



Научная статья  
DOI [10.19181/nko.2025.31.4.1](https://doi.org/10.19181/nko.2025.31.4.1)  
EDN [UVFIMG](https://edn.uvfimg.ru)  
УДК 316.422(98)



М. П. Лебедев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Якутский научный центр СО РАН. Якутск, Россия

## СТРАТЕГИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ФЕДЕРАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Аннотация.** Статья посвящена анализу институциональной модели межрегионального научного сотрудничества федеральных исследовательских центров (ФИЦ), реализующих государственную научную политику в Арктической зоне Российской Федерации. На основе кластеризации компетенций восьми ключевых ФИЦ выделено 12 приоритетных направлений исследований. Показано, что действующие механизмы взаимодействия ограничены недостаточной координацией, фрагментацией данных и низким уровнем трансфера технологий. Обоснована необходимость перехода к миссионно-ориентированной модели науки как инструмента государственного управления, включающей формирование межрегиональных консорциумов, цифровые платформы открытых данных, биобанки, совместные полигоны в криолитозоне и механизмы сотрудничества с коренными малочисленными народами Севера (КМНС). Предложенная архитектура соотнесена со Стратегией научно-технологического развития РФ, Стратегией развития АЗРФ до 2035 года и национальным проектом «Наука и университеты». Особое внимание уделено проекту федеральной программы «Научно-технологическое обеспечение стратегического развития АЗРФ», подготовленному ФИЦ Арктики в рамках Соглашения о научном сотрудничестве (2021) под координацией ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН». Программа включает 115 междисциплинарных проектов, направленных на устойчивое освоение Арктики. Ключевым инструментом её реализации выступает дорожная карта интеграционных мер с целевыми индикаторами (KPI) до 2030–2035 гг., обеспечивающая консолидацию ресурсов, ускорение трансфера технологий и согласованность федеральной и региональной научной политики. Принятие федеральной программы станет фактором интеграции ресурсов ФИЦ и будет способствовать как научному, так и экономическому развитию Арктики, обеспечивая её устойчивое освоение в рамках государственной политики.

**Ключевые слова:** Арктическая зона Российской Федерации, федеральный исследовательский центр, межрегиональное научное сотрудничество, научная политика, миссионно-ориентированная наука, институциональная координация, технологический суверенитет, устойчивое развитие

**Для цитирования:** Лебедев М. П. Стратегия межрегионального научного сотрудничества федеральных исследовательских центров как основа устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации // Наука. Культура. Общество. 2025. Т. 31, № 4. С. 8–24. DOI [10.19181/nko.2025.31.4.1](https://doi.org/10.19181/nko.2025.31.4.1). EDN [UVFIMG](https://edn.uvfimg.ru).

**Введение.** Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) – одно из ключевых геополитических и научно-технологических пространств страны. Здесь сосредоточены критически важные природные ресурсы, проходит Север-

ный морской путь, формируется каркас международных транспортных и энергетических коммуникаций, а также пересекаются интересы ведущих арктических и неарктических государств. Темпы климатических изменений в регионе опережают среднемировые в 3–4 раза (по совокупности наблюдений за 1971–2019 гг.), что усиливает глобальное внимание к Арктике как к пространству стратегической конкуренции и международного сотрудничества. В этих условиях наука становится инструментом государственной политики и социального управления, формирующим основу устойчивого развития и укрепления суверенитета в регионе.

Климатическое потепление, деградация криолитозоны, рост частоты природных рисков и инфраструктурные уязвимости формируют комплекс взаимосвязанных вызовов, требующих координированного научного ответа и трансфера технологий в практику управления территориями [1]<sup>1</sup>. Эффективность такого ответа зависит не столько от объёма исследований, сколько от организационных и институциональных механизмов кооперации между научными организациями и органами власти [2]. Соответственно, ключевой задачей государственной политики становится развитие межрегиональных научных консорциумов, создание исследовательских инфраструктур и платформ открытых данных, ориентированных на миссионно-ориентированную науку, что закреплено в «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (Стратегия НТР)<sup>2</sup>, «Стратегии развития АЗРФ до 2035 года»<sup>3</sup> и нацпроекте «Наука и университеты»<sup>4</sup>.

В этом контексте федеральные исследовательские центры (ФИЦ) Арктики являются интеграционными структурами РАН и отраслевых НИИ и выступают каркасом национальной арктической исследовательской экосистемы. Уточним, под «ФИЦ Арктики» понимаются центры, официально включённые в арктическую повестку Минобрнауки РФ и осуществляющие исследования, непосредственно связанные с АЗРФ, независимо от их географического расположения. Их миссия двояка: 1) производить новые знания о климате, криосфере, экосистемах и социальных процессах в Арктике; 2) обеспечивать внедрение решений для устойчивого природопользования, инженерной адаптации инфраструктуры, продовольственной и санитарно-эпидемиологической безопасности. Вместе с тем, по ряду параметров сохраняются узкие места: фрагментация данных и методик мониторинга, неоднородность инфраструктурного обеспечения и неравномерный трансфер технологий в регионы Севера<sup>5</sup>. Международная повестка (AMAP, IPCC, SAON) акцентирует важность сопоставимости данных и ком-

<sup>1</sup> AMAP. Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2021. URL: <https://www.amap.no> (accessed: 20.08.2025); WMO. State of the Global Climate 2023. Geneva: World Meteorological Organization, 2024. WMO-No. 1365. URL: <https://public.wmo.int> (accessed: 20.08.2025).

<sup>2</sup> Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: утв. Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_207967/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/) (дата обращения: 20.08.2025).

<sup>3</sup> Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности до 2035 года: утв. Указом Президента РФ от 26.10.2020 № 645. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_366065/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366065/) (дата обращения: 20.08.2025).

<sup>4</sup> Паспорт национального проекта «Наука и университеты»: утв. Минобрнауки, апрель 2023. URL: <https://government.ru/rugovclassifier/864/events/> (дата обращения: 20.08.2025).

<sup>5</sup> AMAP. Arctic Climate Change Update 2021...; SAON. Strategy for the Sustaining Arctic Observing Networks 2021–2030. Tromsø: SAON. 2021. URL: <https://www.arcticobserving.org> (accessed: 20.08.2025); Обзор деятельности научных организаций РФ за 2023 год. М.: Минобрнауки России, 2024. URL: <https://minobrnauki.gov.ru> (дата обращения: 20.08.2025).

плексных наблюдательных сетей – это задаёт стандарты, к которым следует интегрировать российские ФИЦ [1]<sup>6</sup>.

**Проблема исследования.** При наличии значительного научного потенциала ФИЦ Арктики отсутствует устойчивая институциональная архитектура межрегионального взаимодействия, обеспечивающая сопоставимость данных, согласование методик и устойчивый технологический трансфер в практику. Это снижает кумулятивный эффект от инвестиций [3] и замедляет достижение целевых ориентиров Стратегий НТР и АЗРФ.

**Исследовательский вопрос.** Как организовать межрегиональное научное сотрудничество ФИЦ так, чтобы объединить фундаментальные и прикладные направления, стандартизировать данные и ускорить внедрение технологий для устойчивого развития АЗРФ?

**Цель статьи.** На основе институционального и содержательного анализа восьми ФИЦ Арктики предложить научно-обоснованную архитектуру межрегиональной кооперации, включающую кластеризацию компетенций, механизмы управления данными, полигонные сети в криолитозоне и контуры технологического трансфера, согласованные с федеральными стратегиями.

**Научная новизна.** В работе систематизированы компетенции ФИЦ по 12 тематическим кластерам (от геоэкологии и криосферы до медицины, гуманитарных исследований и цифрового моделирования); предложена модель миссионно-ориентированного взаимодействия с единым контуром открытых данных и КРІ; показана связь архитектуры сотрудничества со Стратегиями НТР и АЗРФ, а также нацпроектом «Наука и университеты».

**Задачи исследования:**

Провести институциональный и содержательный анализ восьми ФИЦ Арктики и выполнить кластеризацию компетенций по 12 приоритетным направлениям.

Осуществить критический анализ существующих механизмов взаимодействия (координация, стандартизация данных, трансфер технологий), выявить ограничения и «узкие места».

Сформировать целевую архитектуру межрегионального взаимодействия (миссионные консорциумы, полигонные сети, биобанки, цифровые платформы открытых данных, этические протоколы работы с КМНС).

Предложить дорожную карту интеграционных мер с КРІ до 2030–2035 гг., согласованную со Стратегиями НТР и АЗРФ, а также нацпроектом «Наука и университеты».

Таким образом, исследование направлено на разработку целостной концепции межрегионального научного сотрудничества ФИЦ Арктики, которая позволит преодолеть существующие институциональные и инфраструктурные ограничения, интегрировать результаты фундаментальных и прикладных исследований в единую экосистему и обеспечить научно-технологическую основу устойчивого развития АЗРФ.

**Методологические основы исследования.** Целью методологического блока является формирование воспроизводимой рамки анализа межрегионального научного сотрудничества ФИЦ Арктики. Она позволяет: 1) сопоставить

<sup>6</sup> AMAP. Arctic Climate Change Update 2021...; WMO. State of the Global Climate 2023...; SAON. Strategy for the Sustaining Arctic Observing Networks 2021–2030.

институциональные профили центров; 2) выделить и верифицировать кластеры компетенций; 3) оценить конфигурацию сетевого взаимодействия и баланс фундаментальных и прикладных исследований; 4) увязать результаты с целями государственных стратегий.

Методология опирается на концепцию миссионно-ориентированной науки, принципы региональных инновационных систем и сетевого управления, что согласуется с ключевыми стратегическими документами РФ: «Стратегией научно-технологического развития РФ», «Стратегией развития Арктической зоны РФ до 2035 года», нацпроектом «Наука и университеты» и проектом федеральной междисциплинарной программы «Научно-технологическое обеспечение стратегического развития АЗРФ». Эти документы задают нормативные и институциональные условия функционирования сети ФИЦ, определяют приоритеты, целевые индикаторы (KPI) на горизонты 2030–2035 гг. и обеспечивают координацию межрегиональных исследований в рамках единой научной политики. Методологический подход также согласован с международными стандартами – руководствами Frascati Manual и Oslo Manual [4; 5].

Использованы следующие источники: публичные отчёты восьми ФИЦ (2023–2024), сведения о подразделениях и инфраструктуре на официальных сайтах; данные ГИС «Наука и университеты» и паспорта нацпроекта «Наука и университеты»; нормативные акты (Указы Президента № 642/2016, № 645/2020); публикации в рецензируемых журналах по арктической проблематике.

Операционализация понятий базировалась на рубрикаторе из 12 кластеров, подробно рассмотренных далее. Для каждой организации формировался профиль компетенций по трём признакам: наличие профильных институтов и лабораторий, документированные НИОКР и проекты (2020–2024), публикационный след (ключевые слова и рубрики).

Методы анализа включали: 1) кластеризацию и семантическое картирование (иерархическая кластеризация по коэффициенту Жаккара, контент-анализ с экспертной верификацией); 2) сетевой анализ кооперации (граф «ФИЦ–ФИЦ», расчёт центральностей, плотности и модульности) [6; 7]; 3) оценку баланса исследований (декомпозиция портфелей по шкале TRL, метод АНР, проверка согласованности CR) [4; 8]; 4) библиометрическую поддержку (метаданные публикаций) [4; 5].

Для обеспечения воспроизводимости применялась триангуляция источников, экспертная проверка спорных случаев («правило двух рецензентов»), фиксация даты выгрузки и версий документов. Библиографические описания источников приведены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100–2018<sup>7</sup>.

Этические аспекты учтены: использовались только открытые данные, персональная информация не обрабатывалась. В интерпретации учитывались интересы КМНС, зафиксированные в Стратегии АЗРФ.

Выстроенная методология сочетает нормативную сопоставимость (Frascati/Oslo, национальные стратегии), строгие процедуры кодирования и сетевой/кластерный инструментальный анализа, что позволяет последовательно перейти от теоретической и нормативной постановки проблемы к эмпирической реконструкции и интерпретации реальных практик межрегионального сотрудниче-

<sup>7</sup> ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2019. 43 с.

ства, а также проводить последующие обновления картины с учётом динамики сети ФИЦ. В результате она формирует воспроизводимую аналитическую основу, обеспечивающую как научную валидность полученных выводов, так и их практическую применимость для стратегического планирования и корректировки политики научно-технологического развития АЗРФ.

**Систематизация научных компетенций восьми ФИЦ Арктики и выполнение их кластеризации по приоритетным направлениям.** Систематизация научных компетенций ФИЦ Арктики является необходимым условием для формирования целостной картины распределения ресурсов и специализаций в макро-регионе. Анализ институциональных структур и исследовательских программ восьми ключевых ФИЦ показал, что их деятельность охватывает 12 приоритетных направлений (тематических кластеров): Геоэкология и климатические изменения (ГЭКИ); Кriosферные процессы и мерзлотные исследования (КПМИ); Геология, минералогия и минерально-сырьевые ресурсы (ГММС); Экология и сохранение биоразнообразия (ЭСБ); Агробиотехнологии и продовольственная безопасность (АПБ); Медико-биологические исследования и здоровье населения (МБЗ); Социально-экономические и демографические исследования (СЭД); Гуманитарные исследования и культурное наследие (ГИКН); Инженерно-технические решения для Арктики (ИТРА); Энергетика и ресурсосберегающие технологии (ЭРТ); Информационные технологии, моделирование и цифровая трансформация (ИТМЦ); Морские, прибрежные и гидрологические исследования (МПИГ).

Распределение компетенций показало, что ФИЦ «Якутский НЦ СО РАН» охватывает все 12 направлений и выступает системным интегратором сети. Красноярский НЦ СО РАН (9 кластеров) и Кольский НЦ РАН (8 кластеров) формируют ядро междисциплинарной интеграции, соединяя фундаментальные и прикладные исследования в области климатологии, геоэкологии и промышленной экологии. Коми НЦ УрО РАН и ФИЦ КИА УрО РАН (по 7 кластеров) демонстрируют сбалансированные профили с акцентом на биологические, агробиотехнологические и инженерно-геоэкологические исследования. Карельский НЦ РАН, Тюменский НЦ СО РАН и Хабаровский ФИЦ ДВО РАН формируют региональные узлы компетенций с выраженной специализацией: гуманитарные и цифровые исследования, инженерные технологии мерзлотного строительства и промышленная адаптация Дальнего Востока соответственно.

Представленная кластеризация позволяет выделить три уровня научной специализации: интеграторы (Якутский, Красноярский, Кольский НЦ), обеспечивающие системное соединение фундаментальных и прикладных направлений; центры региональной специализации (Коми НЦ, КИА УрО РАН), формирующие ядро биолого-экологических и инженерных исследований; локальные узлы компетенций (Карельский, Тюменский, Хабаровский ФИЦ), ориентированные на решение специфических задач своих макрорегионов (см. табл. 1).

Таблица демонстрирует, что сеть ФИЦ Арктики имеет иерархическую конфигурацию: от универсального интегратора (Якутский НЦ СО РАН), через мультидисциплинарные центры регионального масштаба (Красноярский и Кольский НЦ), к специализированным узлам (Коми, КИА УрО, Карельский, Тюменский и Хабаровский центры). Такая структура формирует устойчивую основу для миссионных консорциумов, снижает дублирование исследований и обеспечивает баланс между фундаментальными и прикладными направлениями.

Таблица 1

**Систематизация научных компетенций восьми ФИЦ Арктики  
по приоритетным тематическим кластерам**

ФИЦ / FRC	Кол-во кластеров	Приоритетные кластеры (коды)	Научный профиль
Якутский НЦ СО РАН	12	ГЭКИ, КПМИ, ГММС, ЭСБ, АПБ, МБЗ, СЭД, ГИКН, ИТРА, ЭРТ, ИТМЦ, МПГИ	Системный интегратор, охватывающий весь спектр исследований (от космофизики и мерзлотных процессов до гуманитарных наук и нутригеномики)
Красноярский НЦ СО РАН	9	ГЭКИ, КПМИ, ГММС, ЭСБ, АПБ, МБЗ, ИТРА, ЭРТ, ИТМЦ	Мультидисциплинарный центр с акцентом на климатическое моделирование, лесные экосистемы, биофизику и цифровые технологии
Кольский НЦ РАН	8	ГЭКИ, КПМИ, ГММС, ЭСБ, МБЗ, ИТРА, ЭРТ, ИТМЦ	Лидер в области геологии и промышленной экологии, обеспечивающий научную основу рационального освоения минерально-сырьевой базы Арктики
Коми НЦ УрО РАН	7	ГЭКИ, КПМИ, ЭСБ, АПБ, СЭД, ГИКН, ИТМЦ	Центр биологических и агробиотехнологических компетенций с сильным гуманитарным и социальным блоком
ФИЦ КИА УрО РАН	7	ГЭКИ, КПМИ, ГММС, ЭСБ, СЭД, ИТРА, ЭРТ	Инженерно-геоэкологический профиль, разработки в области освоения ресурсов и устойчивости инфраструктуры
Карельский НЦ РАН	6	ГЭКИ, ЭСБ, АПБ, СЭД, ГИКН, ИТМЦ	Междисциплинарный узел гуманитарных, экологических и цифровых исследований северо-западного сектора Арктики
Тюменский НЦ СО РАН	5	ГЭКИ, КПМИ, АПБ, ИТРА, ЭРТ	Специализация на мерзлотной инженерии, агробиотехнологиях и инфраструктурных решениях для Западной Сибири и ЯНАО
Хабаровский ФИЦ ДВО РАН	4	ГЭКИ, ГММС, ИТРА, ЭРТ	Региональный центр технологической адаптации Дальнего Востока: горно-металлургический комплекс, энергетика, инженерные решения

*Источник:* по данным отчётов ФИЦ Арктики за 2023–2024 гг., данных Минобрнауки РФ и ГИС «Наука и университеты» (2025).

Таким образом, кластеризация научных компетенций ФИЦ Арктики обеспечивает выявление зон концентрации усилий, нишевых направлений и пробелов в исследовательской сети. Она выступает аналитическим инструментом для планирования интеграционных мер, приоритизации инвестиций в инфраструктуру и развития межрегиональных консорциумов, что соответствует задачам Стратегий НТР и АЗРФ, а также нацпроекта «Наука и университеты».

При этом, таблица 1 демонстрирует количественное распределение федеральных исследовательских центров по 12 тематическим кластерам, позволяя



сравнить широту охвата научных направлений и выявить центры с наибольшим уровнем междисциплинарности. Однако табличный формат фиксирует лишь количественные различия и не отражает степень концентрации компетенций или их пересечения между центрами. Для более наглядного анализа используется тепловая карта (см. рис. 1), которая визуализирует профиль специализации каждого ФИЦ, выявляет ключевые зоны совпадения интересов и позволяет оценить уровень диверсификации научного потенциала в сети.

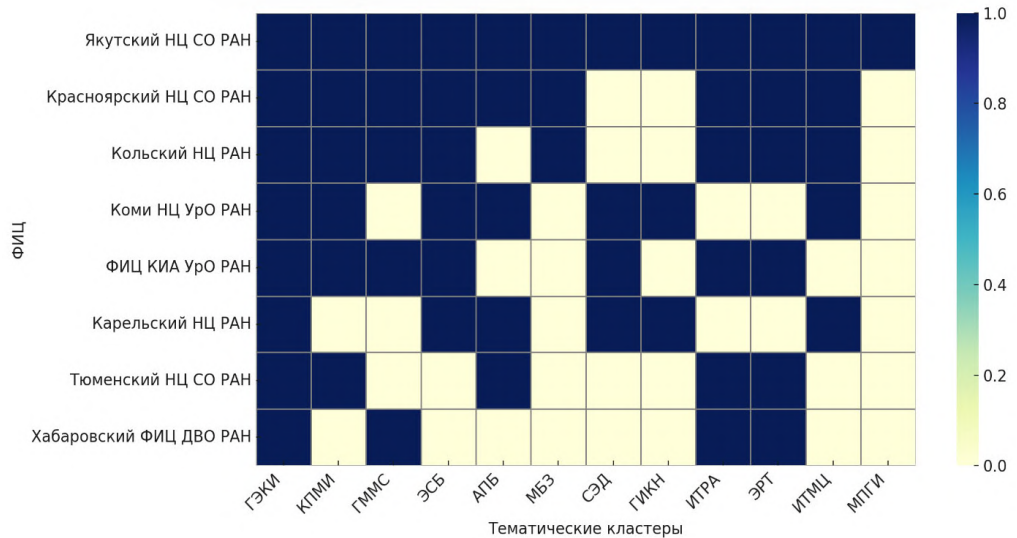
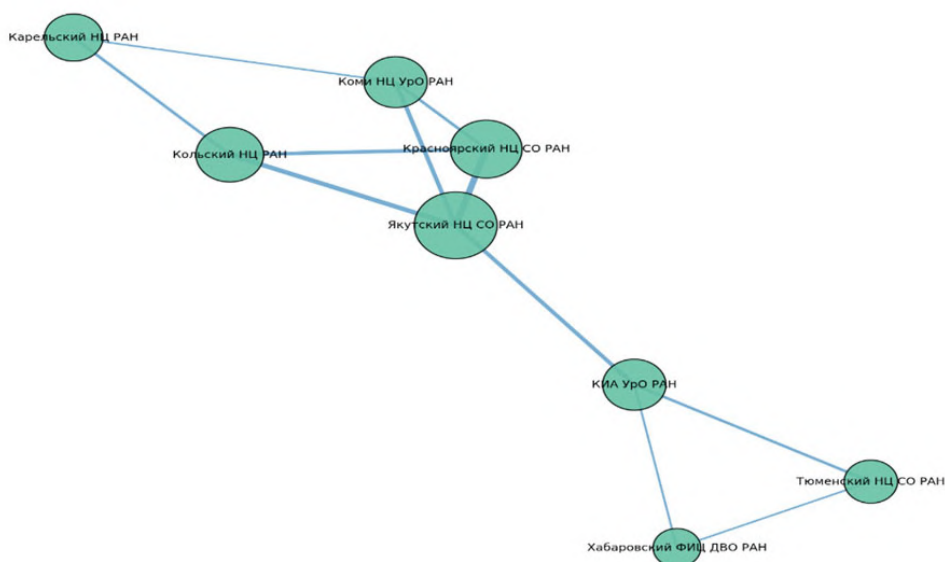


Рисунок 1. Тепловая карта распределения компетенций восьми ФИЦ Арктики в 12 приоритетных кластерах

Источник: по данным отчётов ФИЦ Арктики за 2023–2024 гг., данных Минобрнауки РФ и государственной информационной системы «Наука и университеты» (2025).

Представленная тепловая карта отражает распределение компетенций восьми ФИЦ Арктики по 12 приоритетным тематическим кластерам. Интенсивность окраски указывает на уровень вовлечённости центров в конкретные направления, что позволяет выделить центры с универсальным охватом (например, ФИЦ «Якутский НЦ СО РАН»), интеграторов междисциплинарных исследований (Красноярский НЦ СО РАН, Кольский НЦ РАН) и региональные узлы специализированных компетенций (Карельский НЦ РАН, Тюменский НЦ СО РАН, Хабаровский ФИЦ ДВО РАН). Карта демонстрирует как зоны концентрации усилий (климатические и геоэкологические исследования, инженерные технологии), так и нишевые направления (космофизика, нутригеномика, гуманитарные исследования), формируют потенциал для научного роста и консорциумного сотрудничества.

**Сетевая карта кооперации ФИЦ Арктики.** Построенная сетевая карта межрегионального взаимодействия восьми ФИЦ Арктики (см. рис. 2) отражает их связи на основе совместного участия в тематических кластерах и позволяет выделить три уровня.



**Рисунок 2. Сетевая карта кооперации ФИЦ Арктики  
(по числу общих тематических кластеров)**

*Источник:* по данным отчётов ФИЦ Арктики за 2023–2024 гг., данных Минобрнауки РФ и государственной информационной системы «Наука и университеты» (2025).

Во-первых, центры-лидеры – прежде всего ФИЦ «Якутский НЦ СО РАН», охватывающий все 12 кластеров и обеспечивающий наибольшую междисциплинарную связность сети. Во-вторых, крупные интеграторы – ФИЦ «Красноярский НЦ СО РАН» и ФИЦ «Кольский НЦ РАН», соединяющие восточные и западные регионы Арктики за счёт исследований климата, мерзлоты, промышленной экологии и минерально-сырьевой базы. В-третьих, региональные узлы – Коми НЦ УрО РАН, КИА УрО РАН, Карельский НЦ РАН, Тюменский НЦ СО РАН и Хабаровский ФИЦ ДВО РАН, формирующие специализированные компетенции в агробиотехнологиях, инженерии и гуманитарных исследованиях.

Кластер климатических и экологических исследований объединяет практически все ФИЦ, тогда как направления цифрового моделирования, технологий промышленной безопасности, нутригеномики и генетических исследований нутритивного статуса и продовольственной безопасности сосредоточены в ограниченном числе центров, что придаёт им значение «точек научного роста».

Топология взаимодействий свидетельствует о наличии иерархической структуры с признаками кластеризации: центры-лидеры выступают хабами консолидации ресурсов и трансфера технологий, тогда как региональные узлы обеспечивают уникальные компетенции и локальную специфику. Такая модель сопоставима с международными практиками (ArcticNet, EU-PolarNet, INTERACT), но отличается более высокой территориальной детализацией и интеграцией в национальную стратегию развития Арктики.

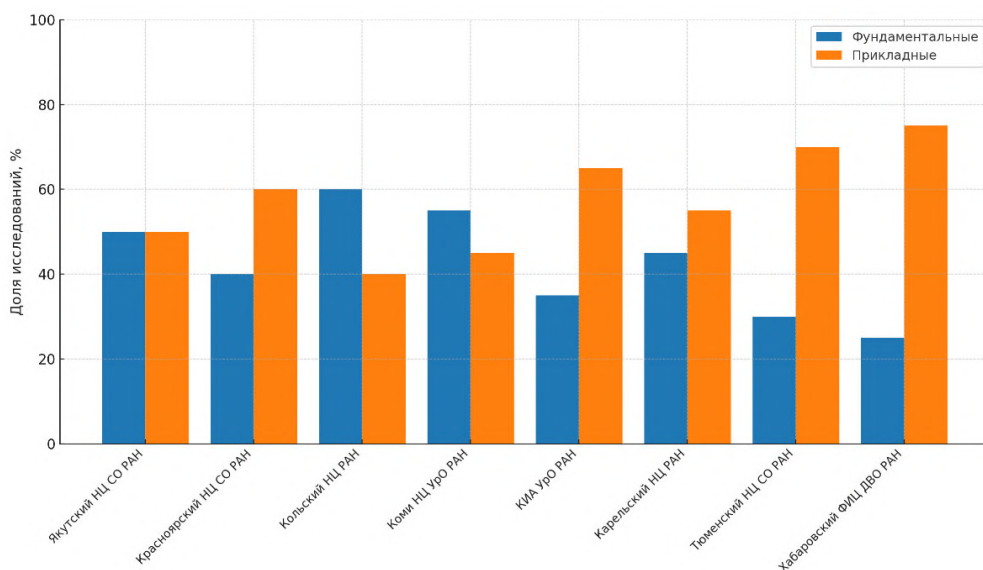
**Баланс фундаментальных и прикладных исследований ФИЦ Арктики.** Одной из ключевых особенностей сети ФИЦ Арктики является структурный баланс между фундаментальными исследованиями и прикладными разработками.



В отличие от зарубежных научных консорциумов (ArcticNet, EU-PolarNet<sup>8</sup>), российская модель сочетает академическую фундаментальность и технологическую ориентированность в рамках единой институциональной структуры [9; 10].

Анализ показывает, что данное равновесие обеспечивает: замкнутый цикл исследований от теоретических моделей до внедрённых решений; ускоренный трансфер технологий в промышленность и социальную сферу; гибкость институциональной системы в ответ на климатические и социально-экономические вызовы региона.

Диаграмма (см. рис. 3) демонстрирует институциональный баланс восьми ФИЦ. Наибольшая сбалансированность наблюдается у ФИЦ «Якутский НЦ СО РАН», сочетающего широкий спектр академических и прикладных исследований. ФИЦ «Кольский НЦ РАН» и «Коми НЦ УрО РАН» выделяются сильной академической базой, тогда как «Красноярский НЦ СО РАН», ФИЦ КИА УрО РАН и Тюменский НЦ СО РАН лидируют в инженерных и технологических проектах. Региональные центры (Карельский НЦ РАН и Хабаровский ФИЦ ДВО РАН) фокусируются на цифровизации, гуманитарных исследованиях и промышленных решениях для локальных условий.



**Рисунок 3. Баланс фундаментальных и прикладных исследований в сети ФИЦ Арктики**

*Источник:* по данным отчётов ФИЦ Арктики за 2023–2024 гг., данных Минобрнауки РФ и государственной информационной системы «Наука и университеты» (2025).

Таким образом, сеть ФИЦ Арктики демонстрирует способность обеспечивать полный цикл исследований – от фундаментальной теории до прикладного внедрения – и выступает ключевым инструментом реализации государственной стратегии устойчивого развития АЗРФ.

<sup>8</sup> EU-PolarNet 2: Co-Designing the European Polar Research Programme. Brussels: European Commission. 2022. URL: <https://eu-polarnet.eu> (accessed: 21.08.2025).

**Институциональная динамика ФИЦ Арктики.** Формирование сети ФИЦ Арктики в 2016–2020 гг. стало ключевым этапом институциональной реформы академической науки. Российская модель отличается от зарубежных аналогов (ArcticNet, Канада; ARCUS, США) высокой степенью территориальной детализации и региональной привязки, что позволяет учитывать разнообразие природных условий и этнокультурных особенностей Арктики.

ФИЦ выступают многоуровневыми центрами компетенций, объединяющими академические институты, отраслевые НИИ, междисциплинарные лаборатории и филиалы. Такая архитектура обеспечивает баланс фундаментальных исследований и прикладных разработок, а также согласование приоритетов с государственными стратегическими документами и нацпроектом «Наука и университеты».

Переход от фрагментарных исследований к межрегиональным инициативам воплощается в проекте федеральной программы «Научно-технологическое обеспечение стратегического развития Арктической зоны РФ». Он включает 115 междисциплинарных проектов по климатическому мониторингу, криолитологии, охране биоразнообразия, продовольственной безопасности, медицине и гуманитарным исследованиям. Программа предусматривает 12 мер с КРП на горизонты 2030–2035 гг., что обеспечивает долгосрочную институциональную координацию.

Вокруг крупнейших центров, таких как Якутский НЦ СО РАН, Красноярский НЦ СО РАН и Кольский НЦ РАН, формируются консорциумы, выступающие интеграторами межрегиональных проектов. Региональные ФИЦ (Коми НЦ УрО РАН, КИА УрО РАН, Карельский НЦ РАН, Тюменский НЦ СО РАН, Хабаровский ФИЦ ДВО РАН) усиливают сеть за счёт специализированных компетенций: агробиотехнологий, этнокультурных исследований, мерзлотной инженерии и промышленных технологий.

Перспективы институциональной динамики ФИЦ Арктики связаны с созданием единого цифрового контура научных данных, развитием механизмов трансфера технологий, укреплении консорциумной кооперации и расширением международного участия (CAFE, IASC, SAON, EU-PolarNet). Сеть формирует гибридную модель, объединяющую академическую фундаментальность, прикладную ориентированность и региональную специфику. Такая архитектура обеспечивает научно-технологический задел, способствует укреплению технологического суверенитета России и создаёт условия для устойчивого развития АЗРФ.

**Критический анализ механизмов взаимодействия ФИЦ Арктики.** Институциональный и сетевой анализ деятельности ФИЦ Арктики за 2023–2024 гг. выявил сочетание значительного научного потенциала и уникальной инфраструктуры с системными ограничениями, снижающими эффективность кооперации. Проблему подтверждает и независимый обзор исследований социально-экономического развития Арктики, в котором отмечается, что современные работы страдают от фрагментации и недостатка междисциплинарного синтеза [11], что подчёркивает необходимость единой платформы межрегионального научного сотрудничества.

Существующие механизмы взаимодействия включают участие в грантовых программах (РНФ, РФФИ, Минобрнауки РФ), создание межведомственных консорциумов и сетевых лабораторий по мерзлотоведению, арктическому сельскому хозяйству и промышленной экологии, реализацию федеральных проектов по климатическому мониторингу и освоению криолитозоны, а также развитие центров коллективного пользования и цифровых платформ для анализа

экологических, социальных и инженерных данных. Эти инструменты обеспечивают координацию отдельных направлений, но пока не формируют единую интеграционную экосистему.

Ключевыми барьерами остаются: отсутствие унифицированных стандартов мониторинга и обработки данных, что ограничивает сопоставимость результатов; фрагментарность управленческих механизмов при отсутствии единого проектного офиса; низкая скорость трансфера технологий, сохраняющая разрыв между научными результатами и практикой; неравномерность распределения инфраструктуры и кадров; слабая интеграция в международные альянсы (SAON, INTERACT, ArcticNet), снижающая видимость российской науки на глобальном уровне.

В то же время наблюдаются успешные примеры консорциумного взаимодействия. Проект Permafrost Digital Twin<sup>9</sup> объединил Якутский, Красноярский и Тюменский ФИЦ в создании цифрового двойника криолитозоны. Программа «Арктическое здоровье»<sup>10</sup>, реализуемая Красноярским, Кольским и Карельским центрами, направлена на мониторинг здоровья населения и разработку адаптивных практик. Инженерно-экологические инициативы Кольского НЦ РАН и ФИЦ комплексного изучения Арктики УрО РАН демонстрируют возможности комплексной реабилитации нарушенных территорий.

Визуализация (см. рис. 4) отражает баланс проблемных зон и успешных кейсов: слева – наиболее критичные ограничения (дефицит стандартов данных, фрагментарность координации), справа – примеры эффективной интеграции, иллюстрирующие потенциал межрегиональной кооперации.



Рисунок 4. Успешные кейсы интеграции ФИЦ Арктики

Источник: по данным отчётов ФИЦ Арктики за 2023–2024 гг., данных Минобрнауки РФ и государственной информационной системы «Наука и университеты» (2025).

<sup>9</sup> Permafrost Digital Twin: проектный консорциум по созданию цифрового двойника криолитозоны. 2024. URL: <https://permafrost.digital> (accessed: 21.08.2025).

<sup>10</sup> Программа «Арктическое здоровье»: междисциплинарный проект федеральных исследовательских центров Арктики. 2024. URL: <https://arctic-health.ru> (дата обращения: 21.08.2025).

Такой контраст подчёркивает необходимость перехода от локальных инициатив к системной архитектуре взаимодействия. Современная модель сотрудничества ФИЦ Арктики сочетает высокий исследовательский потенциал с ограниченной результативностью действующих механизмов. Главным вызовом остаётся переход к миссионно-ориентированной модели межрегионального научного взаимодействия, основанной на цифровых платформах, унифицированных протоколах мониторинга и специализированных центрах трансфера технологий. Такая трансформация позволит сократить дублирование исследований, повысить воспроизводимость результатов и укрепить роль науки в обеспечении устойчивого развития АЗРФ.

**Разработка архитектуры межрегионального взаимодействия ФИЦ Арктики.** Исследования подтверждают, что переход к новым технологическим укладам в Арктике возможен только при условии реализации гринфилд-проектов (т.е. ресурсных проектов, развёртываемых с нуля) и формирования межрегиональных консорциумов [12]. Это напрямую подтверждает необходимость предлагаемой архитектуры взаимодействия, которая включает пять ключевых элементов (см. рис. 5):

Во-первых, формируются миссионные консорциумы по климатическому моделированию, инженерии криолитозоны, биоразнообразию, медико-биологической адаптации и цифровой трансформации науки. Они объединяют центры-лидеры и региональные узлы в единую платформу междисциплинарных проектов с согласованными дорожными картами.

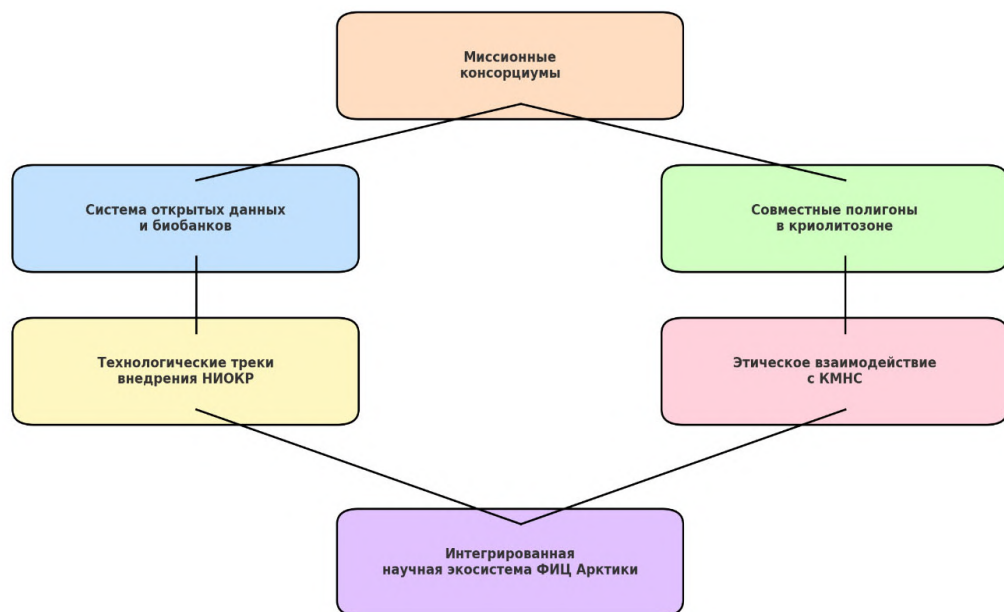
Во-вторых, создаётся единая система открытых данных и биобанков, интегрирующая климатические, инженерные, медицинские и гуманитарные данные в соответствии с принципами FAIR, что обеспечит воспроизводимость исследований и ускорит внедрение результатов.

В-третьих, формируется сеть совместных полигонов в криолитозоне для апробации инженерных и экологических технологий в условиях деградации мерзлоты.

В-четвёртых, развиваются технологические треки внедрения НИОКР через центры трансфера технологий и индустриальные кластеры, что позволит сократить путь от фундаментальных исследований до практического применения.

В-пятых, предусматриваются механизмы этического взаимодействия с КМНС: протоколы доступа к данным, участие в планировании исследований и развитие гуманитарных программ, учитывающих культурную специфику. Исследователи подчёркивают, что эффективность взаимодействия с коренными малочисленными народами Севера должна опираться не только на формальные протоколы, но и на признание их знаний как части научной экосистемы, ведь традиционные «правила исследований арктической среды не потеряли своей актуальности и в эпоху беспилотников» [13, с. 43].

Как отмечают исследователи, даже в условиях геополитической нестабильности сохраняется потенциал для международного арктического сотрудничества в сферах устойчивого транспорта, «зелёной» энергетики и цифровых технологий, что подтверждает целесообразность включения международных партнёров в консорциумы ФИЦ как одного из элементов предложенной архитектуры [14].



**Рисунок 5. Схема архитектуры межрегионального взаимодействия ФИЦ Арктики**

*Источник:* по данным результатов анализа проектных консорциумов, материалов ГИС «Наука и университеты» и программы «Наука и университеты» (2025).

Таким образом, проектируемая архитектура формирует платформенную модель межрегионального сотрудничества ФИЦ, объединяющую ресурсы, усиливающую трансфер технологий и интегрирующую российскую науку в международные проекты. Она обеспечивает переход от фрагментарности к миссионно-ориентированной экосистеме, способной генерировать стратегические знания и поддерживать инновационное развитие Арктики.

**Дорожная карта интеграционных мер и КРП.** Разработка дорожной карты интеграционных мер ФИЦ Арктики является ключевым инструментом консолидации научного потенциала и согласования приоритетов с основными государственными стратегиями и нацпроектом «Наука и университеты».

Предлагаемая дорожная карта определяет институциональные и технологические ориентиры развития сети ФИЦ, включая цифровизацию научных данных, развитие климатического мониторинга, инженерные решения для криолитозоны, биомедицинские технологии адаптации населения, обеспечение продовольственной безопасности, рациональное освоение минерально-сырьевых ресурсов, охрану биоразнообразия, гуманитарные исследования, трансфер технологий, интеграцию в международные консорциумы и совершенствование нормативно-правовой базы.

Для каждого направления установлены целевые индикаторы (КРП) на период до 2030–2035 гг., отражающие уровень научной продуктивности (публикации, цитируемость, патенты, внедрённые технологии), инфраструктурную интеграцию (создание биобанков, цифровых платформ и полигонов в криолитозоне), степень трансфера технологий в промышленность, энергетику, сельское хозяйство и социальную сферу, а также международное участие в проектах ArcticNet, EU-PolarNet, SAON, INTERACT и других альянсах.



Реализация дорожной карты предусматривает три этапа. На первом (2025–2027 гг.) планируется интеграция научных подразделений, запуск пилотных консорциумов и формирование системы оценки деятельности. На втором (2028–2030 гг.) – масштабирование проектов, развитие сети цифровых полигонов и внедрение инженерных и биомедицинских технологий. На третьем (2031–2035 гг.) – выход на международный уровень кооперации, интеграция в глобальные исследовательские сети и закрепление лидерских позиций России в арктической науке.

В совокупности дорожная карта и система КРІ формируют институциональную основу долгосрочного развития ФИЦ Арктики как единой научно-технологической экосистемы. Их выполнение обеспечит согласованность федеральной и региональной научной политики, повысит эффективность использования ресурсов и создаст условия для технологического суверенитета и устойчивого развития АЗРФ.

**Заключение.** Проведённое исследование подтвердило, что федеральные исследовательские центры Арктики представляют собой не только научную, но и институциональную основу государственной политики в регионе, обеспечивающую комплексное сопровождение задач устойчивого освоения макрорегиона. Систематизация компетенций восьми ФИЦ позволила выделить 12 приоритетных кластеров, охватывающих широкий спектр фундаментальных и прикладных направлений: от климатического мониторинга и криолитологии до агробиотехнологий, медицины, инженерии и гуманитарных исследований.

Сетевой и кластерный анализ показал, что ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» демонстрирует максимальную тематическую широту (все 12 кластеров) и играет ключевую роль в межцентровой координации. Красноярский НЦ СО РАН и Кольский НЦ РАН занимают позиции ведущих межрегиональных интеграторов, а региональные узлы (Коми НЦ УрО РАН, КИА УрО РАН, Карельский НЦ РАН, Тюменский НЦ СО РАН, Хабаровский ФИЦ ДВО РАН) обеспечивают уникальные компетенции и привязку исследований к локальной специфике.

Критический анализ существующих механизмов взаимодействия выявил системные ограничения: недостаточную унификацию стандартов наблюдательных данных, фрагментарность институциональной координации, ограниченный трансфер технологий и неравномерность распределения инфраструктуры. Вместе с тем отмечены позитивные примеры интеграции, такие как консорциум Permafrost Digital Twin, программа «Арктическое здоровье», инженерно-экологические проекты ФИЦ КНЦ РАН и КИА УрО РАН. Эти примеры демонстрируют потенциал перехода от локальных инициатив к миссионно-ориентированной модели науки как инструмента государственного управления.

Особое значение имеет совместная инициатива всех ФИЦ Арктики по разработке проекта федеральной программы «Научно-технологическое обеспечение стратегического развития Арктической зоны Российской Федерации», подготовленного в рамках подписанного в 2021 году Соглашения о научном сотрудничестве. Координатором выступает ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН». Программа включает 115 междисциплинарных проектов, ориентированных на климатические и криосферные исследования, охрану биоразнообразия, продовольственную безопасность, медицину, гуманитарные исследования и инженерные технологии для устойчивого освоения Арктики.

Дорожная карта интеграционных мер с КРІ до 2030–2035 гг. согласована со Стратегией НТР и АЗРФ, а также на проектом «Наука и университеты». Её реа-



лизация обеспечит согласованность федеральной и региональной научной политики, воспроизводимость научных результатов, ускорение трансфера технологий и укрепление международных позиций России в арктической повестке.

Таким образом, институциональная модель межрегионального сотрудничества ФИЦ Арктики демонстрирует эффективность как инструмент консолидации научного потенциала, развития инновационных решений и формирования единой исследовательской экосистемы. Её дальнейшее развитие должно быть связано с цифровизацией научных данных, созданием межрегиональных консорциумов и интеграцией в глобальные исследовательские альянсы. Принятие федеральной программы станет системным шагом к обеспечению технологического суверенитета как компонента национальной безопасности и устойчивого развития АЗРФ.

### Библиографический список

1. Climate Change 2021 – The Physical Science Basis. Cambridge : Cambridge University Press, 2023. 3949 p. DOI [10.1017/9781009157896](https://doi.org/10.1017/9781009157896).
2. Казакова С. М., Климанов В. В. Трансформация целей развития Арктической зоны Российской Федерации // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2022. № 1. С. 96–110. DOI [10.22394/2079-1690-2022-1-1-96-110](https://doi.org/10.22394/2079-1690-2022-1-1-96-110). EDN [FIRNPA](https://www.edn.ru/FIRNPA).
3. Жильцов С. С., Зонн И. С. Политика России в Арктике: современный этап // Вестник РУДН. Серия: Политология. 2015. № 2. С. 7–22. EDN [TPTCZJ](https://www.edn.ru/TPTCZJ).
4. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. Paris : OECD Publishing, 2015. 401 p. DOI [10.1787/9789264239012-en](https://doi.org/10.1787/9789264239012-en).
5. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4<sup>th</sup> ed. Paris : OECD Publishing, 2018. 258 p. DOI [10.1787/9789264304604-en](https://doi.org/10.1787/9789264304604-en).
6. Wasserman S., Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge : Cambridge University Press, 1994. 825 p.
7. Newman M. E. Networks: An Introduction. Oxford : Oxford University Press, 2010. 784 p.
8. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process. New York : McGraw-Hill, 1980. 287 p.
9. Арктические стратегии России 2014 и 2021: возможна ли преемственность при смещении приоритетов? Часть 1 / А. Д. Волков, Н. А. Рослякова, Е. А. Каневский [и др.] // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. Т. 28, № 1(87). С. 7–25. DOI [10.37614/2220-802X.1.2025.87.001](https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2025.87.001). EDN [RZZCGC](https://www.edn.ru/RZZCGC).
10. Лебедев М. П., Томский В. С., Баттахов П. П. Арктическая проблематика России // Россия: общество, политика, история. 2022. № 4(4). С. 34–45. DOI [10.56654/ROPI-2022-4\(4\)-34-45](https://doi.org/10.56654/ROPI-2022-4(4)-34-45). EDN [GBEBLR](https://www.edn.ru/GBEBLR).
11. Максимов А. М., Якушева У. Е. Исследования социально-экономического развития АЗРФ на региональном и локальном уровне: обзор некоторых актуальных работ российских авторов // Арктика и Север. 2024. № 55. С. 227–242. DOI [10.37482/issn2221-2698.2024.55.227](https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.55.227). EDN [ADSIUA](https://www.edn.ru/ADSIUA).
12. Пилясов А. Н., Котов А. В. Российская Арктика-2035: полимасштабный прогноз // Экономика региона. 2024. Т. 20, № 2. С. 369–394. DOI [10.17059/ekon.reg.2024-2-3](https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-3). EDN [XEPSNM](https://www.edn.ru/XEPSNM).
13. Каримова А. Б. Стратегия Ломоносова: Арктика в движении к глобальной арене // Наука. Культура. Общество. 2019. № 2. С. 39–51. EDN [KUHIBG](https://www.edn.ru/KUHIBG).
14. Зворыкина Ю. В., Тетерятников К. С., Павловский Д. А. Устойчивое развитие Арктики в ходе председательства Российской Федерации в Арктическом совете // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 228, № 2. С. 196–235. DOI [10.38197/2072-2060-2021-228-2-196-235](https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-228-2-196-235). EDN [GKBMZD](https://www.edn.ru/GKBMZD).

Поступила: 08.09.2025. Принята: 22.09.2025.

### Сведения об авторе:

**Лебедев Михаил Петрович**, доктор технических наук, академик РАН, генеральный директор, Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия.

[m.p.lebedev@mail.ru](mailto:m.p.lebedev@mail.ru)

Author ID РИНЦ: 144628; ORCID: 0000-0003-0086-9921

M. P. Lebedev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Yakut Scientific Centre of SB RAS. Yakutsk, Russia

## STRATEGY OF INTERREGIONAL SCIENTIFIC COOPERATION AMONG FEDERAL RESEARCH CENTERS AS A BASIS FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Abstract.** This article analyzes the institutional model of interregional scientific cooperation among federal research centers (FRCs) implementing state science policy in the Arctic Zone of the Russian Federation. Competence clustering of eight key FRCs has identified twelve priority research areas. The analysis shows that existing cooperation mechanisms are constrained by insufficient coordination, data fragmentation, and a low level of technology transfer. The paper substantiates the need to transition to a mission-oriented model of science as an instrument of state governance, which includes the formation of interregional consortia, digital open-data platforms, biobanks, joint test sites in the permafrost zone, and mechanisms for collaboration with indigenous small-numbered peoples of the North (ISNPs). The proposed architecture is aligned with the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation, the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation until 2035, and the national project "Science and Universities". Particular attention is given to the draft federal program "Scientific and Technological Support for the Strategic Development of the Arctic Zone of the Russian Federation", prepared by Arctic FRCs under the 2021 Agreement on Scientific Cooperation and coordinated by the Yakut Scientific Center SB RAS. The program includes 115 interdisciplinary projects aimed at the sustainable development of the Arctic. Its key implementation instrument is a roadmap of integration measures with key performance indicators (KPIs) for 2030–2035, ensuring resource consolidation, accelerated technology transfer, and coherence between federal and regional science policies. The adoption of the federal program will serve as a driver for integrating FRC resources and will contribute to both scientific and economic development of the Arctic, ensuring its sustainable development within the framework of state policy.

**Keywords:** Arctic Zone of the Russian Federation, federal research centers, interregional scientific cooperation, science policy, mission-oriented science, institutional coordination, technological sovereignty, sustainable development

**For citation:** Lebedev M. P. Strategy of interregional scientific cooperation among federal research centers as a basis for the sustainable development of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Science. Culture. Society*. 2025;31(4):8–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.19181/nko.2025.31.4.1>

### References

1. Climate Change 2021 – The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press; 2023. DOI [10.1017/9781009157896](https://doi.org/10.1017/9781009157896).
2. Kazakova S. M., Klimanov V. V. Transformation of the development goals of the Russian Arctic. *State and Municipal Management. Scholar Notes*. 2022;(1):96–110. (In Russ.). DOI [10.22394/2079-1690-2022-1-1-96-110](https://doi.org/10.22394/2079-1690-2022-1-1-96-110).
3. Zhiltsov S. S., Zonn I. S. Russia's policy in the arctic continent: contemporary challenges. *RUDN Journal of Political Science*. 2015;(2):7–22. (In Russ.).
4. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. Paris: OECD Publishing; 2015. DOI [10.1787/9789264239012-en](https://doi.org/10.1787/9789264239012-en).
5. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4<sup>th</sup> ed. Paris: OECD Publishing; 2018. DOI [10.1787/9789264304604-en](https://doi.org/10.1787/9789264304604-en).
6. Wasserman S., Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press; 1994.
7. Newman M. E. Networks: An Introduction. Oxford: Oxford University Press; 2010.
8. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill; 1980.

9. Volkov A. D., Roslyakova N. A., Kanevsky E. A. [et al.] Russia's arctic strategies of 2014 and 2021: is continuity possible amid shifting priorities? (Part 1). *The North and the Market: Forming the Economic Order*. 2025;28(1):7–25. (In Russ.). DOI [10.37614/2220-802X.1.2025.87.001](https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2025.87.001).
10. Lebedev M. P., Tomsy V. S., Battakhov P. P. Arctic Problems of Russia. *Russia: Society, Politics, History*. 2022;(4):34–45. (In Russ.). DOI [10.56654/ROPI-2022-4\(4\)-34-45](https://doi.org/10.56654/ROPI-2022-4(4)-34-45).
11. Maksimov A. M., Yakusheva U. E. Studies of social and economic development of the Russian Arctic at the regional and local levels: review of some relevant works by Russian researchers. *Arctic and North*. 2024;(55):227–242. (In Russ.). DOI [10.37482/issn2221-2698.2024.55.227](https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.55.227).
12. Pilyasov A. N., Kotov A. V. Russian Arctic-2035: Multi-Scale Forecast. *Economy of regions*. 2024;20(2):369–394. (In Russ.). DOI [10.17059/ekon.reg.2024-2-3](https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-3).
13. Karimova A. B. Stratagem of Lomonosov: the Arctic moving towards the global arena. *Science. Culture. Society*. 2019;25(2):39–51. (In Russ.).
14. Zvorykina Ju. V., Teteryatnikov K. S., Pavlovsky D. A. Arctic sustainable development during Russian chairmanship at the arctic council. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2021;228(2):196–235. (In Russ.). DOI [10.38197/2072-2060-2021-228-2-196-235](https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-228-2-196-235).

Received: 08.09.2025. Accepted: 22.09.2025.

**Author information:**

**Mikhail P. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director General, Federal Research Center “Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”. Yakutsk, Russia.

[m.p.lebedev@mail.ru](mailto:m.p.lebedev@mail.ru)

ORCID: [0000-0003-0086-9921](https://orcid.org/0000-0003-0086-9921)