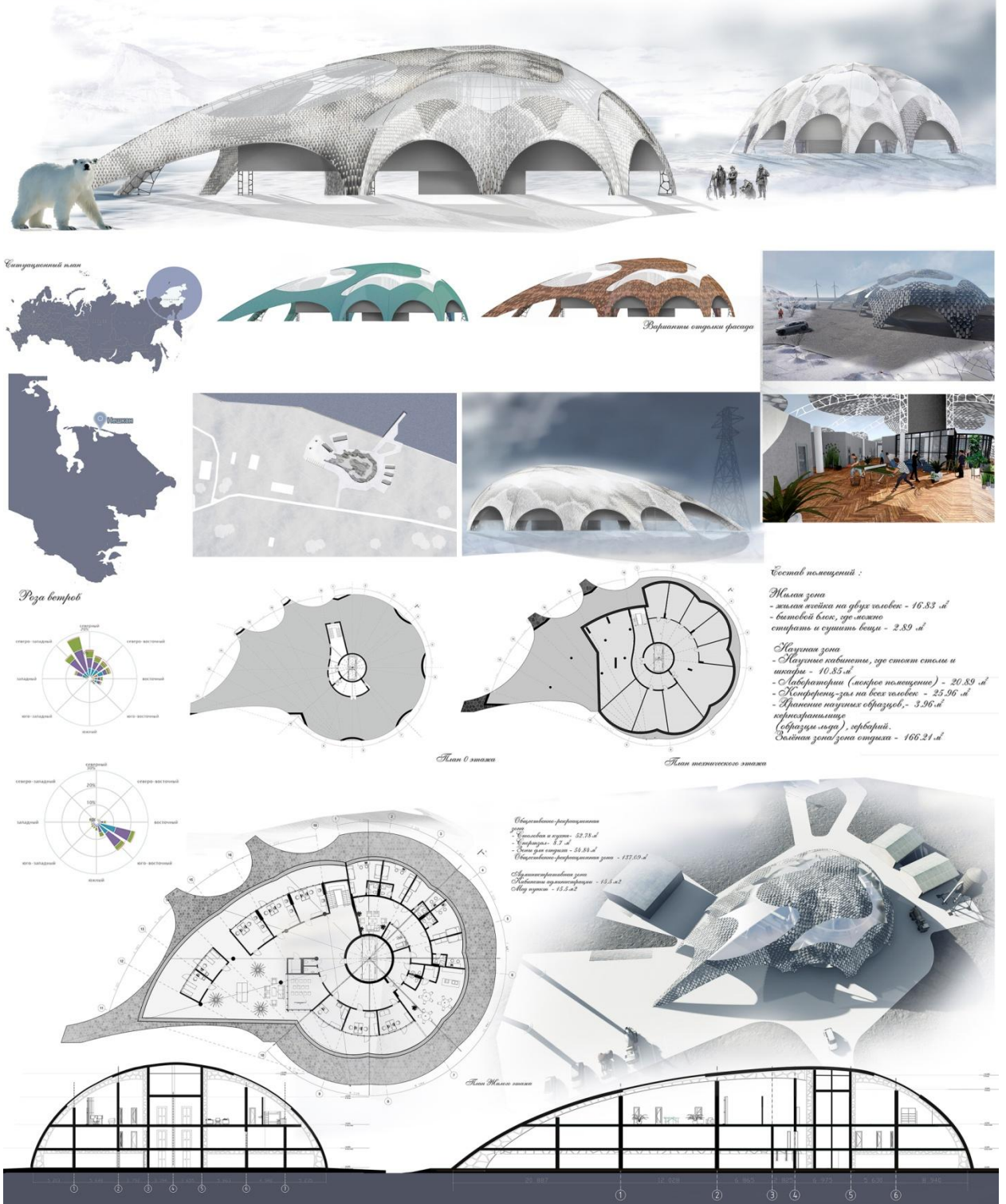


рис. 90. Проект Ice shell. Автор - Байкова Н.





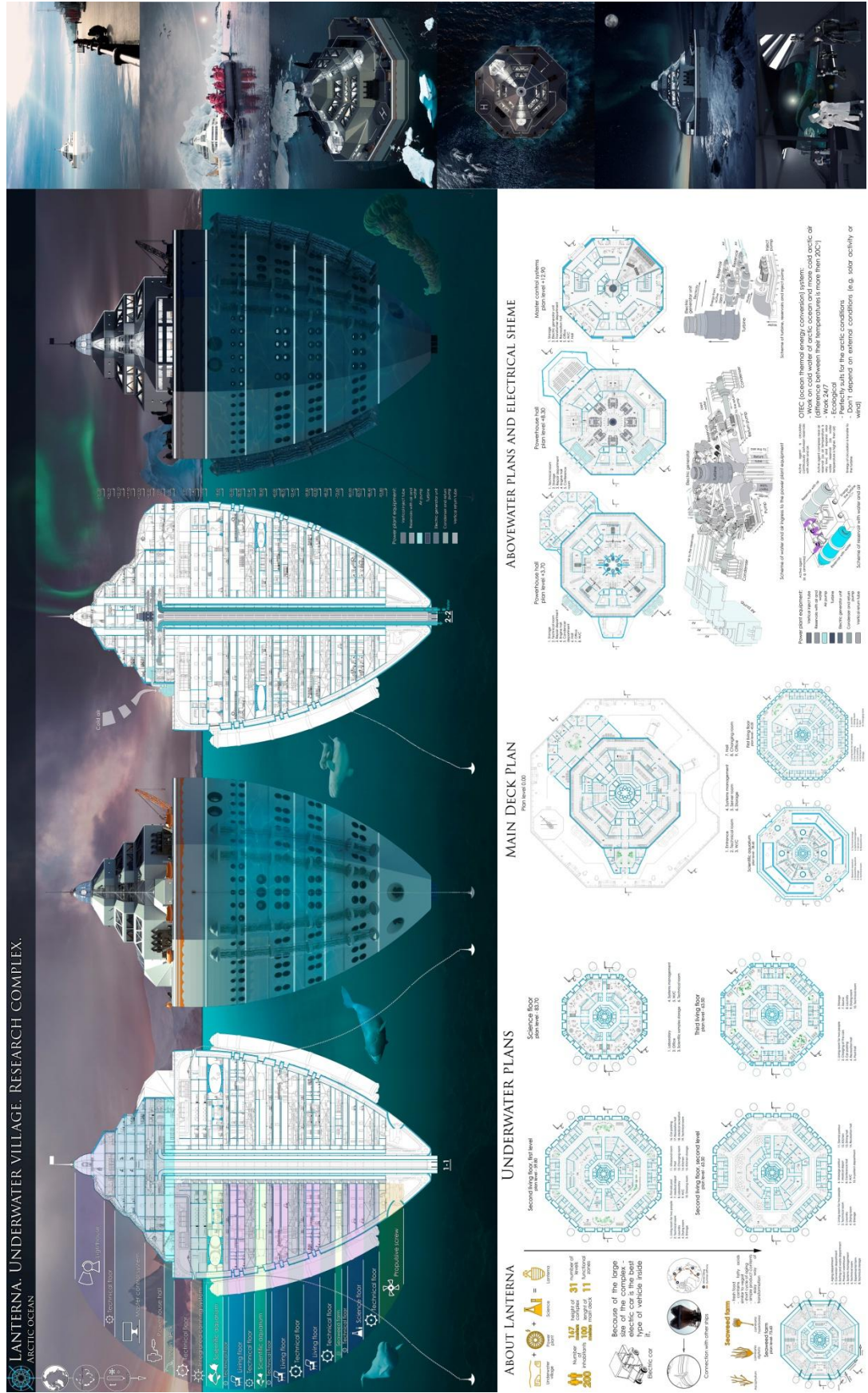


рис. 92. Проект "Лантерна дрейфующая". Автор - Савинова В. А.

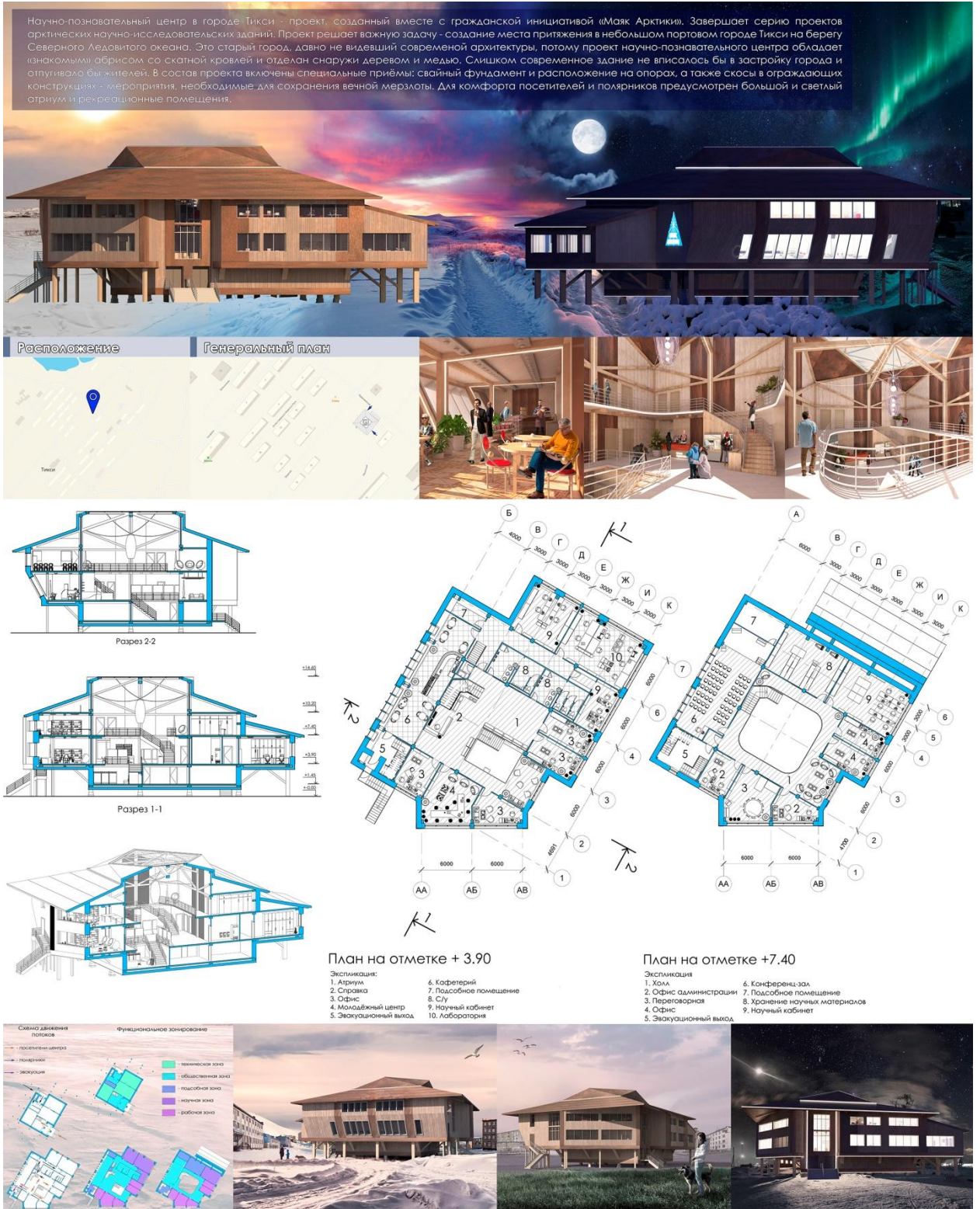


рис. 93. Проект научно-исследовательского центра "Маяк Арктики". Автор - Савинова В. А.

Приложение Б

Таблицы

**Таблица 1 - Арктические НИО первого этапа развития, зарубежный опыт**

Станция	Год возведения	Страна/экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Форт Энтерпрайз	1819	Великобритания/ Первая экспедиция Джона Франклина	Северное побережье Канады, устье реки Коппермайн	3	дерево	- Плохое устройство теплоизоляции
Форт Франклин	1825	Великобритания/ экспедиция по реке Маккензи	Северное побережье Канады, на западном берегу Большого Медвежьего озера	3	дерево	- Плохое устройство теплоизоляции; - отсутствие организованных мест досуга.
Форт Уверенность	1848	Великобритания/ спасательная экспедиция Рея-Ричардсона	Северное побережье Канады, устье реки Дис	3	дерево	- Типичные для периода одноэтажные деревянные дома со скатной кровлей

## Продолжение таблицы 1

Станция	Год возведения	Страна/экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Форт Конгер	1881	США/ американская научно-исследовательская экспедиция	Канада, остров Элсмир	1	дерево. двойные стены из досок, покрытых смолой	- Первоначально возведена экспедицией А. Грили, затем использовалась во время акции первого МПГ, впоследствии перестроена Р. Пири; - Последним оценена как "исключительно не подходящая для арктических условий".
Станция на о. Ян-Майен	1882	Австрия/австро-венгерская экспедиция в рамках первого МПГ	Остров Ян-Майен	3	дерево	- Помимо основного здания, в состав станции входили научные павильоны для проведения конкретных научных изысканий

## Продолжение таблицы 1

Станция	Год возведения	Страна/экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция Барроу	1882	США/акция первого МПГ	США, Аляска, Барроу	1	дерево	- Группировка жилых помещений вокруг кают-компаний с источником тепла
Станция в поселении Годтхаб	1882	Дания/акция первого МПГ	Гренландия	4	дерево	- Станция организованная в непосредственной близости от уже существовавшего поселения
Соданкюля	1882	Финляндия/акция первого МПГ	Финляндия, Лапландия	4	дерево, каменный фундамент	-
Кингуа фьорд	1882	Германия/акция первого МПГ	Баффинова Земля	3	дерево	-
Станция на острове Диксон	1882	Голландия /акция первого МПГ	Россия, Остров Диксон	1	дерево	-
Станция в Кейп Торсен	1882	Швеция/ акция первого МПГ	Шпицберген	2	дерево	-

## Продолжение таблицы 1

Станция	Год возведения	Страна/экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция Боссекоп	1882	Норвегия/ акция первого МПГ	Северная Норвегия	5	дерево	- В состав станции входили: главное здание, два вспомогательных и два научных павильона
Форт Рейя	1882	Британо-канадская экспедиция в рамках акции первого МПГ	Канада, близ Большого Невольничьего озера	1	дерево	-
База Редклифф	1891	США/ Первая экспедиция Роберта Пири	Гренландия, залив Маккормик	1	дерево	Использовалась только один сезон
База Элмвуд	1894	Великобритания/ экспедиция Джексона-Хармсворта	Земля Франца-Иосифа, мыс Флора	5	дерево	- Использовалась 3 сезона; - в состав входили: основное жилое строение, четыре складские помещения, собачьи будки и конюшня; - теплоизоляция мхом.



**Таблица 2 - Арктические НИО первого этапа развития, отечественный опыт**

Станция	Года работы	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
остров Сосновец	открыта - 1876 г.- по настоящее время	Остров Сосновец, Мурманская область	23	дерево, кирпич	- в 1970-ые гг. проведена реконструкция
Кола	открыта - 1876 г.- по настоящее время	Город Кола, Мурманская область	1	дерево	- новые здания возводились в 1930-ых и 1980-ых гг.
Станция в Малых Кармакулах	открыта - 1882 г.- по настоящее время	архипелаг Новая Земля, Архангельская область	6	дерево	- В последствии место продолжало с перерывами использоваться для проведения экспедиций, зимовок и исследований; - новые здания возведены в 1930-ых г.
Станция на острове Сагастырь	открыта - 1882 г., закрыта в тот же год	Республика Саха, дельта реки Лена	7	дерево	- В состав станции входили: главное здание, 4 научных павильона, склад, баня
Мезень	открыта - 1883 г. - по настоящее время	город Мезень, Архангельская область	1	дерево	- станция расположена в здании аэропорта г. Мезень

## Продолжение таблицы 2

Станция	Года работы	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Холмогоры	открыта - 1887 г. - по настоящее время	Село Холмогоры, Архангельская область	2	дерево	- в 1985 г. построено новое здание
Зимнегорский маяк	открыта - 1888 г. - по настоящее время	Зимние горы, Архангельская область	5	дерево	-
Анадырь	открыта - 1889 г. - по настоящее время	Город Анадырь, Чукотский АО	3	дерево	- в 1971 г. и 1981 г. построены новые здания.
Мурманская биологическая станция	открыта - 1904 г., закрыта - 1933 г.	Город Полярный, Мурманская область	1	дерево, кирпич	-

Таблица 3 - Арктические НИО второго этапа развития, зарубежный опыт

Станция	Года работы	Страна/экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Абиску	открыта 1903 г. - по настоящее время	Швеция	Абиску, Норрботтен	12	Дерево, сталь.	- В состав станции входит оранжерея, экспериментальные сады и 25 лабораторий; - также в состав станции входят: жилые помещения, офисы, мастерские, лекционные залы, склады и метеостанция; - на удалении от станции расположены 5 исследовательских домов.

## Продолжение таблицы 3

Станция	Года работы	Страна/экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Арктическая станция университета Копенгагена	открыта 1906 г. - по настоящее время	Дания	Остров Диско, Гренландия	4	дерево	- в состав станции входят: главное здание, лаборатория, жилое здание и гараж с мастерской; - главное здание вмещает 26 человек;
Данмарксхавн	открыта 1906 г. - по настоящее время	Дания	Гренландия	12	дерево	- при станции действует ВПП
Геофизическая обсерватория Эбельтофтхафен	открыта - 1912 г., закрыта - 1914 г.	Германская империя	Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-

## Продолжение таблицы 3

Станция	Года работы	Страна/экс педиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Айсмитте	открыта - 1930 г., закрыта - 1931 г.	Веймарская республика / третья экспедиция Альфреда Вегенера	Гренландия	5	снег	- строительным материалом для станции был снег: помещения сложены из снежных блоков или устроены в снегу.
Орлиное гнездо	открыта - 1931 г., закрыта - 1934 г.	Дания	Остров Элла, Гренландия	6	дерево	- в состав входили два сборных ангара, научные лаборатории и складские помещения для горючего и продовольствия; - Внутри ангаров находились 10 жилых помещений, кают-компания, лаборатории.

## Продолжение таблицы 3

Станция	Года работы	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Данеборг	открыта - 1944 г. - по настоящее время	Дания	Гренландия	14	дерево	- при станции действует ВПП
база Бранлундхис	открыта 1947 г., закрыта - 1972 г.	Дания	Земля Пири, Гренландия	1	дерево	-
Метеорологическая станция Хервигамна	открыта 1947 г. - по настоящее время	Норвегия	Остров Медвежий, норвегия	17	дерево, сталь	- единственное обитаемое место на острове
Обсерватория залива Резольют	открыта 1947 г. - по настоящее время	Канада	Остров Корнуоллис, Нунавут, Канада	5	дерево, сталь	-
Юрика	открыта 1947 г. - по настоящее время	Канада	Остров Элсмир, Нунавут, Канада	14	дерево, сталь	- при станции действует ВПП; - в состав станции входит лаборатория PEARL;
Арктический исследовательский центр Барроу	открыта 1947 г. - по настоящее время	США	Барроу, Аляска, США	1	Сталь, бетон	- новое здание открыто в 2010-ых гг..

Таблица 4 - Арктические НИО второго этапа развития, отечественный опыт

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Разнаволок	открыта - 1912 г. - по настоящее время	г. Беломорск, Республика Карелия	3	дерево	-
Остров Вайгач	открыта - 1912 г., закрыта - 1930-ые г.	Остров Вайгач, Ненецкий АО	10	дерево	- в 1924-ом г. возведены новые здания
Кандалакша	открыта - 1912 г. - по настоящее время	Город Кандалакша, Мурманская область	1	дерево	- новые здания возведены в 1970-ых гг.
Нижняя Пеша	открыта - 1912 г. - по настоящее время	Село нижняя Пеша, Ненецкий АО	2	дерево	- станция 6 раз переносилась, новое здание сооружено в 1991 г.
Архангельск	открыта - 1912 г. - по настоящее время	Город Архангельск, Архангельская область	1	дерево	- станция неоднократно переносилась, новое здание возведено в 1964 г.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Остров Харлов	открыта - 1912 г., закрыта - 2009 г.	Остров Харлов, Мурманская область	4	дерево	-
Югорский Шар	открыта - 1913 г., закрыта - 1993 г.	Остров Вайгач	6	дерево	- В состав станции входили: жилые помещения, склады, радиостанция, метеостанция и дизельная электростанция; - В жилом объеме, помимо жилых комнат, так же находилась кают-компания, столовая и баня.
Марресале	открыта - 1914 г. - по настоящее время	Село Морасалле, Ямало-Ненецкий АО	7	Первые здания - дерево и камень, вторые - дерево, новое здание - сталь	- станция перенесена на новое место в 1952-ом г.; - новое здание возведено в начале 2010-ых гг..



## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Мудьюг	открыта - 1914 г. - по настоящее время	Остров Мудьюгский, Архангельская область	4	Первые здания - дерево, новые - сталь, дерево	- в 2010-ом году построено новое здание
Пялица	1914 г. - по настоящее время	Село Пялица, Мурманская область	1	дерево	-
Териберка	1914 г. - по настоящее время	Поселок Териберка, мурманская область	3	Первые здания - дерево, следующие - кирпич	- новое здание возведено в 1970-ых г.
Гридино	открыта - 1915 г. - по настоящее время	Мыс Гиблый, Республика Карелия	6	дерево	- новое здание построено в 1980-ые гг.
Станция на о. Диксон	открыта - 1915 г. - по настоящее время	о. Диксон,	7	Первые здания - дерево, новые - сталь	- новое здание построено в 2014-ом г.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Кемь-Порт	открыта - 1916 г. - по настоящее время	Поселок Рабочеостровск, Республика Карелия	2	дерево	- в 1945 г. проведены ремонтные работы
Канин нос	открыта - 1917 г. - по настоящее время	Мыс Канин Нос, Ненецкий АО	10	дерево	- В 2017—2018 годах были построены новый дом станции, а также баня и дизельная; - в комплекс станции входят маяк.
Мурманск	открыта - 1917 г. - по настоящее время	Город Мурманск, Мурманская область	1	дерево	- в 1980-ых гг. возведено новое здание.
Цып-Наволок	открыта - 1921 г. - по настоящее время	Поселок Цып-Наволок, Мурманская область	2	дерево	- в 1943 г. разрушено первое здание станции; - в 1950-ые построено новое здание.
Индига	открыта - 1923 г. - по настоящее время	Поселок Индига, Ненецкий АО	4	дерево	- в 2012-ом сооружено новое жилое здание

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Маточкин Шар	открыта - 1923 г., закрыта - 1957 г.	Северный остров, арх. Новая Земля	7	дерево	- Станция состояла из общего строения на 15 жилых комнат, радиостанции, магнитной обсерватории, метеорологической обсерватории, бани, двух складов
Апатиты	открыта - 1923 г. - по настоящее время	Город Апатиты, Мурманская область	1	дерево	- в 1978 г. станция заняла новое здание.
Бугрино	открыта - 1925 г. - по настоящее время	остров Колгуев, Ненецкий АО	1	дерево	-
Остров Врангеля	открыта - 1926 г. - по настоящее время	Остров Врангеля, Чукотский АО	6	Первые здания - дерево, новое здание - сталь	- в 2010-ых годах в состав станции включен новый жилой модуль

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Мыс Шалаурова	открыта - 1928 г., закрыта - 2004 г.	Остров Большой Ляховский, Якутия	7	дерево	-
Карпогоры	открыта - 1928 г. - по настоящее время	Село Карпогоры, Архангельская область	1	дерево	-
Уэлен	открыта - 1928 г. - по настоящее время	Село Уэлен, Чукотский АО	4	дерево	-
Хатанга	открыта - 1928 г. - по настоящее время	Село Хатанга, Красноярский край	2	дерево	-
Хоседа-Хард	открыта - 1928 г., закрыта - 2016 г.	Река Хоседа-Ю, Ненецкий АО	3	дерево	- здание постройки 1928-ого года сгорело в 2011 г.; - до закрытия станции в 2016-ом г. работники станции проживали в бытовках.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Бухта Тихая	открыта - 1929 г., закрыта - 1960 г.	Остров Гукера, арх. Франца-Иосифа	20	дерево	- Сейчас функционирует как музей; - В состав входил в т.ч. метеовышка, аэродром и ангар для самолетов;
Русское устье	открыта - 1929 г., закрыта - 1939 г.	Село Русское устье, Якутия	5	дерево	-
Унский маяк	открыта - 1929 г. - по настоящее время	Унская губа, Архангельская область	4	дерево	-
Инцы	открыта - 1929 г., закрыта - 1997 г.	Деревня Инцы, Архангельская область	3	дерево	- в состав станции входило два служебных здания и баня.
Игарка	открыта - 1929 г. - по настоящее время	поселок Игарка, Красноярский край	2	дерево	-

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция на о. Большой Бегичев	открыта 1930-ые гг., закрыта - начало 1990-ых гг.	Остров большой Бегичев	3	дерево	- Состояла из двух прямоугольных одноэтажных объемов, возведенных на опорах над землей, а так же вспомогательного объема из металла.
Остров Домашний	открыта - 1930 г., закрыта - 1954 г.	Остров Домашний, арх. Седова	3	дерево	- жилой дом вмещал 3 помещения: жилое, кухня, радиостанция; - здания в составе станции: жилое здание, склад, собачник.
Бухта Прончищевой	открыта - 1931 г., закрыта 1992 г.	На берегу бухты Марии Прончищевой, Красноярский край	3	дерево	- в 1976 году на станции экспериментально работал ветрогенератор; - в главном здании в центре расположена кают-компания, по краям от неё - жилые помещения;

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Мыс Желания	открыта - 1931 г., закрыта 1997 г.	Остров Северный, арх. Новая Земля	11	дерево	- первые здания разрушены в 1942-ом году, перенесены на новое место в 1958-ом году. - в настоящее время функционирует как опорный пункт музея "Русская Арктика"; - также в настоящее время электроэнергией станцию обеспечивает 24 солнечных коллектора; - станция переведена в АМС.
Умба	открыта - 1931 г. - по настоящее время	Поселок Умба, Мурманская область	2	дерево	-
Станция на о. Рудольфа	открыта - 1932 г., закрыта 1995 г.	Остров Рудольфа, арх. Франца-Иосифа	7	дерево	- Включала две жилые постройки на 20 человек, электростанцию, радиостанцию, гараж для техники, склады, баня. - открыта в рамках программы второго МПГ; - близ станции и на ледяном куполе острова действовали аэродромы.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Коткино	открыта - 1932 г. - по настоящее время	Деревня Коткино, Ненецкий АО	2	дерево	-
Русская гавань	открыта - 1932 г., закрыта 1993 г.	Остров Северный, арх. Новая Земля	3	дерево	- Состояла из трех каркасных одноэтажных объемов: жилого здания, радиорубки и бани, а также складов.
ГМО имени Е. К. Фёдорова	открыта - 1932 г. - по настоящее время	Таймырский Долгано-Ненецкий район, Красноярский край	27	дерево	- в 2010-ых г. произведен ремонт
ГМО "Тикси"	открыта - 1932 г. - по настоящее время	Посёлок Тикси, Якутия	1	Первое здание - дерево, новое здание - сталь	- в 2012 году главное здание станции заменено новым модулем
Волочанка	открыта - 1932 г. - по настоящее время	Посёлок Волочанка, Красноярский край	2	дерево	-



## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Краснощелье	открыта - 1932 г. - по настоящее время	Село Краснощелье, Мурманская область	2	дерево	-
Шойна	открыта - 1932 г. - по настоящее время	Посёлок Шойна, Ненецкий АО	2	дерево	- новое здание построено в 1970-ых г.
Гидрометеорологическая станция имени М. В. Попова	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Остров Белый, Ямало-Ненецкий АО	2	дерево	- в 2002 году открыто новое здание площадью 195м <sup>2</sup> ; - Для электроснабжения станции используются два дизель-генератора мощностью 10 кВт и один бензиновый генератор мощностью 6 кВт. Для отопления здания были установлены две параллельные дизельные котельные в 30 кВт; - в 2012 году близ станции возведена православная часовня.
Амдерма	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Поселок Амдерма, Ненецкий АО	2	дерево	-

Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Островное	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Село Островное, Чукотский АО	2	дерево	-
Остров Четырёхстолбовый	открыта - 1933 г., закрыта 1995 г.	Остров Четырёхстолбовый, арх. Медвежьи острова	4	дерево	-
Гидро метеорологическая обсерватория Баренцбург	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Поселок Баренцбург, Шпицберген, норвегия	1	Первая станция - дерево, вторая - сталь	- в 2009-2013 годах здание перестроено
Колгуев Северный	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Остров Колгуев, Ненецкий АО	3	дерево	-
Усть-Кара	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Усть-Кара, Ненецкий АО	6	дерево	- в 2002 году возведено новое жилое здание

Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Остров Котельный	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Остров Котельный, арх. новосибирские острова	7	Первые здания - дерево, вторые - сталь	- в 2010-ых годах на станцию поставлены 2 новых жилых модуля
Ходовариха	открыта - 1933 г. - по настоящее время	Мыс Русский Заворот, Ненецкий АО	5	дерево	- при станции расположен маяк.
Остров Уединения	открыта - 1934 г., закрыта - 1996 г.	Остров Уединения	4	дерево	- Состояла из непосредственно здания станции, радиостанции, метеостанции, продовольственного склада
Мыс Ванкарем	открыта - 1934 г. - по настоящее время	Село Ванкарем, Чукотский АО	2	дерево	-
Мыс Выходной	открыта - 1934 г., закрыта - 1957 г.	Остров Северный, арх. Новая Земля	4	дерево	- действовала как филиал станции Маточкин шар

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Мыс Стерлегова	открыта - 1934 г. - по настоящее время	Полуостров Таймыр, Красноярский край	5	Первое здание - дерево, новое - сталь	- в начале 2010-ых на станции установлен новый рабочий модуль
Мыс Столбовой	открыта - 1934 г., закрыта - 1957 г.	Остров Южный, арх. Новая Земля	2	дерево	- станция перенесена на новое место в 1935-ом году; - действовала как филиал станции Маточкин шар
Остров Самуила	открыта - 1934 г., закрыта - 1990 г.	Остров Самуила, арх. острова Комсомольской правды	5	дерево	-
Остров Преображения	открыта - 1934 г., закрыта - 1995 г.	Остров Преображения, Якутия	11	дерево	-
Мыс Шмидта	открыта - 1934 г., закрыта - 1995 г.	Посёлок мыс Шмидта, Чукотский АО	5	дерево	-

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Валькаркай	открыта - 1935 г. - по настоящее время	Чаунский район, Чукотский АО	19	дерево	-
Сёяха	открыта - 1935 г. - по настоящее время	Село Сёяха, Ямало-Ненецкий АО	1	дерево	-
Остров Русский	открыта - 1935 г., закрыта - 1999 г.	Остров Русский, арх. Норденшёльда	3	дерево	- станция переведена в автоматическую метеорологическую станцию
Мурманская биологическая станция «Дальние Зеленцы»	открыта - 1935 г. - по настоящее время	Посёлок Дальние Зеленцы, Мурманская область	1	дерево	-
Мыс Биллингса	открыта - 1935 г. - по настоящее время	Посёлок Биллингс, Чукотский АО	3	дерево	-

Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Кигилях	открыта - 1935 г. - по настоящее время	Остров Большой Ляховский, арх. Новосибирские острова, Якутия	6	дерево	- на станции работает экспериментальный ветрогенератор
Мыс Оловянный	открыта - 1935 г., закрыта 1950-ые гг.	Остров Октябрьской Революции, арх. Северная земля	1	дерево	-
Мыс Лескина	открыта - 1935 г., закрыта 1997 г.	Мыс Лескина, Красноярский край	5	дерево	-
Мыс Медвежий	открыта - 1935 г., закрыта 1939 г.	Село Амбарчик, Якутия	1	дерево	-
Озёрная	открыта - 1935 г., закрыта 1936 г.	Остров Южный, арх. Новая Земля	3	дерево	- В состав станции входили: главное жилое здание, радиостанция и баня

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Усть-Таймыр	открыта - 1935 г., закрыта 1958 г.	к западу от устья реки Нижняя Таймыра, Красноярский край	4	дерево	-
Северодвинск	открыта 1936 г. - по настоящее время	Город Северодвинск, Архангельская область	-	В здании жилого жб дома	-
Лескино	открыта - 1935 г., закрыта - 1997 г.	Побережье пролива Овцына, дельта Енисея	5	дерево	-
Бухта Гавриила	открыта - 1935 г., закрыта - 1995 г.	Бухта Гавриила, Чукотский АО	4	дерево	-
Остров Муостах	открыта - 1935 г., закрыта - 1996 г.	Остров Муостах, Якутия	7	дерево	- при станции расположен маяк

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
залив Благополучия	открыта - 1936 г., разрушена в 1943 г.	Остров Северный, арх. Новая Земля	4	дерево	- Состояла из центрального здания, склада и метеостанции; - рассчитанная на зимовку не более 2 человек.
Тамбей	открыта - 1936 г., закрыта - 2008 г.	Посёлок Тамбей, Ямало-Ненецкий АО	2	дерево	- станция переведена в автоматическую метеорологическую станцию
Остров Генриетты	открыта - 1937 г., закрыта - 1956 г.	Остров Генриетты, арх. Новосибирские острова	4	дерево	-
Табседа	открыта - 1937 г., закрыта - 1992 г.	Мыс Колоколковский нос, Ненецкий АО	5	дерево	-
Перевальная	открыта - 1937 г., законсервирова на - 1942 - 1945 гг., закрыта - 1948 г.	Слияние рек Тадман и Амгуэма, Анадырский хребет, Чукотский АО	3	дерево	-



## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Беломорская биологическая станция МГУ	открыта 1938 г. - по настоящее время	Лоухский район, Республика Карелия	30	дерево	- структурное подразделение Биологического факультета МГУ; - при станции расположен причал - реконструкция и новые дома появились в 1950-ых.
Нарьян-Мар	открыта 1938 г. - по настоящее время	Город Нарьян-Мар, Ненецкий АО	2	дерево	-в 1960-ом г. построено новое здание.
Новый Порт	открыта 1938 г. - по настоящее время	Бухта Новый порт, Ямало-Ненецкий АО	7	дерево	- Станция состоит из: двух жилых домов, здания радиостанции, бани, двух складов и сарая.
Усть-Оленёк	открыта 1938 г. - по настоящее время	Село Усть-Оленёк, Якутия	5	дерево	- в состав станции входят: жилое здание, склад, дизельная, баня, котельная; - в главном здании расположены: кают компания, кухня, научный кабинет, 5 жилых комнат, техническое помещение.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Залив Лаврентия	открыта 1938 г. - по настоящее время	Село Лаврентия, Чукотский АО	1	дерево	-
Бухта Амбарчик	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Село Амбарчик, Якутия	7	дерево	- при станции расположены два пирса
Агата	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Озеро Някшингда, Красноярский край	5	дерево	-
Мыс Конушин	открыта - 1939 г., закрыта - 1996 г.	Мыс Конушин, Ненецкий АО	2	дерево	-
Мыс Косистый	открыта - 1939 г., закрыта - 1990 г.	посёлок Косистый, Красноярский край	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Бухта Провидения	открыта - 1939 г., закрыта в 1990-ые гг.	Поселок Провидения, Чукотский АО	3	дерево	- в 1941-ом году на станции успешно проводились эксперименты по тепличному выращиванию овощей
Жижгин	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Остров Жижгин, Архангельская область	11	дерево	- в 1990-ые гг. возведен новый жилой дом и баня.
Певек	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Город Певек, Чукотский АО	1	ж/б	- станция расположена в 4-х этажном доме, где занимает несколько помещений.
Чокурдах	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Посёлок Чокурдах, Якутия	1	дерево	- новое здание было возведено в 1955-ом г.
Мосеево	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Деревня Мосеево, Архангельская область	2	дерево	-

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Сопочная Карга	открыта - 1939 г. - по настоящее время	Таймырский Долгано-Ненецкий район, Красноярский край	3	дерево	- близ станции расположен маяк; - в состав станции входят: жилой дом, склад, дизельная.
Остров Правды	открыта - 1939 г., закрыта - 1992 г.	Остров Правды, Красноярский край	1	дерево	-
Белый нос	открыта - 1940 г. - по настоящее время	Поселок Хабарово, Ненецкий АО	2	дерево	- В 2008 году станция дополнена новым геофизическим павильоном; - силами научного персонала проведен косметический ремонт.
Мыс Микулкин	открыта - 1940 год, закрыта - 2018 год	Полуостров Канин, Ненецкий АО	4	дерево	- станция переведена в автоматическую метеорологическую станцию.
Варандей	открыта - 1940 г. - по настоящее время	Остров Варандей, Ненецкий АО	3	Первые дома - дерево, новые - дерево, сталь	- в 2004-2005 гг. на станции построены новый служебный дом и баня, отремонтировано здание дизель-генераторной.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Остров Гейберга	открыта - 1940 г., закрыта - 1995 г.	Остров Восточный, арх. острова Гейберга	3	дерево	-
Остров Шалаурова	открыта - 1940 г., закрыта - 1960 г.	Остров Шалаурова, Чукотский АО	1	дерево	-
Остров Тыртов	открыта - 1940 г., закрыта - 1975 г.	Остров Тыртов, Красноярский край	3	дерево	-
Остров Ратманова	открыта - 1940 г., закрыта - 1993 г.	Остров Ратманова, Чукотский АО	3	дерево	-
Мыс Песчаный	открыта - 1941 г., закрыта - 1994 г.	Остров Большевик, арх. Северная Земля	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Ниванкюль	открыта - 1941 г. - по настоящее время	Поселок новый Ниванкюль, Мурманская область	2	дерево	-
Брусовица	открыта - 1941 г. - по настоящее время	Приморский район, Архангельская область	3	дерево	-
Рау-Чуа	открыта - 1941 г. - по настоящее время	Устье реки Раучуа, Чукотский АО	4	дерево	-
Мыс Буор-Хая	открыта - 1942 г., закрыта 1993 г.	Мыс Буор-Хая, Якутия	3	дерево	-
Остров Андрея	открыта - 1942 г., закрыта 1999 г.	Остров Андрея, Красноярский край	4	дерево	- в состав помещений станции входили: просторная кают-компания, кухня, рабочие помещения, баня.

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Эньмувеем	открыта - 1942 г. - по настоящее время	Село Усть-Белая, Чукотский АО	3	дерево	- новое здание сооружено в 1970-ом г.
Пролив Санникова	открыта - 1942 г. - по настоящее время	Остров Котельный, арх. Новосибирские острова, Якутия	5	дерево	- в состав станции входят: жилой дом, дизельная, склад, научные павильоны
Остров Айон	открыта - 1942 г. - по настоящее время	Остров Айон, Чукотский АО	3	дерево	-
Колючин	открыта - 1943 г., закрыта 1992 г.	Остров Колючин, Чукотское море	5	дерево	- Состояла из общего здания, метеостанции, трех вспомогательных строений
Озёро Таймыр	открыта - 1943 г., закрыта 1995 г.	На берегу озера Таймыр, Красноярский край	5	дерево	- важная станция с точки зрения необходимости обеспечения метеорологическими данными Полярной авиации, многочисленных экспедиций геологов и кораблей, идущих по СМП

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Столбовой	открыта - 1943 г., закрыта 1994 г.	Остров Столбовой, Якутия	3	дерево	- станция переведена в автоматическую метеорологическую станцию
Остров Малый Таймыр	открыта - 1943 г., закрыта 1994 г.	Остров Малый Таймыр, Красноярский край	6	дерево	- при станции работал экспериментальный ветрогенератор
Алазея	открыта - 1944 г., закрыта 1990 г.	устье реки Алазея, Якутия	1	Первая станция - рубленая баржа, вторая - дерево	- первое здание оставлено в 1950-ом году; - первое здание включало: 6 комнат: 3 жилые, кухню, столовую и научную. Вмещала 7 человек - возле второго здания была возможность посадки гидросамолета.
Усть-Чаун	открыта - 1944 г. - по настоящее время	Село Рыткучи, Чукотский АО	1	дерево	- Станция расположена в двухэтажном здании с плоской кровлей; - На втором этаже расположены жилые помещения, на первом - служебные.



Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Танюрер	открыта - 1944 г. - по настоящее время	Поселок Танюрер, Чукотский АО	3	Первые здания - дерево, новые - сталь, дерево	- Новое здание построено в 2010-ых г.
Омолон	открыта - 1944 г. - по настоящее время	Село Омолон, Чукотский АО	2	дерево	-
Остров Визе	открыта - 1945 г. - по настоящее время	Остров Визе, Красноярский край	5	дерево	- в 2011 году построен новый жилой модуль для полярников
Эгвекинот	открыта - 1946 г. - по настоящее время	Посёлок Эгвекинот, Чукотский АО	3	дерево	-
Курейка	открыта - 1946 г. - по настоящее время	Посёлок Курейка, Красноярский край	2	дерево	-

## Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Чаваньга	открыта - 1946 г. - по настоящее время	деревня Чаваньга, Кольский п-ов, Мурманская область	2	дерево	-
Кашкаранцы	открыта - 1946 г. - по настоящее время	Село Кашкаранцы, Мурманская область	1	дерево	-
Воркута	открыта - 1946 г. - по настоящее время	Город Воркута, республика Коми	1	Первое здание - дерево, новое - сталь	- в 2010-ых гг. построено новое здание
Мыс Святой Нос	открыта - 1947 г., закрыта 1987 г.	Мыс Святой Нос, Якутия	6	дерево	-
Кепино	открыта - 1947 г. - по настоящее время	Село Кепино, Архангельская область	5	дерево	- в 2000-ых построены новое жилое здания и баня

Продолжение таблицы 4

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Каневка	открыта - 1948 г. - по настоящее время	Село Каневка, Мурманская область	3	дерево	-
Антипаюта	открыта - 1949 г. - по настоящее время	Село Антипаюта, Ямало-Ненецкий АО	2	дерево	-

Таблица 5 - Арктические НИО третьего этапа развития, зарубежный опыт

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Норд	1952	Дания	Гренландия, полуостров принцессы Ингеборг	12	дерево	- частично военная станция; - работает как научная станция в летний период.
Норт-айс	Открыта 1952 год, закрыта - 1956 год	Великобритания	Гренландия	3	дерево	-
Жан Корбель	1956	Франция	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	7	дерево	- в состав станции входят: главное здание (кабинет руководителя станции, жилые помещения и рабочие офисы), рабочее здание (жилые помещения, мастерская, рабочие офисы), атмосферная обсерватория, гараж, 3 научных павильона.

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Исследовательская станция Уорд Хант	1957	Канада	Остров Уорд-Хант, Нунавут, Канада	1	дерево	- входит в систему станций CEN; - станция работает сезонно; - оборудована солнечными панелями; - в 2010-ых здание станции заменено новым.
Хорнсунн	1957	Польша	Арх. Шпицберген, Норвегия	5	дерево	- на станции расположен маяк
Субарктическая исследовательская станция Кево	1958	Финляндия	посёлок Кевониemi, Лапландия, Финляндия	15	дерево	- в состав станции входят: главное здание, лаборатория, столовая, склады и жилые корпуса; - в здании лаборатории расположены лекционный зал, библиотека и компьютерный зал.

Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
МакГилл	1959	Канада	Остров Аксель-Хейберг, Нунавут, Канада	4	Сталь, дерево	- станция состоит из главного здания, здания кухни и двух временных построек; - используется сезонно, в летний период; - оснащена солнечными панелями.
Лагерь Рейвен	1960	США	Гренландия	1	сталь	- станция работает сезонно; - на станции расположен ветрогенератор; - в лагере нет капитальных построек, на зимний период он полностью разбирается.
Биологическая станция Кильписъярви	1964	Финляндия	Деревня Кильписъярви Лапландия, Финляндия	6	дерево	- в 2003 году проведено значительное расширение станции
Сермилик	1970	Дания	Остров Аммассалик	3	дерево	- станция работает сезонно, в летний период

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Полярная станция им. Станислава Барановского	1971	Польша	Арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-
Исследовательская станция Вапмагустуи- Кууджуарапик	1971	Канада	деревня Кууд жуарапик, Квебек, Канада	1	Сталь, дерево	- новое здание открыто в 2010 году; - входит в сеть станций СЕН.
Мыс Харальд Мольтке	1972	Дания	Земля Пири, Гренландия	1	дерево	- станция работает сезонно, в летний период
Альпийский исследовательский центр Финс	1972	Норвегия	Норвегия	2	дерево	-
Исследовательский центр Иглулика	1975	Канада	Иглулик, Нунавут, Канада	1	Сталь, полимерн ые панели	- здание имеет круглую в плане форму и нетипичную отделку полимерными панелями
Полярная станция университета Николая Коперника	1975	Польша	Арх. Шпицберген, Норвегия	3	дерево	-
Полевая станция Тулик	1975	США	Берег озера Тулик, Аляска, США	25	дерево	-

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Исследовательский центр озера Миватн	1975	Исландия	На берегу озера Миватн, Исландия	1	дерево	-
Исследовательская станция озера Клирвотер	1980	Канада	Нунавик, Канада	3	дерево	- здания станции перестроены в 2011 году; - станция работает сезонно, с июня по октябрь; - входит в сеть станций CEN; - станция оборудована солнечными панелями.
Полевая станция реки Бонифаций	1985	Канада	Квебек, Канада	3	дерево	- в 2010-ом году здания реконструированы; - входит в сеть станций CEN; - станция оборудована солнечными панелями.
Обсерватория Глобальной службы атмосферы доктора Нила Триветта	1986	Канада	Посёлок Алерт, Нунавут, Канада	1	сталь	- в 1992 году здание было значительно расширено



Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Полярная станция Университета Марии Кюри-Склодовской	1986	Польша	Арх. Шпицберген, Норвегия	6	дерево	- в состав станции входит основное жилое здание, склады, радиостанция
Станция Умиджак	1986	Канада	Умиджак, Квебек, Канада	3	дерево	- в 2010-ом году здания станции было реконструировано; - входит в сеть станций CEN; - в состав станции входят: главное здание, жилое здание и гараж.
Станция Саллюи	1987	Канада	Саллюи, Квебек, Канада	1	дерево	- входит в сеть станций CEN; - в 2010-ом году здание станции было реконструировано.
полевая станция острова Байлот	1988	Канада	Остров Байлот, Нунавут, Канада	3	сталь	- входит в сеть станций CEN

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Верхний лагерь	1989	США	Гренландия	7	Сталь, дерево	- В состав станции входят: главное здание, научное здание, здание гаража и дизельного генератора, научного павильона и складов
Закенберг	1997	Дания	Гренландия	10	дерево	- станция работает сезонно, с мая по октябрь; - в состав станции входят: жилые здания, лаборатории, склады.
Исследовательская станция НИПР	1990	Япония	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	4	Дерево, сталь	- станция работает сезонно, в летний период; - в состав станции входят: главное здание, обсерватория, лаборатория и склад.
Обсерватория Зеппелин	1990	Норвегия	арх. Шпицберген, Норвегия	2	сталь	- в 2000 году здание заменено на новое

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Арктическая исследовательская станция	1991	Великобритания	Посёлок Нью- Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	- в состав станции входят 4 лаборатории и 6 жилых помещений
Колдевей	1991	Германия	Посёлок Нью- Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-
Геодезическая станция НКУ	1992	Норвегия	Посёлок Нью- Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	5	дерево	-
Научный и Учебный центр Судурнес	1992	Исландия	Судурнес, Исландия	1	дерево	- центр расположен в здании бывшей рыбоперерабатывающей фабрики

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Исследовательская станция экосистемы тундры	1994	Канада	На берегу озера Дарлинг, северо-западные территории, Канада	10	сталь	- станция оборудована солнечными коллекторами и ветрогенераторами; - станция работает сезонно, в летний период; - в состав станции входят: два жилых здания, кухня-столовая, прачечная, две лаборатории и несколько зданий для обслуживания и хранения оборудования.
Исследовательская станция Туле	1995	Дания	Гренландия	3	дерево	-
Нидерландская полярная станция	1995	Нидерланды	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-

## Продолжение таблицы 5

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Арктическая база Дирижабль	1997	Италия	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	- станция работает сезонно, в летний период, с марта по октябрь
Станция Шарля Рабо	1999	Франция	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-
Экологическая станция Радиссон	1999	Канада	Радиссон, Квебек, Канада	3	дерево	- станция реконструирована в 2010-ом году

Таблица 6 - Арктические НИО третьего этапа развития, отечественный опыт

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция имени Е.К Федорова	открыта - 1950 г. - по настоящее время	Остров Вайгач, Ненецкий АО	3	дерево	-
Хорей-Вер	открыта - 1950 г. - по настоящее время	Поселок Хорей-Вер, Ненецкий АО	2	Дерево	-
Тадибеяха	открыта - 1950 г., закрыта - 1996 г.	Устье реки Тадибеяха, Ямало-Ненецкий АО	6	дерево	-
Метеостанция им. Ю. А. Хабарова	открыта - 1951 г. - по настоящее время	Дельта реки Лена, Якутия	3	Дерево	-
Бухта Солнечная	открыта - 1951 г., закрыта - 1992 г.	Остров Большевик, арх. Северная Земля	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Усть-Тарей	открыта - 1952 г., закрыта - 1991 г.	Посёлок Усть-Тарей, Красноярский край	2	дерево	- в 1991 г. станция сгорела и была закрыта.
Нагурская	открыта - 1952 г., закрыта - 1991 г.	Арх. Земля Франца-Иосифа, Архангельская область	5	дерево	-
Острова Краснофлотские	открыта - 1953 г., закрыта - 1991 г.	Остров Большой, арх. Северная Земля	4	дерево	- в состав станции входят: жилое здание, дизельная, баня, склад
Острова Известий ЦИК	открыта - 1953 г. - по настоящее время	Острова Известий ЦИК, Красноярский край	5	Первые здания - дерево. новое - сталь	- В конце 1960-х годов на станции был установлен ветрогенератор; - в 2009 возведен новый жилой модуль; - станция частично работает как АМС.
Мыс Исаченко	открыта - 1953 г., закрыта - 1994 г.	остров Исаченко, Красноярский край	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Земля Бунге	открыта - 1953 г., закрыта - 1992 г.	Остров Котельный, арх. Новосибирские острова, Якутия	8	дерево	- Состояла из комплекса зданий, в т.ч. общего дома, научных лабораторий, метеостанций, радиостанций; - на станции действовал ветрогенератор.
Харасавей	открыта - 1953 год, закрыта - 1987 год	Посёлок Харасавей, Ямало-Ненецкий АО	3	дерево	-
Мыс Меншикова	открыта - 1953 г., закрыта - 2005 г.	Остров Южный, арх. Новая Земля	9	дерево	-
Арктический научно-исследовательский стационар	открыта - 1954 г. - по настоящее время	Город Лабытнанги, Ямало-Ненецкий АО	1	дерево	-
Сенгейский Шар	открыта - 1954 г. - по настоящее время	остров Сенгейский, Ненецкий АО	6	дерево	- состоит из: жилого здания, двух служебных, моторной и склада; - в 2012 г. произведен ремонт одного из зданий; - с 2018-ого г. переведена в АМС



## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Тярпей Тумса	открыта - 1954 г., закрыта - 1996 г.	Булунский улус, Якутия	3	дерево	-
Мыс Рожина	открыта - 1954 г., закрыта - 1958 г.	Остров Новая Сибирь, арх. новосибирские острова	3	дерево	-
Остров Дунай	открыта - 1954 г. - по настоящее время	Остров Дунай-Арыта, острова Дунай. Якутия	4	дерево	- при станции расположен маяк
Остров Голомяный	открыта - 1954 г. - по настоящее время	Остров Голомяный, арх. северная Земля	8	дерево	- в состав станции входят: служебное здание, жилое здание, дизельная, баня, склады
Остров Ушакова	открыта - 1954 г., закрыта - 1991 г.	Остров Ушакова, Красноярский край	4	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Остров Вилькицкого	открыта - 1954 г., закрыта - 2011 г.	Остров Вилькицкого, Ямало-Ненецкий АО	5	дерево	- станция переведена в автоматическую метеорологическую станцию;
Индигирская	открыта - 1955 г., закрыта - 2002 г.	Посёлок Табора, Якутия	4	дерево	- станция переведена в автоматическую метеорологическую станцию;
остров Жохова	открыта - 1955 г., закрыта - 1965 г.	Остров в Восточно-сибирском море	2	дерево	- При станции действовал аэродром
Канчалан	открыта - 1955 г. - по настоящее время	Село Канчалан, Чукотский АО	1	дерево	-
Геофизическая станция Колба имени В. В. Ходова	открыта - 1956 г. - по настоящее время	Посёлок Диксон, Красноярский край	2	дерево	- в 2010-ых годах на станции установлены новые жилые модули

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Беломорская биологическая станция «Мыс Картеш»	открыта - 1957 г. - по настоящее время	Лоухский район, республика Карелия	8	дерево	- При станции устроены причалы для морских судов
Обсерватория имени Эрнеста Кренкеля	открыта - 1957 г. - по настоящее время	Остров Хейса, арх. земля Франца-Иосифа	8	дерево	- в 2000-ых на станции возведены новые жилые модули
Мыс Ватутина	открыта - 1957 г., закрыта - 1990 г.	Остров Октябрьской революции, арх. Северная Земля	3	дерево	-
Остров Виктория	открыта - 1959 г., закрыта - 1994 г.	Остров Виктория, Архангельская область	7	дерево	-
Мыс Константиновский	открыта - 1959 г. - по настоящее время	Печорский залив, Ненецкий АО	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Сагыллах-Ары	открыта - 1961 г., закрыта - 2005 г.	остров Самах-Беттиемете, дельта реки Лены, Якутия	3	дерево	-
Зареченск	открыта - 1963 г. - по настоящее время	Поселок Зареченск, Мурманская область	1	дерево	-
Илирней	открыта - 1963 г. - по настоящее время	Село Илирней, Чукотский АО	2	дерево	-
Баимка	открыта - 1964 г. - по настоящее время	Поселок Весенний, Чукотский АО	2	дерево	- в 2009 г. проведен ремонт служебного здания и дизельной.
Мыс Быков	открыта - 1965 г. - по настоящее время	Посёлок Тикси, Якутия	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Туманная	открыта - 1967 г. - по настоящее время	Посёлок Туманный, Мурманская область	3	дерево	-
Купол Вавилова	открыта - 1974 г., закрыта - 1988 г.	Остров Октябрьской Революции, арх. Новая Земля	5	дерево	- В зданиях устроена плоская кровля; - в состав станции входили: общее здание, научные павильоны, буровая установка; - внутри общего здания находились жилые помещения, кают-компания, столовая, кухня и баня.
Пяси́на	открыта - 1976 г., закрыта - 1991 г.	Устье реки Пяси́на, Красноярский край	3	дерево	-
Билибино	открыта - 1976 г. - по настоящее время	Поселок Билибино, Чукотский АО	2	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Константиновская	открыта - 1977 г. - по настоящее время	Берег реки Большой Анной, Чукотский АО	1	дерево	-
Северо-Восточная Научная станция	открыта - 1977 г. - по настоящее время	Посёлок Черский, Якутия	8	дерево	-
60 лет ВЛКСМ	открыта - 1978 г., закрыта - 1996 г.	Тазовский район, Ямало-Ненецкий АО	5	дерево	-
Геофизическая станция Ловозеро	открыта - 1980 г. - по настоящее время	Ловозерский район, Мурманская область	1	дерево	- государственный памятник природы регионального значения; - уникальная станция, где ведутся непрерывные наблюдения за северным сиянием; - новое здание возведено в 2000-ых гг.
АЭ Хатанга	открыта - 1980 г. - по настоящее время	Посёлок Хатанга, Красноярский край	2	дерево	- в 2004-2005 гг. произведен ремонт

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Ямбург	открыта - 1985 г. - по настоящее время	Посёлок Ямбург, Ямало-Ненецкий АО	1	дерево	-
Мыс Баранова	открыта - 1986 г. - по настоящее время	Остров Большевик, арх. Северная Земля	30 - до консервации, после - 11	дерево	- законсервирована в 1996 году, работы возобновлены в 2013 году; - в состав станции входили в том числе: здание кают-компании, дизельная станция, баня; - после расконсервации построены 3 новых здания: комплекс ледоисследователей (2015 год), двухэтажный модульный жилой комплекс и дом геофизика (2016 год).
Анабар	открыта - 1987 г. - по настоящее время	Мыс крест, устье реки Анабар, Якутия	3	дерево	- В состав станции входят: жилое здание, склад, дизельная
Моржовая	открыта - 1990 г., закрыта - 1994 г.	Посёлок Харасавэй, Ямало-Ненецкий АО	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 6

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Виллем Баренц	открыта - 1993 г. - по настоящее время	Посёлок Диксон, Красноярский край	1	дерево	- Была построена благодаря реализации программы Голландского Правительства для развития международных научных исследований
Лена-Норденшельд	открыта - 1995 г. - по настоящее время	Дельта реки Лена, Якутия	6	дерево	- Станция создана в соответствии с меморандумом, подписанным между правительством Республики Саха и Всемирным фондом дикой природы (WWF); - В состав станции входят: главное здание, баня, котельная, гараж, дом обслуживающего персонала, электростанция; - В состав главного здания входят: конференц-зал, лаборатория, 7 гостевых комнат, склад, столовая, кухня.



Таблица 7 - Арктические НИО четвертого этапа развития, зарубежный опыт

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Южный исследовательский центр Невольничьего озера	1991	Канада	Йеллоунайф, Канада	1	бетон	-
Северный исследовательский центр Невольничьего озера	1991	Канада	Йеллоунайф, Канада	1	бетон	-
Арктический космический центр	1994	Финляндия	Поселение Соданкюля, Лапландия, Финляндия	1	сталь, дерево	-
Обсерватория Аломар	1994	Норвегия	Остров Аннёйя, Нурланн, Норвегия	1	сталь, дерево	- в состав помещений станции входят механическая мастерская, лаборатории, офисы, столовая, конференц-залы и жилые помещения.

## Продолжение таблицы 7

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Свердруп	1999	Норвегия	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	сталь, дерево	- станция открытка в 1968 году, новое здание установлено в 1999, арх. Торстейн Рамберг; - в состав здания входят: кабинеты, лаборатории, приборные и мастерская. В башенной части находятся залы заседаний, столовая и библиотека, склады, лаборатории и аппаратные для приборов, которые установлены снаружи на платформе крыши; - имеет несущую конструкцию из клееного бруса, которая стоит на фундаменте на стальных сваях, вбитых в вечную мерзлоту, облицован деревянным фасадом.

## Продолжение таблицы 7

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Международный исследовательский центр Арктики	1999	США	Фербенкс, Аляска, США	1	бетон	-
Исследовательский центр климата Аляски	2000	США	Фербенкс, Аляска, США	1	бетон	-
Дасан	2002	Южная Корея	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-
Хуанхе	2003	Китай	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-
Морская лаборатория Кингс-Бэй	2005	Норвегия	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	- в состав здания входят лаборатории, учебные помещения, рабочие помещения, мастерские, научные аквариумы

## Продолжение таблицы 7

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Исследовательский центр Свальбарда	2005	Норвегия	Лонгйир, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево, сталь, медь	- имеет сложную объемно-пространственную композицию, учитывающую направление ветров и снижающую ветровую нагрузку
PEARL	2005	Канада	Остров Элсмир, Нунавут, Канада	1	сталь	- входит в состав базы Юрика
Центр природы и наследия Скаланес	2005	Исландия	Скаланес, Исландия	1	дерево	-
Лагерь NEEM	2008	Дания	Гренландия	1	сталь	- перемещена на новое место в 2015-ом году; - состояла из купола над буровой установкой и палаточного лагеря.
Химадри	2008	Индия	Посёлок Нью-Олесунн, арх. Шпицберген, Норвегия	1	дерево	-









## Продолжение таблицы 7

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Полярная станция «Петуниабукта»	2011	Польша	Арх. Шпицберген, Норвегия	3	дерево	-
Черчиллский центр северных исследований	2011	Канада	Черчилль, Манитоба, Канада	1	дерево	- в состав здания входят: жилые помещения, научные лаборатории, учебные классы, библиотека, вспомогательные помещения: кухня, столовая на 120 человек и фитнес-центр
Виллум	2013	Дания	Гренландия, полуостров принцессы Ингеборг	1	дерево	- входит в состав базы Норд
Канадская высокоарктическая исследовательская станция	2017	Канада	Посёлок Кембридж-Бей, Нунавут, Канада	1	сталь, дерево	- в состав станции входит этнологический музей
станция Кангикусуалуук сукуйарвик	2018	Канада	Кууджак, Канада	1	дерево	-

Таблица 8 - Арктические НИО четвертого этапа развития, отечественный опыт

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объёмов	Материал	Примечания
Чокурдах	2001	Посёлок Чокурдах, Якутия	1	дерево	- создан году Сибирским отделением Российской академии наук и Амстердамским свободным университетом при финансовой поддержке правительства Нидерландов и по разрешению и помощи со стороны Министерства охраны природы Республики Саха.
Остров Самойловский	2013	Дельта реки Лена, Якутия	4	сталь	- главное здание имеет трёхлучевую форму плана
Снежинка	2023	Ямало-Ненецкий АО	1	сталь	- станция работает на базе возобновляемых источников энергии и водородной энергетики, без дизельного топлива; - в состав станции входят : Лабораторные модули и мастерские, презентационный модуль, обзорный модуль, центральный модуль, жилые модули, технологические модули, водородные модули.

**Таблица 9 - Обобщение 4 этапов развития арктических НИО\***

<p>1-ый этап. Конец XIX в.</p> 	 <p>Форт Конгер, Гренландия Соданкооля, Финляндия Малые Кармакулы, Сагастырь, РФ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Простые одноэтажные строения со скатной кровлей, выполненные из древесины;</li> <li>- нет единства приёмов, техник возведения и функциональных зон;</li> <li>- достаточно большое количество спорных и даже вовсе неподходящих для региона архитектурных решений.</li> </ul>
<p>2-ой этап. 1-ая половина XX в.</p> 	 <p>остров Визе, РФ мыс Билангса, РФ Вальсаркай, РФ Колгуев Северный, РФ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Несколько зданий в составе одного НИО;</li> <li>- различие зданий по функциям;</li> <li>- тенденция трёх "обязательных" строений: главного жилого здания, дизельной электростанции и склада.</li> <li>- первые попытки создать приёмы нивелирования средовых факторов.</li> </ul>
<p>3-ий этап. 2-ая половина XX в.</p> 	 <p>НИЦ Иглуника, Канада Верхний Лагерь, США Анабар, РФ МС Голомянный, РФ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Развитие идеи архитектуры 2-ого периода: увеличение количества зданий и разнообразия помещений, устройство дополнительных технических сооружений;</li> <li>- развитие приёмов нивелирования средовых факторов;</li> <li>- возникновение НИК и НИЦ.</li> </ul>
<p>4-ый этап. Начало XXI в.</p> 	 <p>НИЦ Свальбарда, Норвегия НИЦ Свердруп, Норвегия МС Тикис, РФ Остров Самойловский, РФ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Широкое использование приёмов нивелирования средовых факторов;</li> <li>- усложнение схем плана;</li> <li>- усложнение ОПК зданий путём широкого включения приёмов нивелирования средовых факторов.</li> </ul>

\* Примечание - разработано на основе данных из таблиц 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

**Таблица 10 - Антарктические НИО первого этапа развития, зарубежный опыт\***

Станция	Год возведения	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция на мысе Хат-Пойнт	1901	Британская национальная антарктическая экспедиция, 1901–1904 гг.	остров Росса	1	дерево	-
станция на острове Сноу Хилл	1901	Шведская антарктическая экспедиция, 1901–1904 гг.	Остров Сноу Хилл	1	дерево	-
Омонд-хаус	1903	Шотландская национальная антарктическая экспедиция 1902—1904 гг.	Остров Лори	3	камень, дерево	- в состав станции входили: основное здание, магнитная обсерватория и метеорологический павильон

\* Примечание - разработано на основе данных: Генезис функционального зонирования антарктических научно-исследовательских станций начала XX века / В. А. Савинова // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №1(54). – С. 62–77. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/03\\_savinova.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/03_savinova.pdf)



## Продолжение таблицы 10

Станция	Год возведения	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция на мысе Ройдс	1907	Первая экспедиция Э. Шеклтона, 1907–1909 гг.	Остров Росса	1	дерево	-
Станция на мысе Эванс	1910	Британская антарктическая экспедиция, 1910–1913 гг.	Остров Росса	1	дерево	-
Фрамхейм	1910	Норвежская полярная экспедиция 1910—1912 годов	Шельфовый ледник Росса	3	дерево	- часть помещений была устроена непосредственно под снежным покровом
Станция на мысе Деннисон	1911	Австралийская антарктическая экспедиция, 1911–1914 гг.	Мыс Деннисон, земля Георга V	2	дерево	-
Станция на мысе Маккуори			Остров Маккуори	1	дерево	-

Таблица 11 - Антарктические НИО второго этапа развития, зарубежный опыт

Станция	Год возведения	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Литл-Америка	1929	США	Шельфовый ледник Росса	около 20	дерево	- всего было 5 этапов развития станций, оконченных в 1957-ом г.; - использовалась как база для проведения операций Highjump в 1946-1947 гг и DeepFreeze в 1956 г, а также МГГ в 1957-1958 гг.
Восточная база	1941	Экспедиция антарктической службы США (1939–1941 гг.), Антарктическая исследовательская экспедиция Ронне ( 1947–1948 гг.)	Остров Стонингтон	2	дерево	- в 1946-ом г., оккупирована британской экспедиций и перестроена

## Продолжение таблицы 11

Станция	Год возведения	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция А	1944	Великобритания	Остров Гудье, арх. Палмера	3	дерево	- открыта в рамках операции Tabarin
Станция В			Остров Десепшн, арх. Южные Шетландские острова	3	дерево	
Станция D	1945		Бухта Хоуп на п-ове Тринити	4	дерево	- частично сгорела в 1956 г.; - передана Уругваю в 1997 г.
Станция С	1946		Остров Лори, арх. Южные Оркнейские острова	2	дерево	-
Станция Е			Остров Стонингтон	2	дерево	-
Станция Н, в последствии Сигню	1947		Остров Сигню, арх. Южные Оркнейские острова	Первые здания - 1, сейчас - 4	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- в состав станции входят: главное здание, электростанция. склады

## Продолжение таблицы 11

Станция	Год возведения	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция F	1947	Великобритания	Остров Галиндез, Аргентинский арх.	9	дерево	- расширена в 1953 и 1980 гг.; - в 1994 г. передана Украине
Станция G			Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	2	дерево	-
База капитана Артуро Прата	1947	Чили	Остров Гринвич, арх. Южные Шетландские острова	Первые здания - 2, сейчас - 6	дерево	-
Мельхиор	1947	Аргентина	Остров Гамма, Острова Мельхиора	Первые здания - 4, сейчас - 6	дерево	- действует сезонно, в летний период; - в состав станции входит маяк.
Десепшн	1948	Аргентина	Остров Десепшн, арх. Южные Шетландские острова	6	дерево	- действует сезонно, в летний период

## Продолжение таблицы 11

Станция	Год возведения	Страна/ экспедиция	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Хенераль-Бернардо-О'Хиггинс	1948	Чили	П-ов Тринити	Первые здания - 4, сейчас - 10	Первые здания - дерево, сейчас сталь и дерево	-
Модхейм	открыта - 1949 г., закрита - 1952 г.	Норвежско-британско-шведская антарктическая экспедиция (1949-1952 гг.)	Земля королевы Мод	2	дерево	-

Таблица 12 - Антарктические НИО третьего этапа развития, зарубежный опыт

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Порт Мартин	Открыта 1950 г., закрыта - 1952 г.	Франция	Мыс Маржери, земля Адели	4	дерево	- в состав станции входило: главное здание, несколько пристроек (склады, укрытие от непогоды)
Браун	1951	Аргентина	П-ов Санавирон	Первые здания - 4, сейчас - 7	дерево	- станция работает сезонно, в летний период; - первоначально станция состояла из главный здания, двух складов, научного здания. - В состав научного здания входили: три лаборатории, фотомастерская, аварийная радиостанция, офис и библиотека; - в 1995 возведено два новых жилых модуля

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Гонсалез Видела	Открыта 1951 г., закрыта - 1958 г.	Чили	П-ов Санавирон	5	дерево	-
Сан Мартин	Открыта 1951 г., закрыта - 1960 г., возобновила деятельность - 1976 г.	Аргентина	Остров Барри	Первые здания - 10, сейчас - 14	дерево, сталь	В состав станции входило - главное здание, основное хранилище, аварийный дом, пять металлических складов для припасов, помещение для собачьих упряжек, электрогенератор
Петрель	1952	Аргентина	Остров Данди, Земля Грэма	5	дерево	- станция работает сезонно, в летний период
Камара	Открыта 1953 г., закрыта - 1960 г., возобновила деятельность - 1988 г.	Аргентина	Остров Полумесяца, арх. Южные Шетландские острова	5	дерево	-

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Эсперанца	1953	Аргентина	П-ов Тринити, земля Грэма	43	дерево, сталь	- станция работает сезонно, в летний период; - гражданское поселение; - на базе расположена школа; - станцию обслуживают 4 электрогенератора.
Карлини	1953	Аргентина	Остров Кинг Джордж, арх. Южные Шетландские острова	18	дерево	- в состав станции входят: главное здание, вертолетная площадка, аварийное здание, здания технического персонала и основного, лазарет, радио станция, электрогенераторные, гараж, цех, 2 лаборатории, геодезическая станция, сейсмографическая станция, склад, морозильная камера.



## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция V	Открыта 1953 г., закрыта - 1963 г.	Великобритания	П-ов Тринити, земля Грэма	2	дерево	-
Моусон	1954	Австралия	Земля Мак-Робертсона	Первые здания - 4, сейчас - 32	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- в 1970-ые гг. на станции проведена реконструкция;
Рисопатрон	1954	Чили	Остров Роберт, арх. Южные Шетландские острова	5	дерево	- станция работает сезонно, в летний период
Агирре Серда	Открыта 1955 г., закрыта - 1967 г.	Чили	Остров Десепшн, арх. Южные Шетландские острова	3	дерево	-
Бельграно I	Открыта 1955 г., закрыта - 1980 г.	Аргентина	Шельфовый ледник Фильхнера	8	дерево	- в состав станции входило: главное здание, склады, 4 жилых здания, ангар.

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Станция N	Открыта 1955 г., закрыта - 1971 г.	Великобритания	Остров Анверс, арх. Палмер	3	дерево	-
Станция Y	Открыта 1955 г., закрыта - 1960 г., возобновила деятельность - 1969 г.		Остров Подкова, земля Грэма	2	дерево	-
Дюмон-д'Юрвиль	1956	Франция	Земля Адели	Первые здания - 4, сейчас - 25	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- станция работает сезонно, в летний период
Халлет	Открыта 1956 г., закрыта - 1973 г.	США, Новая Зеландия	П-ов Халлет	6	дерево	-

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Халли	1956	Великобритания	Шельфовый ледник Бранта	Первые здания - 4, сейчас - 3	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- станция 6 раз перестраивалась
Мак-Мёрдо	1956	США	Остров Росса	Первые здания - 6, сейчас более 85	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- крупнейший научный комплекс Антарктиды; - в состав входит 3 аэродрома, вертолётная площадка и порт.
Станция О	Открыта 1956 г., закрыта - 1959 г.	Великобритания	Остров Данко	2	дерево	-
Станция W			Остров Детейл	3	дерево	- станция состояла из: главного здания, склада и псарни
Амундсен-Скотт	1957	США	Внутриматериковая часть Антарктиды, Южный полюс	8	Сборные панели: фанера, стекло-волокно	- в состав станции входили: главное здание, 2 научных павильон, хозяйственные постройки, склады и система подснежных тоннелей

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Бэрд	Открыта 1957 г., закрыта - 1972 г.	США	Земля Мэри Бэрд	4	дерево, сталь	- в 1960-ом г., построено новое здание
Кейси	1957	Австралия	Залив Винсенес, Земля Уилкса	5	дерево, сталь	- в 1960-ом г., построено новое здание; - здания были возведены на опорах над землёй, между собой соединены переходом.
Шарко	Открыта 1957 г., закрыта - 1960 г.	Франция	Земля Адэли	3	дерево	- состоял из полуцилиндрических секций из листового металла, соединенных встык для уменьшения скапливания снега
Дэвис	1957	Австралия	Земля принцессы Елизаветы	Первые здания - 6, сейчас более 30	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- в 1980-ых проведена масштабная реконструкция зданий станции и строительство новых модулей

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Эллсворт	Открыта 1957 г., закрыта - 1962 г.	США	Шельфовый ледник Фильхнера	6	дерево	- в 1959-ом г. передана Аргентине; - в состав станции входили: главное здание, жилые здания, радиостанция, электростанция.
Король Бодуэн	Открыта 1957 г., закрыта - 1961 г.	Бельгия	Земля королевы Мод	3	дерево	-
Норвегия	Открыта 1957 г., закрыта - 1960 г.	Норвегия	Шельфовый ледник Беллинсгаузена	3	дерево	-
Скотт-Бейс	1957	Новая Зеландия	Остров Росса	Первые здания - 9, сейчас более 30	Первые здания - дерево, сейчас сталь	- в состав первой станции входило 6 жилых зданий и 3 научные лаборатории, связанных переходом; - на станции проведено несколько этапов реконструкций.

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Сёва	1957	Япония	Остров Восточный Онгул	Первые здания - 6, сейчас более 60	Первые здания - дерево, сейчас сталь	-
Саут-айс	Открыта 1957 г., закрыта - 1958 г.	Великобритания	Шельфовый ледник Ронне	3	дерево	-
Станция J	Открыта 1957 г., закрыта - 1959 г.		Земля Грэма	1		-
Литтл-Рокфорд	Открыта 1958 г., закрыта - 1965 г.	США	Земля Мэри Бэрд	17	дерево	-
SANAE I	Открыта 1960 г., закрыта - 1963 г.	ЮАР	Шельфовый ледник Беллинсгаузена	5	дерево	-

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
База Матиенсо	1961	Аргентина	Земля Грэма	6	дерево	- в состав станции входят: главное здание, аварийное, лаборатория, склад, станция переработки отходов; - также при станции действует ВПП и вертолётная площадка.
Станция Т	Открыта 1961 г., закрыта - 1977 г.	Великобритания	Остров Аделейд	6	дерево	-
Елчо	Открыта 1962 г., закрыта - 1998 г., возобновила деятельность - 2015 г.	Чили	Остров Думер, арх. Палмера	Первые здания - 3, сейчас - 6	Первые здания - дерево, сейчас сталь	-
Эйтс	Открыта 1963 г., закрыта - 1965 г.	США	Земля Эллсворта	11	дерево	-

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Броктон	Открыта 1965 г., закрыта - 1972 г.	США	Шельфовый ледник Росса	3	дерево	-
Плато	Открыта 1965 г., закрыта - 1969 г.		Земля Королевы Мод	5	дерево, сталь	-
Собрал	Открыта 1965 г., закрыта - 1968 г.	Аргентина	Шельфовый ледник Фильхнера	5	дерево	- станция состоит из: главное здание, жилое здание, лаборатория, радиостанция, электростанция
Палмер	1968	США	Остров Анверс	13	дерево	- станция состоит из: ангара для лодок, биологической лаборатории, склада, мастерской, жилого здания, 2 научных зданий
Борга	Открыта 1969 г., закрыта - 1976 г.	ЮАР	Массив Борг	5	дерево	-



## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Президент Эдуардо Фрей Монталва	1969	Чили	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	35	дерево	-
Марамбио	1969	Аргентина	Остров Марамбио	27		- в комплекс станции входит аэродром; - в состав станции входят: основное здание, столовая; аварийное здание; жилые здания; пассажирский терминал авиакомпании; библиотека; почтовое отделение; спортзал; католическая часовня; прачечная; станция радиосвязи; гаражи; мастерские; лаборатория и склады

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Ванда	1969	Новая Зеландия	Земля Виктории	3	дерево	- станция работает сезонно, в летний период
Сейпл	Открыта 1973 г., закрыта - 1988 г.	США	Земля Эллсворта	3	сталь	-
Ротера	1975	Великобритания	Остров Аделейд	Более 10	Первые здания - дерево. сейчас сталь	- при станции расположена авиабаза
Амундсен-Скотт	1975	США	Внутриматериковая часть Антарктиды, Южный полюс	1	Сталь, оргстекло	- возведен объём "Купол", внутри которого находились общежития, камбуз, центр отдыха, почта и лаборатории
Арцтовский	1977	Польша	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	13	дерево	- при станции расположен маяк

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Примавера	1977	Аргентина	Земля Сан-Мартин	7	дерево	- станция работает сезонно, в летний период
Бельграно II	1979		Земля Коутс	13	Сталь, стекловолокно, пенополиуретан	- в состав станции входят: главное здание, жилые здания; лазарет часовня; музей; радио станция; метеостанция; электростанция; гараж; станция атмосферных исследований; механическая, столярная и электрическая мастерские; склады; - при станции расположена ВПП и вертолётная площадка.

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Бельграно III	Открыта 1980 г., закрыта - 1984 г.	Аргентина	Шельфовый ледник Фишера	9	пластик	- станция состояла из: главного здания, радиостанции, электростанции, лаборатории; - возведена методом мобильных модулей, соединенных вместе и установленных на гусеницах.
Фильхнер	Открыта 1982 г., закрыта - 1999 г.	Германия	Шельфовый ледник Фишера	8	сталь	- первая станция в Антарктике, установленная на домкратах; - станция состояла из стальных контейнеров, в которых размещались жилые помещения и лаборатории;
Хулио Рипамонти	1982	Чили	Остров Ардли, арх. Южные Шетландские острова	4	дерево, сталь	-

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Гондвана	1983	Германия	Трансантарктические горы	20	сталь	- станция устроена в стальных грузовых контейнерах; - в 2016-ом году модернизирована, установлены солнечные генераторы энергии.
Артигас	1984	Уругвай	Остров Кинг-Джордж, арх.	13	дерево, сталь	-
Команданте Ферраз	1984	Бразилия	Южные Шетландские острова	25	сталь	-
Дакшин Ганготри	Открыта 1984 г., закрыта - 1990 г.	Индия	Ледник Дакшин Ганготри	8	дерево, сталь	- станция снабжалась электричеством от солнечных коллекторов; - Станция была разделена на две секции, блоки А и В. В блоке А находились генераторы, запас топлива и мастерские, а в блоке В находились лаборатории, радиорубки и др.

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Чанчэн	1985	КНР	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	20	сталь	- в 2010-ых гг. на станции открыта экспериментальная оранжерея, покрытая оргстеклом.
Лени	1985	США		3	дерево, сталь	-
Дрешер	Открыта 1986 г., последний раз посещалась - 2016 г.	Германия	Земля Королевы Мод	6	сталь	- станция работает сезонно, в летний период

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Зуккелли	1986	Италия	Залив Терра Нова	20	сталь	- станция работает сезонно, в летний период; - состоит из 82 контейнеров, 42 из которых использовались для размещения персонала и обслуживания, а остальные 40 - для вспомогательной деятельности; - близ станции расположена ВПП; - В 2010 году станция была расширена.
Абоа	1988	Финляндия	Земля Королевы Мод	3	сталь	- станция работает сезонно, в летний период
Хуан Карлос	1988	Испания	Остров Ливингстон, арх. Южные Шетландские острова	10	сталь, дерево	- станция работает сезонно, в летний период

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Кинг Седжон	1988	Южная Корея	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	13	сталь	-
Святой Климент Охридский	1988	Болгария	Остров Ливингстон, арх. Южные Шетландские острова	4	дерево	- близ станции расположена часовня; - в 2008—2009 гг. были построены два новых здания.
Свеа	1988	Швеция	Земля Королевы Мод	3	дерево	- спутниковая станция при станции Васа
Кейси	1988	Австралия	Залив Винсенес, Земля Уилкса	16	Бетон, сталь, пенополистерольные плиты	-
Габриэль де Кастилья	1989	Испания	Остров Десепшн	11	дерево, сталь	-



## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Мачу Пикчу	1989	Перу	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	5	сталь	- станция работает сезонно, в летний период
Маитри	1989	Индия	Оазис Ширмахера	5	сталь	-
Васа	1989	Швеция	Земля Королевы Мод	2	дерево, сталь	- Главное здание расположено на 1,5 м опорах. Её размеры — 17,5 × 7,6 м. Здание состоит из четырех спален, большой кухни, кают-компания, сауны, душевой и прачечной
Чжуньшань	1989	КНР	Залив Прюдс	7	сталь	-
Мальдонадо	1990	Эквадор	Остров Гринвич, арх. Южные Шетландские острова	6	сталь	- близ станции расположен маяк

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Троль	1900	Норвегия	Земля Королевы Мод	5	сталь	- близ станции расположен аэродром; - главное здание состоит из восьми спален, тренажерного зала, сауны, кухня, узел связи и офисные помещения; - в состав станции входят: главное здание, лаборатория, склад, гараж, ДЭС.
Гильермо Манн	1991	Чили	Остров Ливингстон, арх. Южные Шетландские острова	5	дерево, сталь	-
Джинна	1991	Пакистан	Земля Королевы Мод	4	сталь	- станция работает сезонно, в летний период

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Ноймейер II	Открыта 1992 г., закрыта - 2009 г.	Германия	Земля Королевы Мод		сталь	- станция состояла из двух круглых стальных труб длиной около 90 метров, в которых были установлены контейнеры для спальных кабин, лаборатории, кухни, лазарет и другие помещения. Третья поперечная труба такой же длины содержала контейнеры для хранения и отходов и служила гаражом. Тоннель соединял этот комплекс с большим залом, который также служил стоянкой для автомобилей. Вся станция располагалась под снегом.

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Оркадас	1990-ые	Аргентина	Остров Лори	11	сталь, дерево	- электроснабжение - дизель; - главное здание, аварийное здание, часовня, дом-музей, историческая хижина, лаборатория биологии, сейсмографическая станция, радиостанция, 2 электростанции, научные павильоны, склады.
Тор	1993	Норвегия	Земля Королевы Мод	2	сталь	- станция работает сезонно, в летний период
Академик Вернадский	1994	Украина	Остров Галиндез, арх. Аргентинские острова	9	дерево	- бывшая станция F (Великобритания), передана Украине в 1994 г.

## Продолжение таблицы 12

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Эскудеро	1994	Чили	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	14	сталь	- станция работает сезонно, в летний период; - станция состояла из жилого модуля, дополнительных лабораторий, санитарного модуля и склада; - в 1997-ом было возведено два дополнительных модуля
Купол Фудзи	1995	Япония	Земля Королевы Мод	5	сталь	-
Ширрефф	1996	США	Остров Ливингстон, арх. Южные Шетландские острова	2	дерево, сталь	-
ЕСАРЕ	1997	Уругвай	П-ов Тринити, земля Грэма	1	дерево	- расположена в непосредственной близости от станции Эсперанца

Таблица 13 - Антарктические НИО третьего этапа развития, отечественный опыт

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Мирный	1956	Земля королевы Мэри	Первые здания - 21, сейчас - 4	дерево, сталь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Первоначально было возведено 21 здание и аэродром;</li> <li>- Долгое время была главной антарктической станцией, откуда осуществлялось управление другими станциями;</li> <li>- В 1970 г. возведены постройки, эксплуатирующиеся сейчас.</li> </ul>
Пионерская	Открыта 1956 г., закрыта - 1959 г.		1	дерево	<ul style="list-style-type: none"> <li>- опорная станция в 300 км от станции "Мирный";</li> <li>- станция закрыта по окончании работ по программе МГГ</li> </ul>
Комсомольская	Открыта 1957 г., закрыта - 1962 г.		3	дерево	<ul style="list-style-type: none"> <li>- промежуточная станция на пути к станции "Восток";</li> <li>- в одном здании находилось жилое помещение и радиостанция, в другом были размещены каюткомпания и камбуз, в третьем — электростанция;</li> <li>- здания были объединены теплым тамбуром, куда был перенесен камбуз и баня.</li> </ul>

## Продолжение таблицы 13

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Восток	1957	Внутриконтинентальная Антарктида, Земля Мэри	10	дерево	- на момент XX в. большая часть зданий была занесена снегом, передвижение осуществлялось по подснежным туннелям. - в 2021-2023 гг. проведена реконструкция станции, поставлено новое здание
Мир	1958	Остров Дригальского	3	дерево	-
Советская	Открыта 1958 г., закрыта - 1959 г.	Земля Кайзера Вильгельма II	2	дерево	-
Полюс Недоступности	Открыта 1958 г., закрыта - 1958 г.	Земля Кэмп	1	дерево	-
Лазарев	Открыта 1959 г., закрыта - 1961 г.	Шельфовый ледник Лазарева	3	дерево	-

## Продолжение таблицы 13

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Дружба	Открыта 1960 г., закрыта - 1960 г.	Остров Заводовского	3	ткань	- состояла из трёх палаток: жилой, научной и склада; - временная выносная аэрометеорологическая база.
Победа		Остров Победа	2	ткань	- состояла из двух палаток: жилой и склада; - временная выносная аэрометеорологическая база.
Новолазоревская	1961	Антарктический оазис Ширмахера	более 20	дерево	-
Молодёжная	Открыта 1962 г., закрыта - 1999 г., возобновила деятельность - 2006 г.	Побережье моря Космонавтов	около 70	дерево, сталь	- в состав станции входили жилые здания, общественные, научные, нефтебаза и аэродром
Беллинсгаузен	1968	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	Более 30	дерево	- Электроснабжение осуществляется от трёх дизель-генераторов суммарной мощностью 225 кВт; -



## Продолжение таблицы 13

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Ленинградская	Открыта 1971 г., закрыта - 1991 г.	Земля Виктории	10	дерево	-
Содружество	Открыта 1971 г., закрыта - 1974 г.	Шельфовый ледник Эймери	Более 10	дерево	- действовала как сезонная станция в летний период
Дружная-1	Открыта 1975 г., закрыта - 1986 г.	Шельфовый ледник Фильхнера	16	дерево	- действовала как сезонная станция в летний период; - станция состояла из 16 жилых зданий, а также бани, электростанции, радиостанции, кают-компаний, склада.
Русская	Открыта 1980 г., закрыта - 1990 г., возобновила деятельность - 2007 г.	Земля Мэри Бэрд	7	дерево, сталь	- Первоначально постройки станции состояли из щитовых деревянных домиков; - в 1984—1985 гг. на станции были построены два здания из алюминиевых панелей на металлических фундаментах.
Дружная-2	Открыта 1982 г., закрыта - 1986 г.	Шельфовый ледник Ронне	3	дерево	-
Дружная-3	Открыта 1982 г., закрыта - 1991 г.	Земля королевы Мод	7	дерево	-

## Продолжение таблицы 13

Станция	Год возведения	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Союз	Открыта 1982 г., закрыта - 1989 г.	Горы Принс- Чарльз	5	дерево	- действовала как сезонная станция в летний период
Дружная-4	Открыта 1987 г., закрыта - 2013 г.	Земля Принцессы Елизаветы	7	дерево	-
Прогресс	1988	Залив Прюдс	12	дерево, сталь	- Все строения станции (кроме здания ДЭС) устраивались на свайном трубчатом фундаменте высотой до 1,5 м; - близ станции расположена ВПП; - В 2013 г. было завершено строительство нового зимовочного комплекса, в состав которого входят: жилой модуль с сауной и спортзалом, кабинеты для метеорологов и радистов, санчасть, камбуз.

Таблица 14 - Антарктические НИО четвертого этапа развития, зарубежный опыт

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
SANAE IV	1997	ЮАР	Земля Королевы Мод	3	сталь	- три объема станции подняты на значительную высоту на системе опор; - базовые модули, соединенные встык в направлении север-юг, дополняются на северном конце большой приподнятой вертолетной площадкой с подъемной секцией, позволяющей поднимать транспортные средства в ангар для обслуживания; - блок С включает большой ангар,

Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
						<p>машинное отделение, мастерскую, хранилище воды, завод по переработке сточных вод, склады оборудования, офисы, спортзал и сауну. Блок Б, включает кухню, столовую, рекреационные помещения, библиотеку, прачечную и жилые блоки.</p> <p>Блок А содержит радиорубку и узел связи, медицинский пункт, фотолабораторию, офисы, лаборатории, кладовые, еще одну прачечную и жилые помещения.</p>

Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
						Модули связаны одноэтажными соединениями, которые также служат входами с лестницами, спускающимися на поверхность на 4 м ниже основания. Каждое звено содержит вестибюль, а также раздевалку, туалет и электронные распределительные щиты.
Артуро Пароди	Открыта 1999 г., закрыта - 2014 г.	Чили	Земля Эллсворта	5	сталь	-
Коэн	2001	Германия	Земля Королевы Мод	5	сталь	- 3 главных модуля станции подняты на систему опор на значительную высоту над землёй

## Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Конкордия	2005	Италия/ Франция	Внутриматериковая часть Антарктиды	8	сталь	- главное здание состоит из двух башен, разделенных по принципу производимого шума. В "шумной" башне расположены общественные и жилые помещения, в "тихой" научные и медицинские.
Лоу-Раковица-Негоицэ	2006	Румыния	Земля Принцессы Елизаветы	8	сталь, стекловолокно, пенополиуретан	- станция работает сезонно, в летний период; - станция состоит из здания лаборатории, пяти жилых модулей, радиостанции и складов; - на станции установлена солнечная батарея.

Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Коллинз	2006	Чили	Остров Кинг-Джордж, арх. Южные Шетландские острова	2	сталь	- станция работает сезонно, в летний период;
Мендель	2006	Чехия	Остров Джеймса Росса	1	дерево	-
Принцесс Элизабет	2007	Бельгия	Земля Королевы Мод	3	сталь	- главное здание имеет аэродинамический профиль стен для снижения ветровой нагрузки; - облицовано сталью; - Главное здание расположено на системе опор над землёй; - электроэнергией здание обеспечивает ветропарк и солнечные панели.

Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Гора Вечерняя	2007	Беларусь	Земля Эндерби	3	сталь	-
Куньлунь	2009	КНР	Внутриматериковая часть Антарктиды	5	сталь	- станция работает сезонно, в летний период
Ноймейер III	2009	Германия	Земля Королевы Мод	2	сталь	- расположено на системе опор над землёй, поднято на значительную высоту
Бхарти	2013	Индия	Залив Прюдс	3	сталь	- главное здание расположено на системе опор над землёй, поднято на значительную высоту; - главное здание облицовано сталью; - основа главного здания - грузовые контейнеры.



## Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Джанг Бого	2014	Южная Корея	Залив Терра Нова	8	сталь	- главное здание расположено на системе опор над землёй и имеет трёхлучевую форму плана
Тайшан	2014	КНР	Земля Принцессы Елизаветы	3	сталь	- станция работает сезонно, в летний период
Амундсен-Скотт	2008	США	Внутриматериковая часть Антарктиды, Южный полюс	1	сталь	- станция имеет гидравлические опоры, позволяющие поднять её при достаточном скоплении снежных масс; - имеет скос в нижней части ограждающих конструкций, направляющий ветровые потоки под станцию.

Продолжение таблицы 14

Станция	Год возведения	Страна	Место расположения	Кол-во объемов	Материал	Примечание
Халли VI	2012	Великобритания	Шельфовый ледник Бранта	3	сталь	- станция стоит на гидравлических опорах-лыжах, позволяющих переместить её на новое место; - состоит из 8 модулей, соединенных переходами; - модули: жилые, модуль управления, общественный, энергетические и научные.
Хуан Карлос	2018	Испания	Остров Кинг-Джордж	16	сталь	- проведена реконструкция станции
Команданте Ферраз	2020	Бразилия		4	сталь, пластик	- площадь нового модуля - 4500м <sup>2</sup> , в его состав входит в т.ч. 17 лабораторий

**Таблица 15 - Обобщение 4 этапов развития арктических НИО\***

<p>1-ый этап. Конец XIX - начало XX вв.</p> 	 <p>станция на острове Сноу Хилл</p>  <p>станция на мысе Ройдс</p>  <p>Станция на мысе Эванс</p>  <p>станция на мысе Деннисон</p>	<p>- Простые одноэтажные строения со скатной кровлей, выполненные из древесины;</p> <p>- широкое использование предварительно собранных зданий;</p> <p>- большое количество спорных и даже вовсе неподходящих для региона архитектурных решений.</p>
<p>2-ой этап. 1-ая половина XX в.</p> 	 <p>станция А, Великобритания</p>  <p>База Артуро Прот, Чили</p>  <p>Мельиор, Аргентина</p>  <p>Восточная база, США</p>	<p>- Продолжение возведения одноэтажных деревянных зданий;</p> <p>- увеличение количества зданий в составе НИО;</p> <p>- развитие зонирования как внутри здания, так и среди комплекса зданий;</p> <p>- первые попытки создать приёмы нивелирования средовых факторов.</p>
<p>3-ий этап. 2-ая половина XX в.</p> 	 <p>Скотт-Бейс, Новая Зеландия</p>  <p>Ротера, Великобритания</p>  <p>Мирный, РФ</p>  <p>Новозаревская, РФ</p>	<p>- Отход от классического "деревянного дома" в сторону более приспособленной к условиям региона архитектуры;</p> <p>- эксперименты по поиску подходящих приёмов нивелирования средовых факторов и материалов;</p> <p>- возникновение НИК.</p>
<p>4-ый этап. Начало XXI в.</p> 	 <p>Ноймейер III, Германия</p>  <p>Принцесс Элизабет, Бельгия</p>  <p>Восток, РФ</p>  <p>Прогресс, РФ</p>	<p>- Широкое использование приёмов нивелирования средовых факторов;</p> <p>- усложнение схем плана;</p> <p>- усложнение ОПК зданий путём широкого включения приёмов нивелирования средовых факторов;</p> <p>- тенденция создания одного объема для всех нужд НИО.</p>

\* Примечание - разработано на основе данных из таблиц 9, 10, 11, 12, 13.

**Таблица 16а - Работающие арктические НИО на территории АЗРФ\***

Мурманская область	Республика Карелия	Архангельская область	Ненецкий АО	Республика Коми
остров Сосновец (1862)	Разнаволоок (1912)	Малые Кармакулы (1882)	Нижняя Пеша (1912)	Воркута (1946)
Кола (1876)	Гридино (1915)	Мезень (1883)	Канин Нос (1917)	
Мурманская биологическая станция (1899)	Кемь-Порт (1916)	Холмогоры (1887)	Индига (1923)	
Кандалакша (1912)	Беломорская БС МГУ (1938)	Зимнегорский маяк (1888)	Бугрино (1925)	
Пялица (1914)	Мыс Картеш (1957)	Архангельск (1912)	Коткино (1932)	
Териберка (1914)		Мудьюг (1914)	Шойна (1932)	
Мурманск (1917)			Колгуев Северный (1933)	
Цып-Наволоок (1921)		Карпогоры (1928)	Амдерма (1933)	
Апатиты (1923)		Унский маяк (1929)	Усть-Кара (1933)	
Умба (1931)		Северодвинск (1936)	Ходовариха (1933)	
Краснощелье (1932)		Жижгин (1939)	Нарьян-Мар (1936)	
Мурманская БС "Дальние Зеленцы" (1935)		Мосеево (1939)	Белый нос (1940)	
Ниванкюль (1941)		Брусовица (1941)	Варандей (1940)	

\* Примечание - разработано на основе данных *Савинова, В. А.* Отечественный опыт строительства научно-исследовательских станций: современное состояние вопроса / В. А. Савинова // Известия вузов. Строительство. – 2022. – № 12. – С. 64-74.

Продолжение таблицы 16а

Мурманская область	Республика Карелия	Архангельская область	Ненецкий АО	Республика Коми
Чавыньга (1946)		Кепино (1947)	Станция имени Е. К. Фёдорова (бывш. Болванский Нос) (1950)	
Кашкаранцы (1946)		Обсерватория имени Эрнеста Кренкеля (1957)	Хорей-Вер (1950)	
Каневка (1948)			Сенгейский Шар (1954)	
Зареченск (1963)			мыс Константиновский (1959)	
Туманная (1967)				
ГФС Ловозеро (1980)				

Таблица 166 - Работающие арктические НИО на территории АЗРФ\*

Ямало-Ненецкий АО	Красноярский край	Республика Саха	Чукотский АО	Шпицберген
Марресале (1914)	остров Диксон (1915)	ГМО "Тикси" (1932)	Анадырь (1889)	ГМО Баренцбург (1933)
ГМС имени М. В. Попова (1933)	Хатанга (1928)	остров Котельный (1933)	остров Врангеля (1926)	
Сёяха (1935)	Игарка (1929)	Кигилях (1935)	Уэлен (1928)	
Новый Порт (1938)	ГМО имени Е. К. Фёдорова (бывш. Мыс Челюскина) (1932)	Усть-Оленёк (1938)	Островное (1933)	
Антипаюта (1949)	Волочанка (1932)	бухта Амбарчик (1939)	мыс Ванкарем (1933)	
Арктический Научно-исследовательский стационар (1954)	мыс Стерлегова (1934)	Чокурдах (1939)	Валькаркай (1935)	
Ямбург (1985)	Агата (1939)	пролив Санникова (1942)	мыс Биллингса (1935)	
	Сопочная Карга (1939)	Метеостанция имени Ю. А. Хабарова (1951)	залив Лаврентия (1938)	
	остров Визе (1945)	остров Дунай (1954)	Певек (1939)	
	Курейка (1946)	мыс Быков (1965)	Рау-Чуа (1941)	
	острова известий ЦИК (1953)	Северо-Восточная (1977)	Эньмувеем (1942)	

\* Примечание - разработано на основе данных Савинова, В. А. Отечественный опыт строительства научно-исследовательских станций: современное состояние вопроса / В. А. Савинова // Известия вузов. Строительство. – 2022. – № 12. – С. 64-74.

Продолжение таблицы 166

Ямало-Ненецкий АО	Красноярский край	Республика Саха	Чукотский АО
	остров Голомянный (1945)	Анабар (1987)	остров Айон (1942)
	ГФС Колба (1956)	Лена-Норденшельд (1995)	Усть-Чаун (1944)
	АЭ Хатанга (1980)	Чокурдах (2001)	Танюрер (1944)
	мыс Баранова (1986)	Остров Самойловский (2010)	Омолон (1944)
	Виллем Баренц (1993)		Эгвекино (1946)
			Канчалан (1955)
			Илирней (1963)
			Баимка (1964)
			Билибино (1977)
			Константиновская (1977)

**Таблица 17а - Данные о проведении работ по обновлению среди Работающие арктические НИО на территории АЗРФ\***

Мурманская область остров Сосновец (1862)  Реконструкция в 1970-ые гг.	Республика Карелия Разнаволок (1912)  Нет обновления	Архангельская область Малые Кармакулы (1882)  Новые здания возведены в 1930-ых годах	Ненецкий АО Нижняя Пеша (1912)  Новые здания - 1991 гг.	Республика Коми Воркута (1946)  Новое здание - 2010-ые гг.
Кола (1876)  Реконструкция в 1980-ые гг.	Гридино (1915)  Новое здание - 1980	Мезень (1883)  Нет обновления	Канин Нос (1917)  Новое здание - 2017 г.	
Кандалакша (1912)  Новые здания в 1970-ых гг.	Кемь-Порт (1916)  Ремонт в 1945 г.	Холмогоры (1887)  Новое здание в 1985-ом	Индига (1923)  Новое здание - 2012 г.	
Пялица (1914)  Нет обновления	Беломорская БС МГУ (1938)  Ремонт и новые здания - 1950-ые гг.	Зимнегорский маяк (1888)  Нет обновления	Бугрино (1925)  Нет обновления	

\* Примечание - разработано на основе данных *Савинова, В. А.* Отечественный опыт строительства научно-исследовательских станций: современное состояние вопроса / В. А. Савинова // Известия вузов. Строительство. – 2022. – № 12. – С. 64-74.



Продолжение таблицы 17а

Мурманская область	Республика Карелия	Архангельская область	Ненецкий АО
Териберка (1914)	Беломорская БС "Мыс Картеш" (1957)	Архангельск (1912)	Коткино (1932)
Новое здание - 1970-ые гг.	Нет обновления	Новое здание 1964	Нет обновления
Мурманск (1917)		Мудьюг (1914)	Шойна (1932)
Новое здание - 1980 гг.		Новое здание - 2010	Новое здание - 1970 -ые гг.
Цып-Наволоок (1921)		Карпогоры (1928)	Колгуев Северный (1933)
Новое здание - 1950 гг.		Нет обновления	Нет обновления
Апатиты (1923)		Унский маяк (1929)	Амдерма (1933)
Новое здание - 1978 гг.		Нет обновления	Нет обновления
Умба (1931)		Северодвинск (1936)	Усть-Кара (1933)
Нет обновления		Нет обновления	Новое здание - 2002 г.
Краснощелье (1932)		Жижгин (1939)	Ходовариха (1933)
Нет обновления		Новые здания в 1990-ых гг.	Нет обновления
Мурманская БС "Дальние Зеленцы" (1935)		Мосеево (1939)	Нарьян-Мар (1938)
Нет обновления		Нет обновления	Новое здание - 1960-ые гг.

## Продолжение таблицы 17а

Мурманская область	Архангельская область	Ненецкий АО
Ниванкюль (1941) Нет обновления, хотя станция переехала в новый дом в 1960-ом	Брусовица (1941) Нет обновления	Белый нос (1940) Новое здание - 2008 г.
Чаваньга (1946) Нет обновления	Кепино (1947) Новые здания - 2000-ых гг.	Варандей (1940) Новые здания и ремонт - 2004-2005 г.
Кашкаранцы (1946) Нет обновления	Обсерватория имени Эрнеста Кренкеля (1957) Новые здания - 2000 г.	Станция имени Е. К. Фёдорова (бывш. Болванский Нос) (1950) Нет обновления
Каневка (1948) Нет обновления		Хорей-Вер (1950) Нет обновления
Зареченск (1963) Нет обновления		Сенгейский Шар (1954) Новое здание - 2012 г., переведена в АМС - 2018 г.
Туманная (1967) Нет обновления		мыс Константиновский (1959) Нет обновления
ГФС Ловозеро (1980) Новое здание - 2000-ые г.		

**Таблица 176 - Данные о проведении работ по обновлению среди Работающие арктические НИО на территории АЗРФ\***

Ямало-Ненецкий АО Марресале (1914) Новое здание 2010-ые гг.	Красноярский край остров Диксон (1915) новое здание - 2014 г.	Республика Саха ГМО "Тикси" (1932) В 2012 построено новое здание	Чукотский АО Анадырь (1889) Новые здания - 1970-ые и 1980-ые гг..	Шпицберген ГМО Баренцбург (1933) В 2010-ых новое здание
ГМС имени М. В. Попова (1933) Новое здание - 2002 г.	Хатанга (1928) Нет обновления	остров Котельный (1933) Новые здания - 2010	остров Врангеля (1926) Новое здание - 2010	
Сёяха (1935) Нет обновления	Игарка (1929) Нет обновления	Кигилях (1935) Нет обновления	Уэлен (1928) Нет обновления	
Новый Порт (1938) Нет обновления	ГМО имени Е. К. Фёдорова (бывш. Мыс Челюскина) (1932) Ремонт в 2010-ых гг.	Усть-Оленёк (1938) Нет обновления	Островное (1933) Нет обновления	
Антипаюта (1949) Нет обновления	Волочанка (1932) Нет обновления	Бухта Амбарчик (1939) Нет обновления	мыс Ванкарем (1933) Нет обновления	

\* Примечание - разработано на основе данных *Савинова, В. А.* Отечественный опыт строительства научно-исследовательских станций: современное состояние вопроса / В. А. Савинова // Известия вузов. Строительство. – 2022. – № 12. – С. 64-74.

## Продолжение таблицы 176

Ямало-Ненецкий АО	Красноярский край	Республика Саха	Чукотский АО
Арктический Научно-исследовательский стационар (1954) Нет обновления	мыс Стерлегова (1934) Новое здание - 2010 г.	Чокурдах (1939) Новое здание - 1955 г.	Валькаркай (1935) Нет обновления
Ямбург (1985) Нет обновления	Агата (1939) Нет обновления	пролив Санникова (1942) Нет обновления	мыс Биллингса (1935) Нет обновления
	Сопочная Карга (1939) Нет обновления	Метеостанция имени Ю. А. Хабарова (1951) Нет обновления	залив Лаврентия (1938) Нет обновления
	остров Визе (1945) Новое здание в 2011-ом г.	остров Дунай (1954) Нет обновления	Певек (1939) Нет обновления
	Курейка (1946) Нет обновления	мыс Быков (1965) Нет обновления	Рау-Чуа (1941) Нет обновления
	острова известий ЦИК (1953) В 2009 новое здание	Северо-Восточная (1977) Нет обновления	Эньмувеем (1942) Новое здание - 1970-ом г.
	остров Голомяный (1945) Нет обновления	Анабар (1987) Нет обновления	остров Айон (1942) Нет обновления

## Продолжение таблицы 176

ГФС Колба (1956)	Лена-Норденшельд (1995)	Усть-Чаун (1944)
Новые здания - 2010-ые гг.	Новая станция	Нет обновления
АЭ Хатанга (1980)	Чокурдах (2001)	Танюрер (1944)
В 2000-ых гг. ремонт	Новая станция	Нет обновления
Мыс Баранова (1986)	остров Самойловский (2010)	Омолон (1944)
2015-г. ремонт, 3 новых здания	Новая станция	Нет обновления
Виллем Баренц (1993)		Эгвекинот (1946)
Новая станция		Нет обновления
		Канчалан (1955)
		Нет обновления
		Илирней (1963)
		Нет обновления
		Баимка (1964)
		Ремонт в 2009 г.
		Билибино (1977)
		Нет обновления
		Константиновская (1977), Нет обновления

**Таблица 18 - НИО, отобранные для исследования архитектурно-планировочных особенностей**

<b>Арктика</b>	<b>Антарктика</b>
Whapmagoostui-Куујуагапик research station	Concordia station
Canadian High Arctic research station	Princess Elisabeth Antarctica station
МС Тикси	Neumayer-station III
Остров Самойловский	Bharati
Arctic station	Halley VI Antarctic Research Station
Abisko Scientific research station	Comandante Ferraz Antarctic station
Toolik Field station	Станция Прогресс
Svalbard Science centre	Juan Carlos
Western Arctic research centre	Scott-base
Igloolik research center	Esperanza base
Churchill Northern Studies centre	McMurdo station
Barrow Arctic research center	Amundsen-Scott station
	Dumont d'Urville station

Таблица 19 - Сравнительная таблица функциональных зон и отдельных категорий помещений НИО\*

Научно-исследовательский объект	Жилая зона		Общественная зона									Научная зона	Рабоческладская зона			Учебная зона			Административная зона				
			Общественно-техническая зона			Общественно-рекреационная зона																	
	Жилые помещения	Бытовые помещения	Санузлы	Медпункт	Конференц-зал	Рекреация, комнаты отдыха	Общественное пространство	Столовая	Кухня	Кухня-столовая	Спортзал	Выставочное пространство	Научные кабинеты	Лаборатории	Библиотека	Склады	Склад научных образцов	Мастерские	Учебный зал	Лекторий	Учебные лаборатории	Переговорные	Административные помещения
Whapmagoostui-Kuujuarapik research station	+		+		+	+			+		+	+			+								+
Canadian High Arctic research station			+		+	+			+		+	+			+	+	+			+	+	+	+
МС Тикси	+	+	+						+			+	+		+								
Остров Самойловский	+	+	+		+	+			+	+		+	+		+	+							+
Concordia station	+	+	+	+		+		+	+	+		+	+		+	+	+						+
Princess Elisabeth Antarctica station	+	+	+			+			+			+			+								

\* Савинова, В. А. Типология научно-исследовательских объектов в полярных регионах / В. А. Савинова // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 2. – С. 97-107.

## Продолжение таблицы 19

Научно-исследовательский объект	Жилая зона		Общественная зона										Научная зона	Рабоче-складская зона			Учебная зона			Административная зона			
			Общественно-техническая зона			Общественно-рекреационная зона																	
	Жилые помещения	Бытовые помещения	Санузлы	Медпункт	Конференц-зал	Рекреация, комнаты отдыха	Общественное пространство	Столовая	Кухня	Кухня-столовая	Спортзал	Выставочное пространство	Научные кабинеты	Лаборатории	Библиотека	Склады	Склад научных образцов	Мастерские	Учебный зал	Лекторий	Учебные лаборатории	Переговорные	Административные помещения
Halley VI Antarctic Research Station	+	+	+	+	+	+				+	+		+	+		+							
Comandante Ferraz Antarctic station	+	+	+		+	+							+	+	+	+	+					+	
Arctic station	+	+	+			+		+	+				+	+	+	+						+	+
Abisko Scientific research station	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+		+	+		+	+
Станция Прогресс	+	+	+	+		+		+	+		+		+	+		+	+						
Juan Carlos	+	+	+	+		+		+	+				+	+		+	+	+					
Scott-base	+	+	+	+		+		+	+				+	+		+	+	+					+
Esperanza base	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					+
McMurdo station	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+		+	+		+	+



## Продолжение таблицы 19

Научно-исследовательский объект	Жилая зона		Общественная зона										Научная зона	Рабоче-складская зона			Учебная зона			Административная зона		
			Общественно-техническая зона			Общественно-рекреационная зона																
	Жилые помещения	Бытовые помещения	Санузлы	Медпункт	Конференц-зал	Рекреация, комнаты отдыха	Общественное пространство	Столовая	Кухня	Кухня-столовая	Спортзал	Выставочное пространство	Научные кабинеты	Лаборатории	Библиотека	Склады	Склад научных образцов	Мастерские	Учебный зал	Лекторий	Учебные лаборатории	Переговорные
Amundsen-Scott station	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+						+
Dumont d'Urville station	+	+	+	+		+		+	+	+		+	+		+	+	+					
Toolik Field station	+	+	+	+		+		+	+			+	+		+	+	+		+			+
Svalbard Science centre			+			+	+				+	+	+	+				+	+	+	+	+
Western Arctic research centre			+		+		+			+		+	+	+	+		+	+	+		+	+
Igloolik research center			+				+			+		+	+	+	+		+	+	+			+
Churchill Northern Studies centre	+	+	+			+	+	+	+	+		+	+	+	+			+				+
Barrow Arctic research center			+				+					+	+		+			+	+			+

**Таблица 20 - Базовые и определяющие функциональные зоны\***

<b>Базовые зоны</b>	<b>Определяющие зоны</b>
Общественная зона	Жилая зона
Научная зона	Учебная зона
Складская зона	Административная зона

---

\* Савинова, В. А. Типология научно-исследовательских объектов в полярных регионах / В. А. Савинова // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 2. – С. 97-107.

Таблица 21а - Ключевые параметры НИО

НИО	Общая площадь м <sup>2</sup>	Объёмно-пространственная композиция			
		Кол-во этажей	Кол-во объёмов	Переход между объёмами	Взаимная компоновка объёмов
Wharpmagoostui-Kuujuarapik research station	395	2	1	-	Единый объём
Canadian High Arctic research station	3500	2	1	-	Единый объём
МС Тикси	200	1	1	-	Единый объём
Остров Самойловский	1214	1-2	1	-	Трёхлучевая
Concordia station	1500	3	2	+	Башенная
Princess Elisabeth Antarctica station	400	1	1	-	Единый объём
Neumayer-station III	4470	4	1	-	Единый объём
Bharati	2162	3	1	-	Единый объём
Halley VI Antarctic Research Station	2000	1-2	8	+	Цепная
Comandante Ferraz Antarctic station	4916	1-2	6	+	Цепная
Arctic station	660	1-2	2	-	Единый объём
Abisko Scientific research station	6000	1-4	10	-	Разрозненные строения
Станция Прогресс	2500	1-2	2	-	Разрозненные строения
Juan Carlos	2780	1-2	2	-	Трёхлучевая
Scott-base	6500	2	3	+	Соединение блоков
Esperanza base	3740	1-3	43	-	Разрозненные строения
McMurdo station	Более 15000	1-3	Более 100	-	Разрозненные строения
Amundsen-Scott station	7400	2	1	+	Примыкание блоков
Dumont d'Urville station	5000	1	12	-	Разрозненные строения
Toolik Field station	4895	1-2	53	-	Разрозненные строения
Svalbard Science centre	8500	2-3	1	-	Единый объём
Western Arctic research centre	1320	2	1	-	Единый объём
Igloolik research center	111	2	1	-	Единый объём
Churchill Northern Studies centre	2600	2	1	-	Единый объём
Barrow Arctic Rresearch center	2600	1-2	1	-	Единый объём

Таблица 216 - Ключевые параметры НИО\*

НИО	Персонал НИО			Расположение и доступность	
	Кол-во работников	Режим работы	Сезонные колебания числа работников	Ближайший населенный пункт	Транспортные узлы
Wharpmagoostui-Куужуарапик research station	28	Весь год	-	Деревни Вапмагустуи-Кууджуарапик (Нунавик, Канада)	Вокзал в деревне Вапмагустуи
Canadian High Arctic research station	45	Весь год	-	Кеймбридж-Бей (Нунавут, Канада)	Аэропорт Кеймбридж-Бей
МС Тикси	6	Весь год	-	Тикси (Республика Саха, РФ)	Порт и аэропорт Тикси
Остров Самойловский	8	Весь год	Зимой - 6		
Concordia station	16	Весь год	Зимой - 13	-	ВПП при станции
Princess Elisabeth Antarctica station	40	Сезонная: с ноября по февраль	-	-	ВПП при станции
Neumayer-station III	40	Весь год	Зимой - 9	-	ВПП при станции
Bharati	47	Весь год	-	-	Вертолетная площадка при станции
Halley VI Antarctic Research Station	52	Весь год	Зимой - 16	-	ВПП при станции
Comandante Ferraz Antarctic station	60	Весь год	-	-	-
Arctic station	26	Весь год	-	Кекертарсуак (Гренландия, Дания)	Вертолетная площадка в городе
Abisko Scientific research station	200	Весь год	-	Абиску (Норрботтен, Швеция)	Жд станция в Абиску
Станция Прогресс	50	Весь год	13	-	ВПП при станции

\* Савинова, В. А. Типология научно-исследовательских объектов в полярных регионах / В. А. Савинова // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 2. – С. 97-107.

## Продолжение таблицы 21б

НИО	Персонал НИО			Расположение и доступность	
	Кол-во работников	Режим работы	Сезонные колебания числа работников	Ближайший населенный пункт	Транспортные узлы
Juan Carlos	24	Сезонная: с ноября по февраль	-	-	-
Scott-base	100	Весь год	15	-	Аэропорт на станции McMurdo
Esperanza base	120	Весь год	55	-	-
McMurdo station	1258	Весь год	250	-	Порт, аэропорт и вертолетная площадка при станции
Amundsen-Scott station	200	Весь год	40	-	ВПП при станции
Dumont d'Urville station	120	Весь год	30	-	ВПП при станции
Toolik Field station	150	Весь год	-	Фэрбенкс (Аляска, США)	Аэропорт и ж/д вокзал в Фэрбенксе
Svalbard Science centre	40	Весь год	-	Лонгйир (Шпицберген, Норвегия)	Аэропорт Свальбарда в Лонгйире
Western Arctic research centre	75	Весь год	-	Инувик (Северо-западные территории, Канада)	Порт, аэропорт в Инувике
Igloodik research center	12	Весь год	-	Иглулик (Нунавут, Канада)	Аэропорт в Иглулике
Churchill Northern Studies centre	40	Весь год	-	Черчилл (Манитоба, Канада)	Порт, аэропорт и ж/д станция в Черчилле
Barrow Arctic Rresearch center	42	Весь год	-	Барроу (Аляска, США)	Аэропорт в Барроу

Таблица 26 - Общие данные НИО

Тип НИО	Подтип НИО	Назначение	Общая площадь	Количество сотрудников	Зона АЗ РФ	Источники энергии
НИС	Полуавтоматическая НИС	В летний сезон функционирует как НИС, в зимний как АМС	75-150 м <sup>2</sup>	2-5	Отдаленные архипелаги всех зон: Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские острова	Дизель-генератор, дублирующие источники возобновляемой энергии: солнечные батареи, ветрогенераторы
	Гидро метеорологическая НИС	Заменяет устаревшие здания НИС	200-500 м <sup>2</sup>	4-20	Все зоны	Дизель-генератор, дублирующие источники возобновляемой энергии: солнечные батареи, ветрогенераторы
	Расширенная НИС	Поддерживает развитие местных отраслей наук или производств	1000-5000 м <sup>2</sup>	20-70	Все зоны, с ориентацией на уникальные места каждой зоны	Возможно подключение к городским системам энергоснабжения при размещении близ населенных пунктов или дизель-генератор

Продолжение таблицы 26

Тип НИО	Подтип НИО	Назначение	Общая площадь	Количество сотрудников	Зона АЗ РФ	Источники энергии
НИК	Комплекс-поселение	Проводит большой спектр научных работ, связан с уже обжитыми научными местами и расположен близ университетских центров	Несколько зданий, 1000м <sup>2</sup> - 10000м <sup>2</sup>	От 100	Европейская зона	Возможно подключение к городским системам энергоснабжения при размещении близ населенных пунктов или дизель-генератор
	Комплекс-здание	Проводит большой спектр научных работ, расположен в суровых сибирских условиях	Одно здание, 5000м <sup>2</sup> - 8000м <sup>2</sup>	От 100	Западно-сибирская зона, восточно-сибирская зона	Дизель-генератор или возобновляемая энергетика: мини АЭС или водородная ЭС

Продолжение таблицы 26

Тип НИО	Подтип НИО	Назначение	Общая площадь	Количество сотрудников	Зона АЗ РФ	Источники энергии
НИЦ	Университетский центр	Филиал ВУЗа или НИИ, проводящий специализированные исследования	Одно или несколько зданий, 3000-8000м <sup>2</sup>	100-300	Европейская зона	Использование городских сетей
	Просветительский центр	Центр культуры/музейный центр/образовательный центр	500-2000 м <sup>2</sup>	50-100	Все зоны	Использование городских сетей, дублирующие источники возобновляемой энергии: солнечные батареи, ветрогенераторы
	Центр культуры КМНС	Место обмена традиционными практиками представителей КМНС	500-5000 м <sup>2</sup>	10-150	Все зоны	Использование городских сетей, дублирующие источники возобновляемой энергии: солнечные батареи, ветрогенераторы



Таблица 27 - Состав зон НИО

Тип НИО	Подтип НИО	Основные зоны	Энергоснабжение	Технические зоны	Вспомогательные службы
НИС	Полуавтоматическая НИС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жилая зона</li> <li>- Общественная зона</li> <li>- Научная зона</li> <li>- Складская зона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дизель-генераторная</li> <li>- Дублирующие источники энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы управления станцией</li> <li>- Инженерные системы</li> <li>- Автоматические системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вертолетная площадка</li> <li>- Место утилизации мусора</li> <li>- Хранение полевого оборудования</li> </ul>
	Гидро метеорологическая НИС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жилая зона</li> <li>- Общественная зона</li> <li>- Научная зона</li> <li>- Общественно-рекреационная зона</li> <li>- Складская зона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дизель-генераторная</li> <li>- Дублирующие источники энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы управления станцией</li> <li>- Инженерные системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Гаражи спецтехники</li> <li>- Место утилизации мусора</li> <li>- Хранение полевого оборудования</li> </ul>
	Расширенная НИС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жилая зона</li> <li>- Общественная зона</li> <li>- Научная зона</li> <li>- Общественно-рекреационная зона</li> <li>- Складская зона</li> <li>- Административная зона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дизель-генераторная</li> <li>- Дублирующие источники энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы управления станцией</li> <li>- Инженерные системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Гаражи спецтехники</li> <li>- Место утилизации мусора</li> <li>- Хранение полевого оборудования</li> </ul>

Продолжение таблицы 27

Тип НИО	Подтип НИО	Основные зоны	Энергоснабжение	Технические зоны	Вспомогательные службы
НИК	Комплекс-поселение	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жилая зона</li> <li>- Общественная зона</li> <li>- Научная зона</li> <li>- Общественно-рекреационная зона</li> <li>- Складская зона</li> <li>- Административная зона</li> </ul>	- Основной автономный источник энергии	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы управления станцией</li> <li>- Инженерные системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вертолетная площадка/причал</li> <li>- Гаражи спецтехники</li> <li>- Место утилизации мусора</li> <li>- Хранение полевого оборудования</li> </ul>
	Комплекс-здание	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Производственная зона</li> </ul>			
НИЦ	Университетский центр	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Общественная зона</li> <li>- Общественно-рекреационная зона</li> <li>- Научная зона</li> <li>- Учебная зона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Подключение к городским сетям</li> <li>- Дублирующие источники энергии</li> </ul>	- Инженерные системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Гаражи спецтехники</li> <li>- Складские помещения</li> </ul>
	Просветительский центр	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Административная зона</li> <li>- Складская зона</li> </ul>			
	Центр культуры КМНС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Общественная зона</li> <li>- Общественно-рекреационная зона</li> <li>- Научная зона</li> <li>- Учебная зона</li> <li>- Административная зона</li> <li>- Складская зона</li> </ul>			

Таблица 28 - Состав помещений основных зон

Тип НИО	Подтип НИО	Жилые помещения	Общественные помещения	Общественно-рекреационные помещения	Научные помещения	Адм. помещения
НИС	Полуавтоматическая НИС	- Жилые ячейки - Бытовые помещения	- Санузлы	- Комната отдыха	- Рабочие кабинеты-лаборатория	-
	Гидро метеорологическая НИС		- Санузлы - Медпункт	- Комнаты отдыха - Кухня - Столовая - Спорт-зал	- Рабочие кабинеты	- Кабинет начальника станции
	Расширенная НИС		- Санузлы - Медпункт - Конференц-зал	- Комнаты отдыха - Зимний сад - Кухня - Столовая - Спорт-зал	- Лаборатории	- Кабинет начальника станции
НИК	Комплекс-поселение			- Комнаты отдыха - Общественное пространство - Зимний сад - Кухня - Столовая - Спорт-зал	- Рабочие кабинеты - Лаборатории - Библиотека	- Научный отдел - Хозяйственный отдел
	Комплекс-здание					

## Продолжение таблицы 28

Тип НИО	Подтип НИО	Учебные помещения	Общественные помещения	Общественно-рекреационные помещения	Научные помещения	Адм. помещения
НИЦ	Университетский центр	- Учебная аудитория - Учебная лаборатория - Лекторий	- Санузлы - Медпункт - Конференц-зал	- Общественное пространство - Зимний сад - Кухня - Столовая - Буфет	- Рабочие кабинеты - Лаборатории - Библиотека	- Кабинет главы центра - Кабинеты заместителей - Бухгалтерия - Плановый отдел - Научный отдел - Хозяйственный отдел
	Просветительский центр	- Учебная аудитория - Лекторий	- Санузлы - Конференц-зал	- Общественное пространство - Выставочное пространство - Зимний сад - Кухня - Столовая - Буфет	- Рабочие кабинеты - Лаборатории	
	Центр культуры КМНС					

## Приложение В

Список источников иллюстративного материала

## Приложение А.1

**рис. 1:**

а - разработан автором на основе источника: [Electronic Source] <https://thinkalpen.com/information-and-resources/project-galleries/commercial-gallery/princess-elisabeth-station/> (дата обращения: 18.02.2022)

б - разработан автором

в:

1. [Electronic Source] - URL: <https://www.mdue.it/en/esperanza-base.php> (дата обращения: 18.02.2022)

2. [Electronic Source] - URL: <https://archi.ru/tech/94073/kak-budut-zhit-polyarniki-na-vostoke-vse-ob-ustroistve-sovremennoi-polyarnoi-stancii> (дата обращения: 11.11.2022)

3. [Electronic Source] - URL: <https://ign.ku.dk/english/about/field-stations/sermilik-station/> (дата обращения: 11.11.2022)

4. [Electronic Source] - URL: <https://www.nsf.gov/geo/opp/support/southp.jsp> (дата обращения: 14.02.2022).

г:

1. [Electronic Source] - URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Polar\\_Environment\\_Atmospheric\\_Research\\_Laboratory](https://en.wikipedia.org/wiki/Polar_Environment_Atmospheric_Research_Laboratory) (дата обращения: 14.02.2022).

2. [Electronic Source] - URL: <https://eu-interact.org/field-sites/research-station-samooulov-island/> (дата обращения: 11.11.2022)

3. [Electronic Source] - URL: <http://www.polarpost.ru/forum/viewtopic.php?f=3&t=2470#p19784> (дата обращения: 18.02.2022)

4. [Electronic Source] - URL: <https://www.worldphoto.org/sony-world-photography-awards/winners-galleries/2017/zeiss/research-end-world-anna-filirova> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 2** - разработан автором.

**рис. 3** - разработан автором на основе данных таблицы 1; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 4** - разработан автором на основе данных таблицы 2; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 5** - разработан автором на основе данных таблицы 3; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 6** - разработан автором на основе данных таблицы 4; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 7** - разработан автором на основе данных таблицы 4; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 8** - разработан автором на основе данных таблицы 5; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 9** - разработан автором на основе данных таблицы 6; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 10** - разработан автором на основе данных таблицы 7; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 11** - разработан автором на основе данных таблицы 8; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 12** - разработан автором на основе данных таблиц 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

**рис. 13** - разработан автором на основе данных таблицы 10; источник изображения: [Electronic Source] URL:

<https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 14** - разработан автором на основе данных таблицы 11; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022), [Electronic Source] [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antarctic\\_Peninsula\\_location\\_map.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antarctic_Peninsula_location_map.svg) (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 15** - разработан автором на основе данных таблицы 12; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022), [Electronic Source] [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antarctic\\_Peninsula\\_location\\_map.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antarctic_Peninsula_location_map.svg) (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 16** - разработан автором на основе данных таблицы 13; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 17** - разработан автором на основе данных таблицы 14; источник изображения: [Electronic Source] URL: <https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022), [Electronic Source] [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antarctic\\_Peninsula\\_location\\_map.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antarctic_Peninsula_location_map.svg) (дата обращения: 18.02.2022)

**рис. 18** - разработан автором на основе данных таблиц 10, 11, 12, 13, 14.

**рис. 19** - разработан автором.

а - [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/research-station-samoynov-island/> (дата обращения: 11.11.2022), [Electronic Source]

<https://www.rgo.ru/ru/article/polyarnaya-stanciya-tiksi-kak-rabotayut-povara-klimaticheskoy-kuhni> (дата обращения: 11.11.2022),



<https://eu-interact.org/field-sites/cen-whapmagoostui-kuujuarapik-research-station/>  
(дата обращения: 14.02.2022),

<https://eu-interact.org/field-sites/churchill-northern-studies-centre/> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://archi.ru/tech/94073/kak-budut-zhit-polyarniki-na-vostoke-vse-obustroistve-sovremennoi-polyarnoi-stancii> (дата обращения: 11.11.2022),

<https://www.esa.int/> (дата обращения: 18.11.2021),

<http://www.antarcticstation.org/> (дата обращения: 26.01.2022),

<https://hbarchitects.co.uk/halley-vi-british-antarctic-research-station/> (дата обращения: 26.01.2022),

<https://geology.com/world/arctic-ocean-map.shtml> (дата обращения: 18.02.2022),

<https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022)

б - URL: <https://institut-polaire.fr/en/> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://www.nsf.gov/geo/opp/support/mcmurdo.jsp> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://www.nsf.gov/geo/opp/support/southp.jsp> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://www.antarcticanz.govt.nz/scott-base> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://data.pgc.umn.edu/maps/antarctica/pgc/20/pdf/REMA%20Map%20Poster%20Cartographic.pdf> (дата обращения: 18.02.2022)

в - URL: <https://eu-interact.org/field-sites/western-arctic-research-centre/> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://eu-interact.org/field-sites/igloolik-research-center/> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://vi-ko.no/projects/svalbard-science-center> (дата обращения: 14.02.2022),

<https://eu-interact.org/field-sites/canadian-high-arctic-research-station-chars/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 20.** - Зарубежные арктические станции: [Electronic Source] – URL: <https://eu-interact.org/> (дата обращения: 09.02.2022)

**рис. 21.** - Centre for Northern Studies; официальный сайт – [Electronic Source] URL: <http://www.cen.ulaval.ca/en/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 22.** - Российские арктические станции: – [Electronic Source] URL: <http://www.polarpost.ru/> (дата обращения: 09.02.2022).

**рис. 23.** - Arctic station – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/arctic-station/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 24.** - Cen Whapmagoostui-Kuujuarapik Research Station – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/cen-whapmagoostui-kuujuarapik-research-station/> (дата обращения: 14.02.2022)

**рис. 25.** - Churchill Northern Studies Centre – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/churchill-northern-studies-centre/> (дата обращения: 14.02.2022)

**рис. 26.** - МС Тикси – [Electronic Source] URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/polyarnaya-stanciya-tiksi-kak-rabotayut-povara-klimaticheskoy-kuhni> (дата обращения: 11.11.2022)

**рис. 27.** - Остров Самойловский – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/research-station-samoilov-island/> (дата обращения: 11.11.2022)

**рис. 28.** - Станция Восток: – [Electronic Source] URL: <https://archi.ru/tech/94073/kak-budut-zhit-polyarniki-na-vostoke-vse-ob-ustroistve-sovremennoi-polyarnoi-stancii> (дата обращения: 11.11.2022)

**рис. 29.** - Европейское космическое агентство: сайт агентства. – [Electronic Source] URL: <https://www.esa.int/> (дата обращения: 18.11.2021)

**рис. 30.** - Princess Elizabeth station: официальный сайт – [Electronic Source] URL: <http://www.antarcticstation.org/> (дата обращения: 26.01.2022).

**рис. 31.** - Alfred Wegener Institut: официальный сайт – [Electronic Source] URL: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/neumayer-station-iii.html> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 32.** - National centre for polar and ocean research: официальный сайт – [Electronic Source] URL: <https://ncpor.res.in/antarcticas/display/377-bharati> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 33.** - HB architects: Halley VI research station – [Electronic Source] URL: <https://hbarchitects.co.uk/halley-vi-british-antarctic-research-station/> (дата обращения: 26.01.2022).

**рис. 34.** - Rothera research station – [Electronic Source] URL: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/rothera/> (дата обращения: 14.02.2022).

- Zucchelli Station – [Electronic Source] URL: <http://www.italiantartide.it/> (дата обращения: 14.02.2022).

- Juan Carlos I Antarctic Base – [Electronic Source] URL: <https://www.csic.es/es/home> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 35.** Wasa research station – [Electronic Source] URL: <https://www.polar.se/en/research-support/research-stations-in-antarctica/> (дата обращения: 14.02.2022), Aboa research station – [Electronic Source] URL: <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/aboa-research-station> (дата обращения: 14.02.2022)

**рис. 36.** - Australian Antarctic program – [Electronic Source] URL: <https://www.antarctica.gov.au/> (дата обращения: 14.02.2022)

**рис. 37.** - Chilean Antarctic Institute – [Electronic Source] URL: <https://www.inach.cl/inach/> (дата обращения: 14.02.2022), Argentina National program – [Electronic Source] URL: <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/> (дата обращения: 14.02.2022)

**рис. 38.** - Abisko research station – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/abisko-scientific-research-station/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 39.** - Toolik field station – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/toolik-field-station/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 40.** - Amundsen Scott station – [Electronic Source] URL: <https://www.nsf.gov/geo/opp/support/southp.jsp> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 41.** - McMurdo station – [Electronic Source] URL: <https://www.nsf.gov/geo/opp/support/mcmurdo.jsp> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 42.** - Base Dumont d'Urville – [Electronic Source] URL: <https://institut-polaire.fr/en/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 43.** - The Scott Base – [Electronic Source] URL: <https://www.antarcticanz.govt.nz/scott-base> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 44.** - Finse Alpine Research Centre – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/finse-alpine-research-centre/> (дата обращения: 14.02.2022).

- Sudurnes Science and Learning Center – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/sudurnes-science-and-learning-center/> (дата обращения: 14.02.2022).

- Skálanes Nature and Heritage Center – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/skalanes/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 45.** - Vi-Ko architects: официальный сайт – [Electronic Source] URL: <https://vi-ko.no/projects/svalbard-science-center> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 46.** - Western Arctic Research Center – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/western-arctic-research-centre/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 47.** - Igloolik Research Center – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/igloolik-research-center/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 48.** - CHARS – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/canadian-high-arctic-research-station-chars/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 49.** - Barrow Arctic Research Center – [Electronic Source] URL: <https://eu-interact.org/field-sites/barrow-arctic-research-centerenvironmental-observatory/> (дата обращения: 14.02.2022).

**рис. 50-51.** - разработан автором

**рис. 52.** - разработан автором, Российские арктические станции: – [Electronic Source] URL: <http://www.polarpost.ru/> (дата обращения: 09.02.2022).

**рис. 53-93.** - разработан автором