

КОНЦЕПЦИЯ

научно-технологического развития
Красноярского края на период до 2035 года

2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

КОНЦЕПЦИЯ

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ПЕРИОД
ДО 2035 ГОДА

Препринт

Красноярск
СФУ
2023

УДК 330.34.014.2(571.51)
ББК 65.291.55(2Рос-4Крн)
К640

Коллектив авторов: М. В. Румянцев, С. В. Верховец, Р. А. Барышев, Д. В. Санатов, А. С. Пургин, М. А. Харитонов, В. С. Антонова, Т. В. Кискина

Экспертные консультации: Е. Б. Бухарова, В. Н. Княгинин, С. Н. Ладыженко, М. С. Липецкая, М. С. Мулюкин, М. Г. Васильев, И. А. Пантелеева, А. К. Пономарев, А. И. Боровков, А. В. Усс, Р. А. Ошмарин, А. Тимиргалин, И. В. Фоменко, В. С. Шейнбаум, Е. В. Голубев, Л. В. Крупнов, А. Ю. Холодев, В. В. Казаков, Д. Н. Колупаев, Е. А. Нестеров, Ю. В. Мишин, Д. В. Гузев, В. М. Агапкин, В. В. Лукьянов, А. С. Цой, Р. С. Евдокимов, П. А. Трыков, Е. В. Легарев, А. В. Федоров, И. М. Шик, Д. В. Высоцкий, Э. Ш. Акбулатов, М. В. Дягилев, А. А. Комаров, Р. В. Троценко, Ю. М. Штефанюк, А. В. Новиков, А. В. Кулаков, М. М. Пак, Р. В. Яцейко, А. Р. Коваль, А. А. Вартомо, Я. А. Ерисов, А. Арутюнов, М. В. Калманович, А. Д. Созинов, А. В. Бакаев, А. М. Дриц, С. Г. Равлюк, Н. К. Алгебраистова, А. В. Белый, Д. С. Гуц, В. Л. Макаров, Н. И. Пыжикова, Н. А. Бахова, И. А. Тимофеев, Д. А. Усик, О. В. Чарин, В. Н. Баранов, И. Г. Охоткин, А. Н. Масюгин, В. О. Волик, В. С. Ефимов, П. А. Шестерня, Н. В. Холопова, В. А. Кулешов, Я. Ю. Пикалов, А. В. Минаков

К640 Концепция научно-технологического развития Красноярского края на период до 2035 года : препринт / М. В. Румянцев, С. В. Верховец, Р. А. Барышев [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2023. – 156 с.

ISBN 978-5-7638-4933-2

Концепция разработана коллективом авторов ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» и Фонда «Центр стратегических разработок "Северо-Запад"» (г. Санкт-Петербург) при поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

В создании концепции принимали участие представители университетов, научных организаций, институтов развития, компаний региона, региональных органов исполнительной власти.

**УДК 330.34.014.2(571.51)
ББК 65.291.55(2Рос-4Крн)**

**Электронный вариант издания
см.: <http://catalog.sfu-kras.ru>**

Подписано в печать 25.12.2023. Печать плоская. Формат 60×84/8
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 9,75. Тираж 100 экз. Заказ 20953

Отпечатано Библиотечно-издательским комплексом
Сибирского федерального университета
660041, Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел. (391) 206-26-16; <http://bik.sfu-kras.ru>
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru

ISBN 978-5-7638-4933-2

© Сибирский федеральный университет, 2023

Оглавление

Паспорт концепции.....	5
1. Общие положения.....	6
1.1. Основные понятия, термины и сокращения, используемые в Концепции	7
1.2. Резюме концепции	9
2. Предпосылки новой политики в науке, технологиях и инновациях	12
2.1. Общая характеристика сектора науки, технологий и инноваций в регионе.....	12
2.2. Связь концепции с задачами развития Красноярского края	16
2.3. Потребность экономики в исследованиях и разработках.....	16
2.4. Позиция края в рейтинге научно-технологического развития.....	20
2.5. Внешние макроэкономические и институциональные вызовы	21
3. Целевой образ сектора науки и технологий Красноярского края к 2035 году	25
3.1. Целеполагание и амбиции новой научно-технологической политики.....	25
3.2. Основные принципы научно-технологической политики края	27
4. Приоритеты развития науки и технологий	28
4.1. Флагманские научные проекты	29
4.2. Поддержка перспективных научных школ	93
4.3. Развитие университетской науки – повышение престижа вузов края.....	101
5. Организационные преобразования в управлении наукой.....	106
5.1. Выстраивание новой системы управления наукой.....	106
5.2. Долина науки и технологий – ИНТЦ «Енисейская Сибирь»	110
5.3. Развитие науки и технологий в городах Красноярского края.....	113
5.4. Межрегиональное сотрудничество	117
6. Целевые показатели	119
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. План мероприятий по реализации Концепции	121
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Справочные материалы по флагманским проектам.....	139

Список рисунков

Рисунок 1. Позиция Красноярского края в рейтингах научно-технологического и инновационного развития	9
Рисунок 2. Экспорт-импорт технологий и инвестиции компаний в вузовскую науку....	12
Рисунок 3. Структура миграционного прироста населения Красноярского края в возрасте 14 лет и старше по уровням образования в 2011-2021 гг., чел.	15
Рисунок 4. Детализация рейтинга научно-технологического развития региона по данным Минобрнауки России	20
Рисунок 5. Сопоставление технологических потребностей промышленности и рынка с компетенциями научных организаций Красноярского края	23
Рисунок 6. Возможные варианты инициатив, направленных на развитие конечного потребления алюминия	37
Рисунок 7. Целевая схема управления научно-технологической политикой Красноярского края.....	109

Список таблиц

Таблица 1. Предложения по перечню направлений исследований и разработок для включения в программу деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь»	100
Таблица 2. Участие городов региона в реализации Концепции научно-технологического развития	116
Таблица 3. Целевые показатели концепции.....	119
Таблица 4. План мероприятий по реализации концепции.....	121
Таблица 5. Распределение мероприятий плана по приоритетным источникам финансирования (внебюджетные источники, федеральный и региональный бюджет)	131
Таблица 6. Оценка потенциальных эффектов флагманских проектов.....	139
Таблица 7. Нормативные акты и грантовые программы, в рамках которых возможно привлечение средств	143
Таблица 8. Взаимосвязь флагманских проектов с перечнем критических технологий, сквозных технологий и индустриальными мегапроектами	146
Таблица 9. Реализация индустриальных мегапроектов на территории Красноярского края.....	148
Таблица 10. Оценка уровня технологической готовности флагманских проектов	150
Таблица 11. Связь показателей и мероприятий концепции	154

Паспорт концепции

Основание для разработки	Инициатива Министерства экономики и регионального развития Красноярского края
Разработчики концепции	ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад»
Исполнители мероприятий концепции	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края Агентство развития малого и среднего предпринимательства Красноярского края Министерство образования Красноярского края Министерство сельского хозяйства и торговли Красноярского края Министерство лесного хозяйства Красноярского края Министерство здравоохранения Красноярского края Министерство промышленности, энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Красноярского края Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края Министерство строительства Красноярского края Министерство транспорта Красноярского края Министерство цифрового развития Красноярского края Министерство культуры Красноярского края Агентство труда и занятости населения Красноярского края Министерство социальной политики Красноярского края Министерство спорта Красноярского края Агентство государственного заказа Красноярского края Агентство молодежной политики и реализации программ общественного развития Красноярского края Агентство по развитию северных территорий и поддержке коренных малочисленных народов Красноярского края Агентство по туризму Красноярского края
Цели научно-технологической политики	Создание условий для концентрации сектора науки и технологий региона на направлениях, обеспечивающих решение значимых для Красноярского края и России вызовов социально-экономического развития и технологического суверенитета
Задачи научно-технологической политики	1. Увеличить взаимные выгоды кооперации краевой науки и промышленных компаний, увеличить долю промышленных компаний в формировании краевого пакета заказов на НИОКР, увеличить долю внебюджетных (частных) инвестиций в научные проекты. 2. Обеспечить условия для развития существующих и появления новых высокотехнологичных отраслей (новые рабочие места и источники пополнения бюджета), в том числе в рамках развития экономики данных. 3. Повысить престиж университетов и научных организаций края на российском и международном рынке НИОКР (привлечение талантливых абитуриентов, студентов, аспирантов и научных сотрудников; рост объемов поступлений от грантов, полученных за пределами региона)
Сроки реализации концепции	2023–2035 годы

1. Общие положения

В соответствии с «Основами государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» (утв. Указом Президента Российской Федерации №13 от 16 января 2017 года) главной целью государственной политики регионального развития является обеспечение устойчивого экономического роста и научно-технологического развития региона.

На основании Устава Красноярского края, Стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года (утв. постановлением Правительства Красноярского края № 647-п от 30 октября 2018 года), в соответствии с положениями Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации № 642 от 1 декабря 2016 года), Концепции технологического развития страны до 2030 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации № 1315-р от 20 мая 2023 года), Приоритетными направлениями проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 603 от 15 апреля 2023 года) и Стратегией социально-экономического развития Сибирского федерального округа до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации 129-р от 26 января 2023 года) разработана Концепция научно-технологического развития Красноярского края на 2023–2035 годы (далее – Концепция).

Концепция определяет приоритеты развития сектора науки и технологий в Красноярском крае, раскрывает цели и задачи научно-технологического развития, а также приоритетные направления и механизмы реализации региональной научно-технологической политики на период до 2035 года.

Концепция направлена на обеспечение координации действий органов исполнительной власти Красноярского края, органов местного самоуправления муниципальных районов и городских округов Красноярского края, образовательных организаций, научного сообщества, общественных и иных организаций, в целях научно-технологического развития Красноярского края для решения стратегических задач краевой экономики, а также повышения вклада края в решение приоритетных задач научно-технического развития страны.

Концепция является основой для дальнейшей разработки нормативных правовых актов Красноярского края и документов организационного и методического характера, направленных на развитие сектора науки, технологий и инноваций в Красноярском крае.

1.1. Основные понятия, термины и сокращения, используемые в Концепции

В настоящей Концепции используются следующие основные понятия, термины и сокращения:

- научно-технологическое развитие – трансформация науки и технологий в ключевой фактор развития области и обеспечения её способности эффективно отвечать на вызовы.
- вызовы – объективно требующая реакции со стороны органов власти (системы управления) края совокупность проблем, угроз и возможностей, сложность и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены, устранены или реализованы исключительно за счёт увеличения ресурсов.
- приоритеты научно-технологического развития – важнейшие направления научно-технологического развития области, в рамках которых создаются и используются технологии, реализуются решения, наиболее эффективно отвечающие на вызовы, и которые обеспечиваются в первоочередном порядке кадровыми, инфраструктурными, информационными, финансовыми и иными ресурсами.
- АПК – агропромышленный комплекс.
- АСУ ТП – автоматизированные системы управления технологическим процессом.
- БАС – беспилотные авиационные системы.
- БПЛА – беспилотные летательные аппараты.
- ВИЭ – возобновляемые источники энергии.
- ГМК – горно-металлургический комплекс.
- ГОК – горно-обогатительный комбинат.
- ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли.
- ИИ – искусственный интеллект.
- ИНТЦ – инновационный научно-технологический центр.
- КНТП – комплексная научно-технологическая программа.
- ЛПК – лесопромышленный комплекс.
- МОЭМС – микрооптоэлектромеханические системы (Micro-Optical-Electro Mechanical Systems, MOEMS). В отличие от МЭМС они включают оптику и работают с оптическими сигналами.
- МЭМС – микроэлектромеханические системы, это сенсоры и актуаторы, изготовленные преимущественно на основе кремния с использованием групповых методов обработки на основе технологий микроэлектроники.
- НДТ – наилучшая доступная технология.
- НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.
- НОЦ – научно-образовательные центры мирового уровня.
- ПО – программное обеспечение.
- РИД – результат интеллектуальной деятельности.

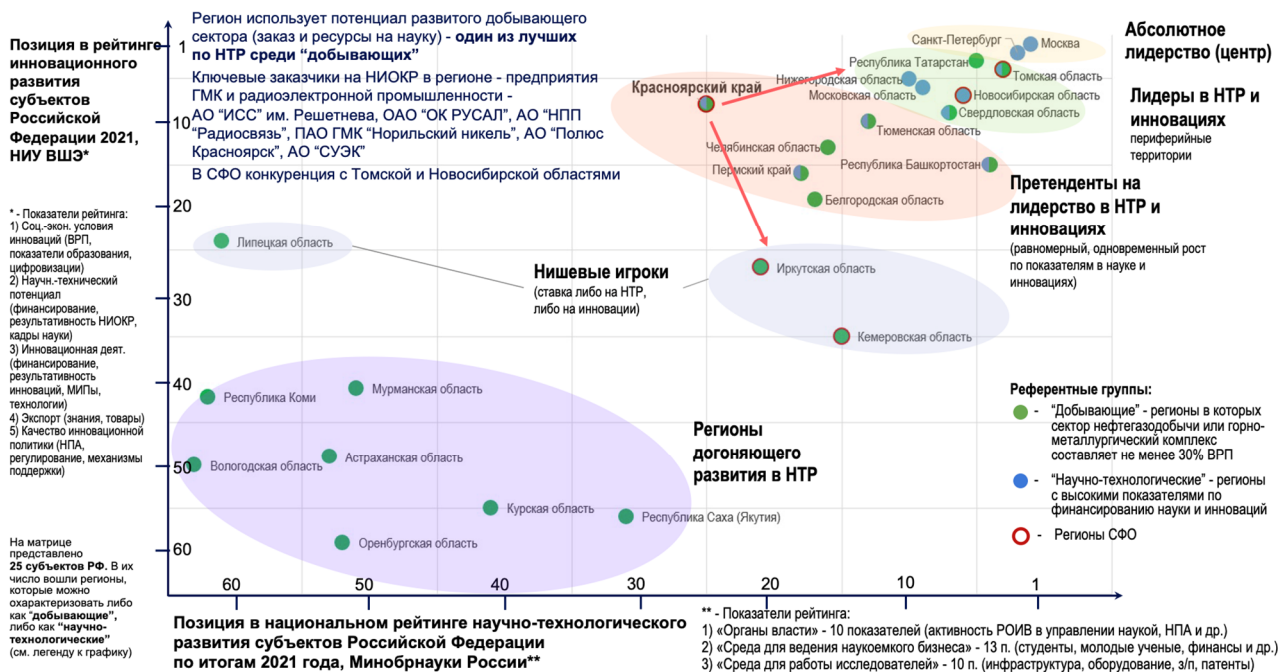
- СФО – Сибирский федеральный округ.
- ТИМ – технологии информационного моделирования (аналог BIM – building information model), используются для создания информационных моделей объектов капитального строительства¹.
- ТЭК – топливно-энергетический комплекс.
- ФНТП – федеральная научно-техническая программа.
- ЭКБ – электронная компонентная база.
- CAGR – среднегодовой темп роста (Compound annual growth rate).
- ESG – экологическое, социальное, корпоративное управление.
- IoT – интернет вещей (Internet of things).
- R&D – исследования и разработки (Research and development), НИОКР.
- TRL – уровень готовности технологии (Technology Readiness Level).

¹ Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431.

1.2. Резюме концепции

В течение последних нескольких лет Красноярский край демонстрирует устойчивое социально-экономическое развитие, которое сопровождается равномерным ростом сектора науки, технологий и инноваций. Благодаря этой положительной динамике Красноярский край входит в группу регионов – «претендентов на лидерство» по уровню научно-технологического развития (см. рис. 1).

Рисунок 1. Позиция Красноярского края в рейтингах научно-технологического и инновационного развития



Источник: ЦСР Северо-Запад

В то же время, несмотря на высокое положение по уровню научно-технологического развития, если не предпринять ряд действий по наращиванию и трансформации сектора науки и технологий, есть риск утраты достигнутых позиций. Переход в группу лидеров возможен при условии устранения разрывов по спектру показателей, таких как: доля инновационных товаров, продукция высокотехнологичных отраслей, доля занятых в НИОКР, затраты предпринимательского сектора, инфраструктура НИОКР и инноваций, затраты региона на науку и инновации. Эти дефициты традиционны для регионов с развитым добывающим сектором. И для их устранения руководству региона предстоит реализовать ряд нестандартных решений, резко масштабировать ранее накопленные достижения и преодолеть негативные тенденции.

Красноярский край в настоящее время – крупный регион потребления знаний. При этом регион потребляет технологий намного больше, чем создаёт: импорт превышает экспорт технологий в 21 раз.

Основные заказчики на НИОКР: по задельным исследованиям – государство, а по прикладным тематикам – горно-металлургический комплекс, нефтегазовый сектор,

спутникостроение. Но промышленность размещает заказ на НИОКР преимущественно за пределами региона. Сложился замкнутый круг – местная наука не растёт, т.к. промышленность не инвестирует, а промышленность не инвестирует, т.к. наука не растёт. Концепция направлена на изменение сложившейся ситуации.

Аудит потребностей региональной экономики, который был выполнен в рамках разработки Концепции, выявил по меньшей мере 42 крупных блока запросов на технологии. Эти потребности формируются в ключевых отраслях экономики Красноярского края. Именно они стали центральным объектом настоящей концепции. При этом следует отметить, что помимо потребностей промышленности Концепция также учитывает потенциал развития в регионе задельных направлений (в том числе в формате фундаментальной науки), которые пока ещё не имеют явных заказчиков.

Среди ключевых вызовов научно-технологического развития Красноярского края – низкий уровень внедрения РИД и отток высококвалифицированных кадров. Научные исследования слабо конвертируются в патенты. Присутствует существенный отток людей с высшим образованием. Имеется также проблема разрозненности и несогласованности финансирования из государственных источников. Сформированная на предыдущем шаге развития система финансирования науки и технологий позволяла решать определенные задачи в этом секторе. Но следующим шагом должна стать концентрация финансирования на наиболее значимых направлениях развития науки и технологий, актуальность которых определяется новой повесткой дня. Концепция научно-технологического развития – это способ создать условия для фокусировки сектора науки и технологий региона на тех направлениях, которые обеспечивают ответ на значимые для Красноярского края и России вызовы социально-экономического развития и технологического суверенитета, прежде всего обозначенные в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и Концепции технологического развития Российской Федерации.

Для решения задач следующего этапа развития научно-технологический сектор должен пройти организационную трансформацию по трем приоритетным направлениям действий: реализация флагманских и перспективных научных проектов, поддержка перспективных научных школ, развитие университетской науки.

Новая политика научно-технологического развития Красноярского края, обозначенная в настоящей концепции, предполагает интенсивное вовлечение региональных компаний крупного, среднего и малого бизнеса, а также некоммерческого сектора региона в решение задач науки и технологий. Настоящая концепция во многом опирается на ресурсы и возможности промышленных компаний. Приоритет государственной поддержки будет отдан тем проектам, которые решают важные федеральные и региональные задачи при заинтересованном участии и софинансировании со стороны ключевых стейкхолдеров края, таких как «Норильский Никель», «РУСАЛ», «Полюс», «Росатом» («ГХК»), «Роскосмос» (АО «Решетнёв»), ФМБА, НПП «Радиосвязь» и ряд других. Реализация мероприятий

Концепция опирается в том числе на механизм промышленных мегапроектов, предусмотренных к реализации в рамках Концепции технологического развития России², и соответствующие им флагманские (стратегические) проекты в области науки и технологий. При этом формирование перечня флагманских проектов базировалось на анализе имеющихся в регионе научных школ.

Реализация проектных инициатив концепции потенциально может сформировать в регионе более 6 тыс. новых рабочих мест и повысить внутренние затраты на НИОКР на 4 и более млрд в год.

Флагманские проекты с высоким потенциалом, к которым относятся промышленные биотехнологии, исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга, технологии применения алюминия, технологии городского АПК (сити-фермерство), технологии микроэлектроники, сформируют новые сектора экономики края, а также позволят ускорить решение многих задач, имеющих приоритетное значение для повышения качества жизни населения и роста объема экономики края.

² Подробнее сопоставление флагманских проектов и мегапроектов представлено в Справочных материалах к Концепции (Приложении № 2).

2. Предпосылки новой политики в науке, технологиях и инновациях

2.1. Общая характеристика сектора науки, технологий и инноваций в регионе

Красноярский край обладает развитым и постоянно растущим в размерах сектором исследований и разработок. В 2021 году общий объем внутренних затрат на научные исследования и разработки в Красноярском крае составил 29,6 млрд руб. По этому показателю научный сектор вырос в 1,7 раза за период с 2015 года и в 10 раз за период с 2000 года. Одновременно с ростом финансирования постоянно увеличивается численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками: в 2010 г. его численность составила 6 475 чел., в 2021 г. – 8 563 чел. Растёт и число организаций, выполнявших научные исследования и разработки: 2010 г. – 54 организации, 2021 г. – 70 организаций. В то же время за последние 13 лет в регионе снизился уровень инновационной активности организаций (с 10 % в 2010 году до 7 % в 2021 году).

Красноярский край – богатый ресурсами сырьевой регион страны, который формирует запрос на широкий спектр научных знаний (преимущественно на исследования и разработки в области технических наук – около 92 % всего объема внутренних затрат на исследования и разработки и 77 % всей численности исследователей края). Но, несмотря на это, регион потребляет технологий намного больше, чем создаёт: импорт технологий превышает экспорт в 21 раз³.

Рисунок 2. Экспорт-импорт технологий и инвестиции компаний в вузовскую науку



³ По данным на 2021 год, импорт технологий по стоимости предмета соглашения составил 83,5 млн долл., а экспорт – 3,9 млн долл.

Региональные научные организации не являются основными поставщиками знания для крупных местных компаний. При общем бюджете развития (включая НИОКР) десяти крупнейших компаний Красноярского края в размере 55 млрд руб. (2021 г.), совокупный объём внутренних затрат на НИОКР, выполняемых в Красноярском крае, составляет 29,5 млрд руб., из них 25 % (или 7,3 млрд руб.) приходится на средства компаний с государственным контролем. То есть лишь около 15 % своего бюджета развития (включая НИОКР) красноярские компании тратят на исследования и разработки в пределах региона. Средняя цена договора НИОКР между крупной компанией и региональным вузом в годовом измерении составила в 2022 году – 44 млн руб. (относительно более благоприятной была ситуация только в космической промышленности: АО «Решетнёв» направлял в расчёте на одну научную организацию в 2022 году в среднем 141 млн руб.). Это значительно меньше финансирования лидерских центров не только в мире, но и в России. Наука остаётся недофинансированной.

К числу поставщиков новых знаний и технологий в самом Красноярском крае относятся 10 вузов (Сибирский федеральный университет; Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.Ф. Решетнёва; Красноярский государственный аграрный университет; Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого; Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева; Сибирский государственный институт искусств имени Дмитрия Хворостовского; Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского; Сибирский институт бизнеса, управления и психологии; Сибирская пожарно-спасательная академия; Сибирский юридический институт МВД Российской Федерации), а также научные институты: Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» (ФИЦ КНЦ СО РАН), включающий 9 обособленных подразделений, 1 филиал в форме научно-исследовательского института и также обособленное подразделение – конструкторское бюро; Красноярский филиал Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН (КрФ ИТ СО РАН); Федеральный Сибирский научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства России (ФСНКЦ ФМБА России).

На федеральном уровне Красноярский край выделяется своей научной специализацией, характерной для добывающих регионов, но с фокусом на климатические исследования и разработки. Тематическая направленность фундаментальных и прикладных исследований соответствует промышленному профилю региона (металлургия, машиностроение, энергетика, медицинские и биотехнологии, агрохимия), развиты исследования в области биофизики, радионавигации, лесоведения, экологии вычислительного моделирования.

В настоящее время запрос на исследования и разработки трансформируется. Если в предыдущие 10 лет с 2000 по 2011 гг. именно фундаментальные исследования росли самыми быстрыми темпами в региональной науке (в среднем 27,1 % в год), то теперь происходит усиление разворота науки края от научно-исследовательских к опытно-конструкторским работам: на протяжении последних 10 лет с 2011

по 2021 гг. средние темпы роста внутренних затрат на разработки составляли 17,5 %, в прикладных исследования – 3,3 %, в фундаментальных исследованиях – 7,4 %.

Финансирование науки в Красноярском крае растет темпами, опережающими средние показатели в СФО и Российской Федерации: в 2011–2021 гг. среднегодовой рост составил 12,2 % против 8,9 % в СФО и 7,9 % в Российской Федерации. В борьбе за ресурсы Красноярскому краю ещё предстоит сделать рывок для выхода из группы претендентов на лидерство в группу регионов – лидеров научно-технологического развития, поэтому важно не утратить темп, набранный в предыдущие 10 лет.

За последние 15 лет (2005–2020 гг.) доля предпринимательского сектора в финансировании краевой науки снизилась, в то время как доля государства росла. Доля финансирования науки со стороны государственных компаний выросла – с 9,4 % в 2005 году до 15 % в 2020 г. Местные компании заинтересованы в сотрудничестве в области исследований и разработок с более сильными научными организациями, расположенными в ведущих центрах России (Москве, Санкт-Петербурге) и других стран. В последние годы процесс локализации заказа на исследования, разработки и инженерные услуги в Красноярском крае всё же получил развитие. К реализации планов размещения и развития НИОКР-подразделений приступили компании ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ГМК «Норильский никель», АО «РУСАЛ» и другие.

Крупные компании, ведущие деятельность в регионе склонны выполнять НИОКР внутри организации. Инновационный процесс в регионе носит закрытый характер: 30 % взаимодействий происходит внутри группы компаний. И лишь 20 % фирм участвуют в распространении инноваций, продавая их клиентам. Ещё более слабыми являются межсекторальные взаимодействия фирм и их связи с инновационной инфраструктурой: только 17 % компаний в 2022 году взаимодействовали с бизнес-инкубаторами, 13 % – с органами государственного управления по вопросам финансирования инноваций. Только 4 % компаний имеют опыт взаимодействия со стартапами и спин-оффами университетов⁴.

Красноярский край обладает развитой инновационной инфраструктурой, которая предназначена для коммерциализации результатов научных исследований и технологических разработок. Она представлена как региональными институтами развития, так и присутствующими на территории региона федеральными институтами развития (Инновационный центр «Сколково», Российский научный фонд, РОСНАНО, Российская венчурная компания, Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства, Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий, Российский фонд развития информационных технологий, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Фонд инфраструктурных и образовательных программ).

⁴ Экономика Красноярского края: развитие отраслей на основе трансфера знаний и технологий: монография / С.А. Самусенко, Т.С. Зимнякова, Е.Б. Бухарова [и др.]; науч. рук. Е. Б. Бухарова; науч. ред. С. А. Самусенко. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. 208 с. (Исследование 142 компаний Красноярского края (телефонные интервью) и данные онлайн-опроса 97 работников академической сферы Сибирского федерального округа.)

На территории края действуют два бизнес-инкубатора (региональный и городской), 5 промышленных (индустриальных) парков, особая экономическая зона «Красноярская технологическая долина», институт финансовой поддержки НИОКР (Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности), а также институты, обеспечивающие в числе иных мер поддержки предприятий поддержку инновационной деятельности (центр поддержки предпринимателей, центр кластерного развития). К инновационной инфраструктуре можно отнести центры трансфера технологий вузов и научных организаций: они созданы и активно работают в Сибирском федеральном университете, Сибирском государственном университете им. М.Ф. Решетнёва, Красноярском государственном аграрном университете, Федеральном исследовательском центре «Красноярский научный центр СО РАН».

Красноярский край, как индустриальный регион с выраженной ресурсной специализацией, формирует спрос на кадры, соответствующий своему промышленному профилю. В то же время имеется и спрос на кадры для НИОКР, который формируется отраслями базовых секторов экономики, в т.ч. добывающей промышленностью, цветной металлургией, машино- и приборостроением. Спрос на инженерные кадры растёт в добывающей и обрабатывающей промышленности региона, производстве лекарственных средств, производстве спутников, радиотехники и электрооборудования, прочих транспортных средств и оборудования. Снижается – в металлургии и машиностроении. Реализация концепции позволит создать более 6 тыс. новых рабочих мест в научно-производственном секторе экономики – это уровень, который необходим для запуска глубокой структурной трансформации экономики края, его вхождения в число лидеров научно-технологического развития страны.

Красноярский край является трудодефицитным регионом с низким уровнем безработицы и низкой напряжённостью на рынке труда. В силу сложившегося дисбаланса спроса и предложения в отношении кадров рабочих профессий и сферы обслуживания на рынке труда (выпуск вузами квалифицированных кадров для разных отраслей) регион в последние 12 лет активно теряет трудоспособное образованное население – миграционный отток формируется преимущественно за счёт специалистов с высшим образованием и учёными степенями⁵.

Рисунок 3. Структура миграционного прироста населения Красноярского края в возрасте 14 лет и старше по уровням образования в 2011–2021 гг., чел.



⁵ Миграционная убыль населения с высшим образованием в 2011–2021 гг. составила 10 052 чел.

Обеспеченность Красноярского края кадрами НИОКР низкая не только по отношению к регионам – лидерам научно-технологического развития, но и по сравнению со среднероссийским уровнем и средними значениями по СФО. В структуре кадров научной сферы доля исследователей, в том числе обладающих учёными степенями, невысока. Начиная с 2010 г. система вузовской подготовки региона потеряла более трети занятых. Численность аспирантов и докторантов сокращается, падает результативность подготовки научных кадров. Сложившиеся уровень и структура обеспеченности региона кадрами НИОКР ограничивает возможность реализации прорывных проектов. Сохранение сложившихся тенденций может привести к потере регионом устойчивых позиций в сфере подготовки исследовательских кадров и, как следствие, к выбыванию из числа субъектов Российской Федерации с высоким уровнем научно-технологического развития.

2.2. Связь концепции с задачами развития Красноярского края

Документы нормативно-правового регулирования и стратегического планирования, принятые на региональном уровне, фиксируют цели и задачи развития экономики и промышленности региона с опорой на сектор науки и технологий.

В стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года (утв. постановлением Правительства Красноярского края от 30 октября 2018 года № 647-п) зафиксирована цель по превращению Красноярского края в глобальный конкурентоспособный центр промышленных инноваций с высокой долей высокотехнологичных отраслей и экономикой нового технологического уклада.

Законом Красноярского края от 1 декабря 2011 г. № 13-6629 «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в Красноярском крае» зафиксирована направленность на стимулирование экономического роста и конкурентоспособности экономики края на основе развития и эффективного использования специализации и кооперации субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности, координации и регулирования инновационной деятельности органами государственной власти края, органами местного самоуправления при активном участии профессиональных, общественных и иных организаций и их объединений.

Эти и другие задачи выступают источником для формирования запросов к системе научно-технологического развития Красноярского края.

2.3. Потребность экономики в исследованиях и разработках

Промышленность – значимый заказчик на исследования и разработки в Красноярском крае. Несмотря на высокую изученность основных технологий, востребованных в производственном цикле промышленных компаний края, запрос на новые исследования и разработки сохраняет актуальность. Конкурентная ситуация и технические условия постоянно меняются, и это формирует новый запрос на науку и технологии от промышленности края.

2.3.1. Потребность промышленности в технологиях

В рамках разработки Концепции были проведены интервью с представителями предприятий промышленности и других отраслей Красноярского края, а также выполнен анализ материалов, предоставленных этими организациями. По итогам был сформирован перечень из более чем 40 направлений проведения исследований и разработок, в которых предприятия испытывают потребность. Они были сгруппированы в несколько основных тематических блоков:

1. Добыча нефти и газа: потребность в гибридных методах геологоразведки, повышении рентабельности месторождений (в том числе за счёт добычи редких материалов и редкоземельных металлов), передовых решениях в искусственном интеллекте.
2. Производство алюминия: запрос на производство новых видов продукции из алюминия; технологии снижения выбросов и переработки отходов; на разработку методик оценки углеродного следа; технологии вторичной переработки алюминиевого сырья; развитие технологий производства, в том числе высокоамперных технологий; цифровые технологии, передовые технологии литья и производства сплавов, в том числе литья под высоким давлением; технологии повышения эффективности добычи и переработки нефелинового сырья и каолиновых глин; технологии реинжиниринга оборудования и запасных частей, включая микроэлектронные компоненты, контроллеры и другие.
3. Добыча и производство золота и других драгоценных металлов: запрос на развитие новых технологий добычи и переработки (био-, автоклавных и других) и на подготовку кадров для перехода на работу с упорными рудами; потребность в технологиях извлечения золота из отвалов и утилизации отходов обогащения, технологиях производства лигатур, используемых при очистке золота.
4. Добыча и переработка угля: необходимы научные и технологические решения в снижении стоимости технологий «Индустрии 4.0» (датчики и системы автоматизации), их микроэлектронных компонентов; технологий обеспечения безопасности на месторождении; технологий глубокой переработки угля, включая производство карбонового волокна, малолюдных технологий добычи угля в условиях постоянных низких температур, технологии поддержания портов в незамерзающем состоянии и других.
5. Добыча и производство никеля и других цветных металлов: реинжиниринг оборудования и запасных частей для обеспечения стабильности работы действующих производств; новые энергетические и энергоэффективные решения; технологии переработки руд с низким содержанием ценных компонентов; технологии эффективной очистки попутных вод и обезвреживания токсичных отходов, а также разработка прикладных научных методов рекультивации загрязнённых территорий; технологии проектирования и разработки конечной продукции с применением редких и редкоземельных металлов.

6. Космическая индустрия: востребованы новые производственные технологии, в том числе технологии серийного производства спутников; технологии производства изделий из полимерных материалов; создание наноспутников на отечественной элементной базе; технологии взаимодействия спутников и ДЗЗ; аддитивные технологии.
7. Атомная промышленность: потребность в развитии технологии переработки отходов промышленного производства, включая технологии выделения полезных материалов, разработки замкнутого ядерного топливного цикла; в технологиях обратного инжиниринга оборудования, запасных частей и комплектующих.
8. Лесная и лесоперерабатывающая промышленность: запрос на реинжиниринг оборудования, запасных частей и комплектующих к нему, а также технологий, используемых в лесозаготовке, деревообработке и целлюлозно-бумажном производстве; технологии производства химических веществ для отбеливания бумаги; системы удалённого мониторинга состояния лесов; селекция и семеноводство для лесоразведения.
9. Агропромышленный комплекс: технологии точного земледелия; решения в области химии и удобрений, адаптированных под местные условия; технологий сельскохозяйственного машиностроения; гидропоника и аэропоника; передовые производственные технологии и системы автоматизации для пищевой промышленности; технологии синтетической биологии.
10. Медицина: диагностика нейродегенеративных процессов; новые лекарственные средства и технологии их производства; аддитивные медицинские технологии; цифровая трансформация здравоохранения; удалённые методы реабилитации и абилитации.

Обозначенные задачи в сфере науки и технологий являются ключевыми объектами фокусировки настоящей концепции научно-технологического развития Красноярского края. Их решение силами региональных научных организаций открывает возможности для локализации существенной части НИОКР в Красноярском крае.

2.3.2. Новые рынки и запрос на высокотехнологичные рабочие места

Запрос на новые рабочие места для растущей региональной экономики обусловлен двумя обстоятельствами: 1) базовый сектор более не способен обеспечивать существенный рост регионального рынка труда; 2) имеющиеся в регионе компетенции и ресурсы позволяют претендовать на создание производств для новых рынков.

Однако, несмотря на то что сегодня Красноярский край является крупным рынком труда (12-е место по величине в Российской Федерации и 4-е место за Уралом) с большими возможностями для развития, одной из ключевых проблем остаётся негативная тенденция оттока высококвалифицированных кадров. Эта проблема существенным образом ограничивает возможности края для расширения

высокотехнологичной экономики. Именно создание комфортных и привлекательных условий жизни и труда для высококвалифицированных кадров будет находиться в фокусе внимания экономической и социальной политики края на долгосрочную перспективу.

Задачи, которые стоят перед секторами экономики, требуют соответствующего масштаба кадровой политики и системного развития научно-технологического и инновационного сектора экономики. Необходимо создание сомасштабных задачам исследовательских центров и экосистем компаний, решающих инновационные задачи в значимых для промышленности региона отраслях.

С учетом того, что передовая наука развивается опережающими темпами преимущественно в крупных городах⁶, приоритетной становится задача по развитию и увеличению численности Красноярской агломерации (с текущих 1,4 млн чел. до 2 млн чел. в долгосрочной перспективе), а также задача по повышению привлекательности жизни в основных научно-производственных центрах края, прежде всего в Железногорске, Норильске, Зеленогорске и Лесосибирске.

Компетенции и ресурсы Красноярского края открывают возможности для выхода на новые рынки. Это рынки новых наукоёмких сырьевых биржевых товаров (таких как карбоновое волокно, промышленный литий, редкоземельные металлы), рынки обслуживающего машиностроения (включая высокотехнологичные и наукоёмкие техническое обслуживание и ремонт) и технологических сервисов (различных цифровых сервисов, беспилотных авиационных систем, нефтегазовых сервисов, технологий информационного моделирования для строительства), а также рынки продукции высоких переделов (алюминиевые конструкции в строительстве, алюминиевые корпусные решения в машиностроении, микроэлектроника, малые и наноспутники, литиевые батареи и другие) и услуги (комплексные космические информационные сервисы, широкое использование результатов космической деятельности).

Компетенции и ресурсы Красноярского края также востребованы для решения задач, значимых в масштабах всей страны и за её пределами. Решение этих задач потребует создания сектора экономики с большим числом рабочих мест и заказов на НИОКР. К таким задачам относятся: экологический мониторинг и защита окружающей среды (включая научные решения вопросов загрязнённости воздуха в городах Красноярск и Норильск, вопросов деградации почв при разработке полезных ископаемых, вопросов других видов загрязнений), освоение территорий Арктики (и связанные с этим исследования и разработки, в том числе в аграрной промышленности, производственных технологиях и других сферах), обеспечение транспортно-логистической связанности региона и страны.

Но для решения этих задач региону потребуется более 6 тысяч высококвалифицированных специалистов только в перспективе до 2030 года. Преодоление этого уровня запустит механизмы трансформации экономики края, которая будет сопровождаться ростом

⁶ “Эффект Мэтью”: центр растёт быстрее периферии.

объёмов внутренних затрат на исследования и разработки, а также ростом высокотехнологичных расходов предприятий на территории края.

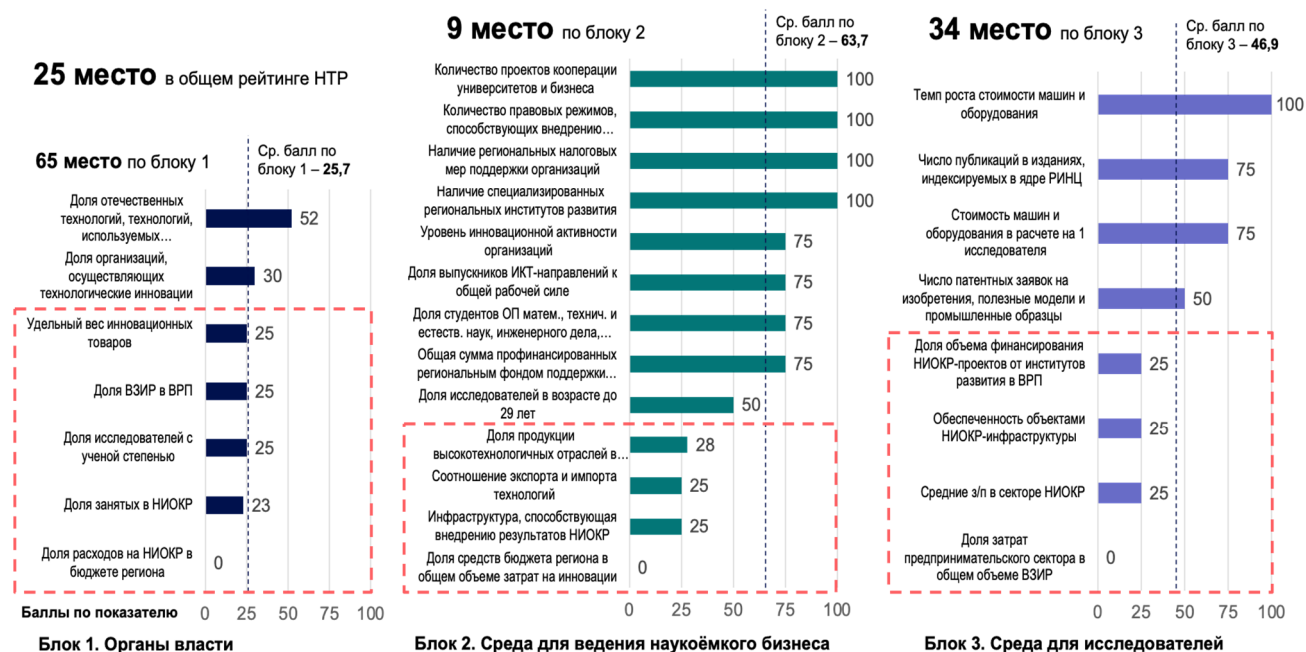
2.4. Позиция края в рейтинге научно-технологического развития

В Национальном рейтинге научно-технологического развития регионов России от 2022 года (по данным за 2021 г.) Красноярский край занял 25-е место. Расположенные рядом Иркутская и Кемеровская области имеют более высокие позиции: 21-е и 15-е места соответственно. В рейтинге от 2023 года (по данным за 2022 г.) Красноярский край улучшил свои позиции и переместился на 21-е место. Иркутская и Кемеровская области также улучшили свои позиции и заняли 18-19-е и 13-е места соответственно.

Особенно заметно отставание Красноярского края по показателям: «Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг» (47-е место среди субъектов Российской Федерации в 2022 году), «Доля исследователей, имеющих учёную степень» (57-е место), «Доля организаций, осуществляющих технологические инновации» (57-е место), «Уровень инновационной активности организаций» (58-е место), «Доля продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей в ВРП» (77-е место). Такие позиции являются следствием сложившейся структуры экономики региона, а именно доминированием сырьевых отраслей. В то же время такой набор показателей диктует долгосрочную направленность научно-технологической политики Красноярского края – улучшение этих показателей позволит повысить устойчивость и конкурентоспособность сектора науки и технологий Красноярского края.

Рисунок 4. Детализация рейтинга научно-технологического развития региона по данным Минобрнауки России

Ключевые дефицитные зоны по показателям: инновационные товары, продукция высокотехнологичных отраслей, доля занятых в НИОКР, затраты предпринимательского сектора, инфраструктура НИОКР и инноваций



Проводимые мероприятия по улучшению позиций в научно-техническом рейтинге демонстрируют рост ряда важных показателей. В регионе удалось нарастить численность организаций и персонала, ведущих НИОКР, растут объёмы финансирования затрат на НИОКР, увеличивается объём инновационных товаров, работ, услуг. В дальнейшем предстоит существенным образом нарастить долю научно-исследовательской деятельности в ВРП: в 2021 г. она составляла 1,9 %, что более чем в 2 раза ниже средних значений по субъектам Российской Федерации (4,3 %) и на 40 % ниже среднего значения по регионам Сибирского федерального округа (2,7 %).

Кроме того, на протяжении нескольких лет с 2018 года Красноярский край опережает средний уровень Сибирского федерального округа по коэффициенту изобретательской активности (в 2021 году – 1,16 в Красноярском крае против 1,12 в СФО). Также более высокий уровень регион имеет по показателю доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП – 0,98 % в 2021 г. у Красноярского края против 0,96 % в среднем у регионов СФО. Хотя в целом данный уровень является низким и недостаточным для структурной трансформации экономики.

2.5. Внешние макроэкономические и институциональные вызовы

2.5.1. Новая архитектура рынка знаний и технологий

До 2022 года на протяжении 30 лет генеральным трендом была глобализация экономики и интеграция российских предприятий в международные технологические цепочки. Интеграция в мировые рынки обеспечивала рост экспорта и приток инвестиций. Вслед за иностранными инвесторами в страну шли поставщики технологий, которые поставляли оборудование и предоставляли российским компаниям высокотехнологичные сервисы, опираясь на собственные научные центры. Как следствие, в ряде секторов экономики, включая добывающую промышленность, российские научные институты перестали быть поставщиками научного знания и передовых технологических решений. Местные научно-исследовательские организации стали зависимыми от иностранного оборудования, программного обеспечения и иностранных технических решений.

На федеральном уровне в 2023 году начата работа по обновлению Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации⁷, а также завершена разработка Концепции технологического развития России на период до 2030 года⁸. В рамках Концепции технологического развития России сформулированы новые задачи технологического развития для субъектов Российской Федерации, включая:

⁷ Соответствующее поручение было дано на прошедшем 8 февраля 2023 г. Совете при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

⁸ Распоряжение от 20 мая 2023 года № 1315-р.

формирование научно-производственных кластеров, развёртывание необходимой инфраструктуры, поддержку малых и средних технологических компаний, поддержку развития различных форм объединения научно-технологической и производственной деятельности, реализацию собственных региональных научно-технологических программ, создание инновационных научно-технологических центров и иных форм преференциальных режимов для технологического развития, подготовку инженерных и рабочих кадров.

Помимо обновления содержания и состава документов планирования науки и технологий верхнего уровня, произошёл и ряд других изменений. В 2022 году весь научный бюджет собран в единую государственную программу. Активизировалась пересборка перечня институтов развития. Усилилась интеграция экосистемы государственных организаций в цифровой среде (прежде всего выход в масштабирование платформы «ГосТех»). В целях вовлечения исследователей в решение важнейших задач развития общества и страны до 2031 года в Российской Федерации объявлено Десятилетие науки и технологий⁹.

Изменения начала 2020-х годов привели и к изменению предметных приоритетов научно-технологической политики страны на разных уровнях. В том числе сформировался запрос на исследования и разработки в целях климатической политики¹⁰, обострились задачи продовольственной безопасности, технологического суверенитета промышленных компаний, развития отечественной медицинской науки, а также задачи повышения транспортной связанности и создания благоприятных равных условий для развития территорий края. Все эти задачи требуют развития сектора исследований и разработок, инфраструктуры инноваций и перезагрузки научно-технологической политики края в целом.

2.5.2. Существенная трансформация глобальных рынков

За последние 5–10 лет в мировой и российской экономике наметились тенденции, которые ведут к глубокому переформатированию рынков товаров и услуг, а также связанных с ними рынков НИОКР. К таким тенденциям следует отнести:

- тотальную цифровизацию и роботизацию: с середины 2010-х годов цифровизация приобрела масштаб повсеместного изменения технологических и бизнес-процессов. На глобальном уровне это привело к реорганизации цепочек поставок, в том числе под влиянием процесса формирования технологических платформ и цифровых экосистем поставщиков. Цифровизация производств открывает возможности для внедрения безлюдных технологий. Существенный элемент цифровизации промышленности – бизнес-

⁹ В том числе в Красноярском крае утверждён региональный план основных мероприятий (распоряжение Правительства Красноярского края от 28.12.2022 № 1015-р).

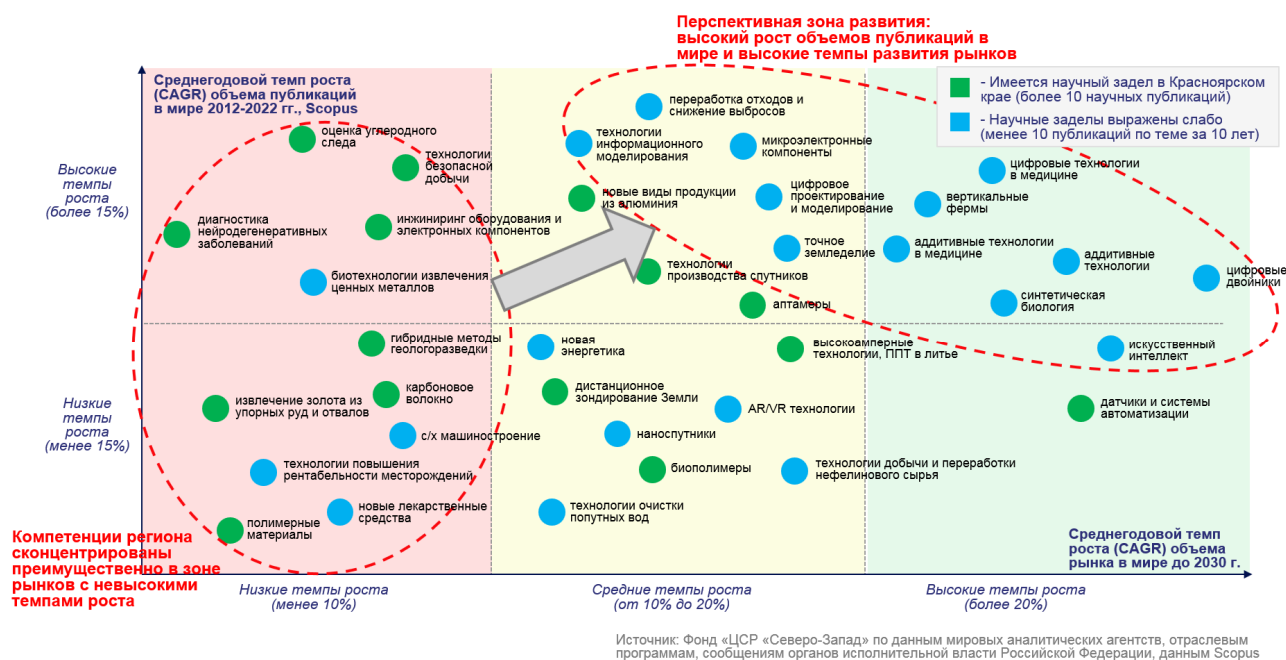
¹⁰ Утверждена Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р) и ряд других связанных с ней нормативных правовых актов.

процесс «цифровой сертификации» высокотехнологичного оборудования. Помимо этого, вслед за цифровизацией приходит следующее поколение решений, основанных на искусственном интеллекте;

- зелёный энергопереход: внедрение технологий, направленных на обеспечение перехода к безуглеродной или низкоуглеродной экономике, а также к снижению других видов негативного воздействия деятельности человека на окружающую среду;
- автономизацию технологических цепочек: пандемия 2020 года и ухудшение глобальной геополитической обстановки сформировали запрос на локальные научно-производственные кластеры, снижение зависимости стран от аутсорсинга критически важных технологий из-за рубежа. Для Российской Федерации и входящих в её состав регионов ориентация на технологический суверенитет имеет особенное значение.

Вопрос формирования новых отраслей и рынков остаётся в федеральной повестке дня. В частности, идет активная проработка архитектуры и мер поддержки формируемой отрасли беспилотных авиационных систем (БАС), производства комплектующих и конечных изделий нового поколения для оборонно-промышленного комплекса, активизировались процессы по развитию индустрии производства электромобилей и компонентов для них (в том числе лития для аккумуляторных батарей), развития спутниковой промышленности, мощный импульс получил рынок генетических исследований и разработок, внедряется ряд мер поддержки других высокотехнологических рынков.

Рисунок 5. Сопоставление технологических потребностей промышленности и рынка с компетенциями научных организаций Красноярского края



Собранные в рамках разработки концепции технологические запросы предприятий промышленности Красноярского края указывают на обширные возможности экономики региона расти как на зрелых, так и на новых быстрорастущих рынках. В настоящее время компетенции региона сконцентрированы преимущественно в зоне рынков с невысокими темпами роста. Но перспективная зона развития связана с формированием специализации в направлениях, которые быстро растут как научные и рыночные области.

Ближайшие несколько лет, несмотря на глобальный кризис международных отношений и негативные макроэкономические тенденции, ряд отраслей промышленности Красноярского края сохранит высокую инвестиционную привлекательность, причём не только в части инвестиций в производственные переделы, но и в части инвестиций в реализацию научных исследований и технологических разработок. В частности, развитие «чистых технологий» (cleantech), обусловленных принятием стратегий зелёного перехода во многих странах мира, привело к росту спроса на редкие металлы, включая литий, кобальт, никель (объём рынка этих металлов за 5 лет с 2017 года вырос в мире в 2 раза и достиг 320 млрд долл.), а также ряд других металлов. Полученные доходы могут быть направлены как на повышение эффективности добычи, так и на разработку конечной продукции. С учётом добычи и производства этих металлов на территории Красноярского края перед экономикой региона открывается окно возможностей дальнейшего роста: если инвестировать в науку и технологии, обеспечивающие этот рост, то край получит рост высокотехнологичных секторов экономики на долгосрочную перспективу.

3. Целевой образ сектора науки и технологий Красноярского края к 2035 году

Концепция отвечает специфике экономики региона, соответствует особенным задачам территории. Благодаря наличию значительных ресурсов развития, сосредоточенных в компаниях края, а также включённости организаций региона в решение специфических, но масштабных научно-технологических задач, Красноярский край претендует на вхождение в число национальных лидеров рынка НИОКР.

3.1. Целеполагание и амбиции новой научно-технологической политики

Основная цель новой научно-технологической политики края – создание условий для концентрации сектора науки и технологий региона на направлениях, обеспечивающих решение значимых для Красноярского края и России вызовов социально-экономического развития и технологического суверенитета.

Достижение основной цели позволит Красноярскому краю выйти в группу регионов – лидеров по уровню развития науки и технологий, а также реализовать **ключевые амбициозные задачи** в этой сфере:

- увеличить взаимные выгоды кооперации краевой науки и промышленных компаний, усилить специализацию науки на запросах индустрии, увеличить долю промышленных компаний в краевом пакете заказов на НИОКР, увеличить долю внебюджетных (частных) инвестиций в научные проекты, технологические разработки;
- обеспечить условия для развития существующих и появления новых высокотехнологичных отраслей (новые рабочие места и источники пополнения бюджета), в том числе в рамках развития экономики данных;
- повысить престиж университетов и научных организаций края на российском и международном рынке НИОКР (привлечение талантливых абитуриентов, студентов, аспирантов и научных сотрудников; рост объёмов поступлений от грантов, полученных за пределами региона).

Ключевые приоритеты для реализации обозначенных амбиций опираются на отраслевые технологические потребности экономики региона (и соответствуют приоритетам Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в преломлении потребностей экономики региона), включая:

- достижение экологической устойчивости экономики региона;
- переход к интенсивному развитию промышленности края;

- увеличение доли высокотехнологичных производств и отраслей, обеспечивающих прорывной и вытягивающий эффекты для экономики края, ускорение внедрения в производство новой техники и технологий;
- повышение продовольственной безопасности региона;
- преодоление демографических и иных социальных проблем региона;
- повышение транспортной связанности региона;
- технологическую поддержку социально-экономического развития территорий края.

Именно на решение этих задач в первую очередь будет направлено развитие сектора науки и технологий Красноярского края. Но одновременно с этим будет продолжено развитие коллективов в области фундаментальной науки, создающих заделы для решения широкого спектра проблем развития экономики и общества Красноярского края и Российской Федерации. При этом по ряду направлений научный сектор края способен внести вклад (и в значительной степени уже вносит) в решение глобальных проблем человечества, в том числе в области лесоклиматических проектов, медицинских технологий, в переработке ядерных отходов, космической индустрии и ряду других.

Модель достижения основной цели и поставленных задач – выстраивание кооперации между участниками процессов научно-технологического развития вокруг отдельных «точек роста»: от удовлетворения потребностей в технологической модернизации базовых отраслей промышленности и социальной сферы до создания условий для выхода на новые технологические рынки, превышающие масштаб экономики региона, с опорой на компетенции вузов и научных организаций региона при участии внешних партнёров. Реализация данной модели позволит достичь поставленных задач и осуществить «умную» индустриализацию (автоматизация промышленности и развитие экономики данных), повысить уровни промышленных переделов в экономике региона, сформировать условия для размещения в Красноярском крае стратегически значимых высокотехнологичных предприятий.

Основные ориентиры реализации целей и задач научно-технологического развития Красноярского края к 2030 году¹¹:

- сокращение в 2 раза оттока высококвалифицированных специалистов (выпускников с высшим образованием);
- создание до 6 тыс. высокотехнологичных рабочих мест, в том числе в области науки и технологий;
- каждый 3-й НИОКР в индустрии цветных металлов и лесоклиматических проектах в Российской Федерации сделан при участии или в партнёрстве с организациями из Красноярска;

¹¹ Перечень обозначенных ориентиров не является исчерпывающим и закрытым. Полный перечень целевых показателей реализации Концепции в пп.6.

- формирование условий для создания и ускоренного развития не менее 7 технологических компаний с объёмом выручки более 1,0 млрд руб. ежегодно;
- вхождение в топ-10 субъектов Российской Федерации по рейтингу научно-технологического развития.

3.2. Основные принципы научно-технологической политики края

- приоритетная концентрация ресурсов на прикладных научно-технологических задачах, востребованных экономикой и обществом в краткосрочной и среднесрочной перспективе;
- создание условий для поддержки и развития научных школ, ориентированных на фундаментальные задачи науки, обеспечивающие долгосрочную конкурентоспособность региональной экономики;
- приоритетная работа по развитию кадрового потенциала региона, направленная на привлечение и удержание в регионе высококвалифицированных специалистов, сокращение их оттока;
- поддержка экспериментального действия – поощрение пилотирования технологий на базе региона, реализации экспериментов в науке, которые способны дать требуемый результат;
- открытость к научно-технологической кооперации с научными организациями, вузами и бизнесом внутри и за пределами региона;
- экономическая и социальная целесообразность инвестиций в науку и технологии;
- хеджирование рисков бизнеса в случае заказа на НИОКР в научных институтах и университетах Красноярского края;
- популяризация науки, повышение внимания и интереса к научно-исследовательской, разработческой и инновационной деятельности для обеспечения общественной поддержки использования государственных механизмов развития науки и технологий.

4. Приоритеты развития науки и технологий

Изменение повестки дня диктует необходимость определения актуальных приоритетных направлений научно-технологической политики Красноярского края. Это постоянный процесс, который требует регулярного уточнения.

На предыдущем этапе развития научно-технологического сектора экономики Красноярского края, который длился с момента утверждения Стратегии инновационного развития Красноярского края «Инновационный край – 2020» в 2015 г. и до 2022 г. включительно, основной акцент мер государственной поддержки в области науки и технологий был сделан на инновационной составляющей. Именно инновации, трансфер и коммерциализация результатов исследовательской деятельности были центральным объектом внимания, что соответствовало контексту изменений, происходивших в России и в мире в тот период. Тогда в стране в активную фазу вошли мероприятия, направленные на формирование и развитие новых высокотехнологичных рынков (Национальная технологическая инициатива, «Цифровая экономика» и др.), были реализованы меры по реорганизации науки (Федеральное агентство научных организаций) и высшего образования, включая университетскую науку и студенческое предпринимательство («Проект 5-100», «Приоритет-2030»), и ряд других.

Политика в области науки и технологий Красноярского края на предыдущем этапе концентрировалась на 5 ключевых направлениях:

- инвестиции в развитие человеческого капитала;
- формирование спроса на инновации;
- создание инфраструктуры трансфера знаний в экономику;
- повышение инновационной открытости (компаний, научных организаций, государства);
- развитие университетской науки.

Ряд мер был достаточно успешен и показал свою эффективность. Но в начале 2020-х годов серия международных событий, таких как пандемия COVID-19 в 2020-21 гг., геополитические конфликты 2022-23 гг., создали для России в целом и для Красноярского края в частности новый макроэкономический контекст, обострив ряд нерешённых проблем научно-технологического сектора, в их числе высокая зависимость от импорта технологий, небольшой объём заказов предприятий региона у научных организаций края, невысокий уровень внедрения научных результатов в экономику, отток высококвалифицированных кадров, разрозненность системы финансирования науки, необходимость увязки науки с запросами индустрии, внешние шоки и экономические ограничения.

В связи с этим, а также в соответствии с потребностями общества, государства и бизнеса основными приоритетными направлениями нового этапа научно-технологической политики Красноярского края становятся:

1. Реализация флагманских научных проектов.
2. Поддержка перспективных научных школ.
3. Развитие университетской науки.

При этом научно-технологическое развитие Красноярского края не ограничивается обозначенными направлениями и включает не только деятельность научных организаций, вузов и научно-исследовательских подразделений промышленных компаний. Научно-технологическое развитие распространяется гораздо шире и включает работу по популяризации научно-исследовательской деятельности и её результатов, повышению престижа сектора науки и технологий. Усиление роли сектора науки и технологий в социально-экономическом развитии региона возможно при обеспечении инвестиций в сегменты общественной деятельности, которые поддерживают науку и технологии в целом.

Для воспитания новых поколений учёных и повышения интереса к науке и технологиям в Красноярском крае необходимо создавать современные музеи науки и высоких технологий, а также выставочные площадки, посвящённые исследованиям и разработкам в областях основной специализации региона: например, производству алюминия, золота и других важных цветных металлов, освоению Арктики, климатическим проблемам, развитию сити-фермерства и другим актуальным наукоёмким общественно значимым вопросам развития региональной экономики. Общественная поддержка таких проектов – важное условие для принятия государственных решений о развитии науки и технологий в крае.

4.1. Флагманские научные проекты

Достижение задач научно-технологического развития предполагает реализацию новых подходов к кооперации науки и бизнеса. Эти подходы обеспечат создание новых институциональных альянсов под решение конкретных задач в предметных сферах. Обязательным условием для попадания научно-технологических проектов в список флагманских являются перспективы их поддержки частным и государственным финансированием, перспективы выхода проектов на окупаемость и прибыль, наличие исследовательских компетенций, а также то, способствуют ли они реализации инвестиционных проектов в приоритетных отраслях промышленности края.

В число флагманских научных проектов Концепции входят:

1. «Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями» (пп. 4.1.1.);
2. «Технологии применения алюминия» (пп. 4.1.2.);
3. «Промышленные биотехнологии» (пп. 4.1.3.);
4. «Технологии гибких производств в космической промышленности» (пп. 4.1.4.);
5. «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга» (пп. 4.1.5.);
6. «Микроэлектроника для промышленности и энергетики» (пп. 4.1.6.);

7. «Технологии городского АПК (сити-фермерство)» (пп. 4.1.7.);
8. «Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК» (пп. 4.1.8.);
9. «Лесоклиматические проекты» (пп. 4.1.9.);
10. «Технологии для нефтегазодобывающего сектора» (пп. 4.1.10.);
11. «Технологии для Арктики» (пп. 4.1.11.);
12. «Химические исследования и технологии» (пп. 4.1.12.1.);
13. «Медицинские технологии» (пп. 4.1.12.2.);
14. «Технологии беспилотных авиационных систем» (пп. 4.1.12.3.);
15. «Исследования и разработки для лесопромышленного комплекса» (пп. 4.1.12.4.).

Каждый флагманский проект, предлагаемый к реализации в настоящей Концепции, вписан в систему ключевых приоритетов научно-технологического развития Красноярского края (см. 3.1. Целеполагание и амбиции новой научно-технологической политики).

Ключевые приоритеты и соответствующие им флагманские проекты:

1. **Достижение экологической устойчивости экономики региона** – «Промышленные биотехнологии», «Лесоклиматические проекты»;
2. **Переход к интенсивному развитию промышленности края** – «Технологии геологоразведки и добычи для ГМК», «Технологии применения алюминия», «Микроэлектроника для промышленности и энергетики», «Технологии для нефтегазодобывающего сектора», «Химические исследования и технологии», «Исследования и разработки для ЛПК»;
3. **Увеличение доли высокотехнологичных производств и отраслей, обеспечивающих прорывной и вытягивающий эффекты для экономики края, ускорение внедрения в производство новой техники и технологий** – «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга», «Технологии гибких производств в космической индустрии», «Технологии городского АПК (сити-фермерство)»;
4. **Повышение продовольственной безопасности региона** – «Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК»;
5. **Преодоление демографических и иных социальных проблем региона** – «Медицинские технологии»;
6. **Повышение транспортной связанности региона** – «Технологии беспилотных авиационных систем»;
7. **Технологическая поддержка социально-экономического развития территорий края** – «Технологии для Арктики».

Для оценки текущего состояния разрабатываемых технологий и проработки компонентов сложных технических систем необходимо понимание, на каком этапе находятся технологии в рамках проектов. Для каждого флагманского проекта определены уровни TRL (уровень готовности технологии) и MRL (уровень готовности производства). Усреднённые показатели TRL по каждому флагманскому проекту

формируют представления о том, насколько продвинулась разработка, начиная от идеи до фактического применения продукта (подробнее в Приложении 2 «Справочные материалы по флагманским проектам»).

Общим правилом при поддержке флагманских проектов станет привлечение регионального финансирования в те проекты и направления, куда уже удалось привлечь федеральные средства. Реализация флагманских проектов должна прежде всего обеспечивать вклад в реализацию механизма промышленных мегапроектов, предусмотренных к реализации в рамках Концепции технологического развития России¹².

Один из важнейших аспектов реализации концепции – кадровая поддержка флагманских проектов, которая будет осуществляться за счёт региональных и федеральных стипендиальных программ, премий научным лидерам и программ международных и внутренних стажировок и обменов, предполагающих как посещение научными лидерами мировых центров по соответствующей флагманским проектам тематике, так и привлечение лучшей доступной экспертизы для стажировок и научной работы в организациях региона.

4.1.1. Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями

Проблематика

Стратегической задачей развития национального горно-металлургического сектора является повышение эффективности воспроизводства минерально-сырьевой базы Российской Федерации через рост объёмов добычи руды и модернизацию технологий геологоразведки. Стратегией компании «Норильский никель» до 2030 года предусмотрено увеличение добычи в Норильском промышленном районе в 1,8 раза. Однако на современном этапе встаёт проблема истощения недр традиционных месторождений и повышения доли труднодоступных пластов, разведка и добыча руд в которых требует качественно нового подхода с применением передовых технологий. Самостоятельной задачей является разработка рентабельных технологий добычи руд удалённых месторождений, расположенных в арктических территориях, география, климат и геология которых усложняет процесс извлечения металлов.

Красноярский край имеет развитую сырьевую базу, являясь одной из 10 крупнейших территорий по объёмам добываемой промышленности в России. На металлургию приходится свыше трети общего объёма валового регионального продукта. Ключевые направления экономической деятельности – это добыча руд цветных металлов и производство цветных металлов. Важнейшими полезными ископаемыми с точки

¹² Подробнее перечень мегапроектов и мероприятий представлен в Справочных материалах по флагманским проектам (Приложении № 2).

зрения объемов добычи и запасов являются металлы платиновой группы (далее – МПГ) (на территории Красноярского края добывается 90 % общероссийского объема МПГ); медные, никелевые (70 % общероссийского объема никеля и 40 % меди) и кобальтовые руды. В регионе на полуострове Таймыр локализован ключевой производственный актив «Норникеля» – Норильский дивизион. Дивизион представлен двумя рудными узлами – Талнахским и Норильским – с шестью месторождениями, разрабатываемыми рудниками «Заполярный», «Таймырский», «Октябрьский», «Комсомольский», «Скалистый» и «Маяк». Черногорское месторождение разрабатывается совместно «Норникелем» и «Русской платиной» в рамках соглашения об операционном партнёрстве. Рудник «Скалистый» является самым глубоким в Евразии. Суммарно на месторождениях Норильского дивизиона в 2021 г. было добыто 17,46 млн тонн руды: 78 % и 41 % от общего объема меди и металлов платиновой группы соответственно, добываемых на активах компании. Объемы произведённой продукции составили 315,5 тыс. тонн меди, 1508 тыс. тр. ун. палладия и 271 тыс. тр. ун. платины. В Красноярском крае также расположено «Сибирское производственно-геологическое объединение» компании АО «Росгеология», специализирующееся на проведении геологических исследований и картосоставительских работ.

Для достижения задачи по инновационной трансформации технологий добычи компанией «Норникель» реализуется портфель проектов «Технологический прорыв 2.0». В него входят проекты по разработке цифровых двойников рудников и безлюдных технологий добычи и взрывных работ. Стратегия развития и Долгосрочная программа развития АО «Росгеология» на период до 2025 года включают такую задачу, как обеспечение научной поддержки недропользователей, что подразумевает модернизацию существующего и разработку нового технологического оборудования, в том числе на основании импортозамещения передовых зарубежных решений, а также решение научно-практических задач по разработке месторождений нетрадиционных типов. Другой задачей является развитие ИТ-технологий и сервисов, развитие и интеграция современных цифровых технологий для повышения эффективности геологоразведки и добычи. Для этого необходимо создать централизованную платформу сбора и хранения геологических данных, интеллектуальную систему для их анализа и прогнозирования состояний объектов, а также системы автоматизированного дистанционного контроля оборудования.

Внедрение технологий цифровых двойников позволяет организовывать оперативный сбор и обработку больших массивов данных, поступающих с датчиков на месторождениях, для прогнозирования отказов и поломок. Безлюдные технологии существенно увеличивают безопасность и эффективность производства, делая возможными процессы разведки и добычи руд на труднодоступных месторождениях в географически удалённых местах с неблагоприятным климатом. Данные технологии делают возможной глубокую геологоразведку, что имеет особую актуальность в случае с красноярскими рудниками. Развитие технологий закладочных (тампонажных) смесей и гидромониторинг позволит сократить затопление шахт.

План действий для Красноярского края

Реализация поставленных задач предполагает развитие партнёрского взаимодействия компаний и научных организаций для консолидации компетенций исследовательских и производственных центров Красноярского края.

Для этого необходимо внедрение новых организационных форматов сотрудничества, в том числе создание научно-производственных объединений на базе вузов, создание совместных исследовательских лабораторий, организация центров информационных технологий, анализа геологических данных (включая специализированные центры искусственного интеллекта в геологоразведке, добыче и проектировании), организация доступа к производственной и технологической инфраструктуре индустриальных партнёров («Норникеля» и других), а также к их полигонам для проведения испытаний технологических разработок вузов, НИИ и высокотехнологичного малого бизнеса. Реализация таких форматов позволит выстроить в Красноярском крае условия для развития экономики данных.

В частности, подразделения Сибирского федерального университета, а также Заполярного государственного университета имени Н.М. Федоровского ведут исследования в области проектирования и внедрения технологических комплексов для открытой и закрытой разработки месторождений, цифровых систем анализа геологического строения пластов и состава минералов, математического моделирования и программного обеспечения для задач металлургии (например, динамическая модель управления рудопотоками) и других цифровых технологий оптимизации промышленных процессов в горно-металлургическом секторе. Компании «Норникель», «Росгеология», «АЕОН», «Русская платина» и другие, как крупнейшие разведывательные предприятия края, являются ключевыми потенциальными заказчиками передовых технологий добычи полезных ископаемых, а также связанных с этим исследований. Их участие может иметь формат предоставления доступа к своим производственным объектам для организации испытательного полигона на их базе. В составе научно-испытательного и опытно-производственного комплекса также может быть создана сеть исследовательских лабораторий для совместной проектной деятельности научных и промышленных организаций. Особенное внимание потребуется в отношении развития сектора технологических сервисов, потребляющих большой объём научных исследований и разработок для решения вопросов ремонта, технического обслуживания и эксплуатации технологически сложных промышленных объектов. В рамках реализации научно-исследовательских и технологических проектов планируется выстраивание кооперации с Санкт-Петербургским горным университетом императрицы Екатерины II.

Реализация данного проекта также призвана решить проблему дефицита кадров – металлургов и обогатителей, совмещающих прикладные отраслевые знания с ИТ-компетенциями для управления технологическими процессами в производстве.

Механизмами финансовой поддержки реализации данной инициативы могут стать гранты Фонда науки Красноярского края. Другим источником привлечения ресурсов будет региональная программа грантовой поддержки образовательных центров, осуществляющих деятельность в области горной металлургии, нефти и газа, производства радиоинженерного оборудования и автоматизации горно-металлургического производства. В качестве софинансирования могут быть привлечены ресурсы, предусмотренные «Норникелем» в рамках инвестиционных проектов: плановые объёмы инвестиций в активы Норильского дивизиона до 2025 г. составляют 127 млрд руб. Разрабатываемые технологии могут быть внедрены в деятельность других компаний горно-металлургического сектора, в том числе для стимулирования развития юниорных геологоразведочных компаний.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит – 1,5 млрд рублей до 2035 г, на запускающие мероприятия первого года потребуется 200 млн рублей¹³.

Целевые результаты

Внедрение технологий глубокой геологоразведки позволит добиться увеличения объёмов добываемой руды до 24-26 млн тонн к 2025 г., роста производительности в среднем на 15–20 %, уменьшения эксплуатационных расходов на погрузку и перевозку на 13 %, снижения уровня травматизма до 30 %, экономический эффект составит более 36 млрд руб. к 2030 г. Создание и централизация данного направления в формате научно-испытательного и опытно-производственного комплекса позволит привлечь высококвалифицированные кадры в регион и город Норильск, что способствует реализации комплексных мер социально-экономического развития города Норильска до 2035 г., включающих в том числе задачи по наращиванию научного, инновационного и технологического потенциала города.

4.1.2. Технологии применения алюминия

Проблематика

Глобальный объём потребления алюминия к 2030 г. составит 119,5 млн тонн (+37 % к 2020 г.)¹⁴. Рост потребления этого металла связан с постепенным замещением ряда чёрных и цветных металлов в материалах для продукции конечного потребления. Ключевыми отраслями, которые обеспечат рост, станут: строительство (литые алюминиевые конструкции), транспортное машиностроение (включая электромобильный транспорт), отрасль ВИЭ (алюминиевые панели в солнечных энергетических системах), авиационная и космическая промышленность (корпуса и другие детали самолетов, спутников, ракет и дронов), производство электрооборудования и упаковочная отрасль (фольга и контейнеры широко применяются в пищевой и фармацевтической промышленности).

¹³ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

¹⁴ По данным Международного института алюминия.

Нужно отметить, что традиционно алюминиевые сплавы разделяют на литейные (технологии литья под высоким давлением) и деформируемые (использование новых систем легирования для создания алюмоматричных композитов, усовершенствования/замены уже известных либо разработки технологий сплавов). В целом разработки в отрасли концентрируются в направлении повышения прочностных физико-химических свойств изделий для создания таких высокотехнологичных продуктов, как литографические плиты (СТР, CNCP), алюминиевые плиты для автомобилестроения и другой продукции, для производства которой требуется сплавов с точным химическим составом.

Стратегия развития металлургии до 2030 года предполагает рост потребления алюминия на 669 тыс. тонн. (на 44 % к уровню 2021 года). Однако, если предположить достижение показателей других федеральных отраслевых планов, включая стратегию развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства, концепцию развития электротранспорта, отраслевых оценок по вводу мощностей ВИЭ, планов по производству отечественных самолетов и росту объемов производства алюминиевой упаковки, спрос на изделия из алюминия может вырасти в 2 раза к 2030 году – на 1,4 млн тонн. Это потребует создания существенных мощностей по производству изделий из алюминия – литейных производств для строительных конструкций и электромобильного сектора, кабельных заводов, предприятий по переработке вторичного алюминия и других высокотехнологичных производств.

Ещё одним фактором развития новых технологических направлений алюминиевой промышленности является риск вытеснения российских производителей алюминиевой продукции на зарубежных рынках с последующей утратой или сокращением экспортных возможностей этих рынков для российских производителей (прежде всего компании АО «РУСАЛ»).

Красноярский край является крупнейшим производителем алюминия в России и одним из лидеров в мире. С точки зрения дальнейшего экономического роста край заинтересован в развитии внутреннего рынка алюминиевой продукции. Регион может стать площадкой для размещения алюминиевых производств высоких переделов. Это позволит масштабировать сектор экономики, связанный с разработкой и производством продукции из алюминия. В настоящее время, несмотря на позицию крупнейшего производителя алюминия, Красноярский край не является научно-технологическим лидером в технологиях алюминиевых сплавов и изделий, поскольку центры исследований и разработок крупнейшего производителя алюминия, компании АО «РУСАЛ», расположены в научно-образовательных, финансовых и деловых центрах, например в Национальном исследовательском технологическом университете «Московский институт стали и сплавов» в Москве. Однако подготовка инженерных кадров и реализация научно-технологических проектов для реальных производств более эффективна в регионах, где размещены сами производственные объекты. Это является ключевым преимуществом Красноярского края для того, чтобы сконцентрировать часть НИОКР в области производства алюминиевых сплавов и изделий из них на своей территории.

План действий для Красноярского края

Для формирования значимой исследовательской программы Красноярскому краю необходимо войти в кооперацию с «неалюминиевыми» материаловедческими центрами и запустить исследовательские инициативы в сетевом формате. Современные научно-технологические партнёрства в алюминиевой отрасли идут не от интересов отраслей – производителей сырья, а от интересов промышленности и целевых характеристик материалов. При этом исследования в области алюминиевых материалов финансируются в рамках общих программ с композитными материалами, чёрными металлами, производственными технологиями – но не в конкуренции с ними. Именно это необходимо учитывать при реализации сетевых форматов в Красноярском крае.

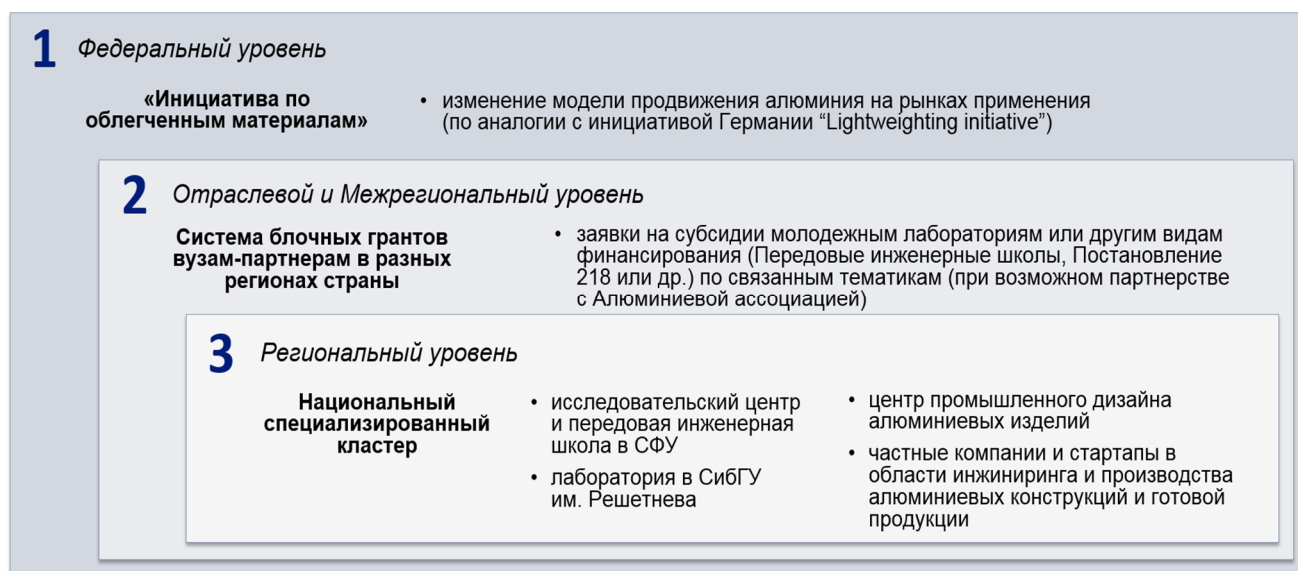
В настоящее время крупнейшим в России центром, концертирующим НИОКР в области алюминиевой промышленности, является Институт легких металлов и технологий Национального исследовательского технологического университета МИСиС (Московский институт стали и сплавов). Красноярскому краю необходимо расширять кооперацию с этим центром, что уже происходит на уровне промышленных компаний. Но для того, чтобы обеспечить себе лидерские позиции, необходимо двигаться «широким фронтом», вовлекая во взаимодействие другие отрасли и территории.

Целью данного флагманского направления является формирование кластера компаний, специализированных на технологиях нового применения алюминия. Для этого работу необходимо развернуть на трёх уровнях:

- федеральный уровень: КНТП «Инициативы по облегчённым материалам» – с целью изменения модели продвижения алюминия на рынках применения (по аналогии с инициативой Германии «Lightweighting initiative»);
- отраслевой и межрегиональный уровень: система блочных грантов вузам-партнёрам в разных регионах страны, занятым внедрением алюминия в различных отраслях промышленности, через заявки на субсидии молодёжным лабораториям или другие виды финансирования (Федеральный проект «Передовые инженерные школы») по связанным тематикам (при возможном партнёрстве с Алюминиевой ассоциацией). Формат институционализации сотрудничества – Сетевая межрегиональная исследовательская программа по облегчённым сплавам и конструкциям;
- региональный уровень: создание национального кластера компаний, специализированных на технологиях нового применения алюминия, в Красноярском крае (сильный исследовательский центр и передовая инженерная школа в Сибирском федеральном университете, лаборатория в Сибирском государственном университете науки и технологий им. Решетнёва, центр промышленного дизайна алюминиевых изделий, частные компании и стартапы в области инжиниринга и производства алюминиевых

конструкций и готовой продукции). В качестве доступных механизмов поддержки, которые позволят это оформить, могут быть рассмотрены гранты Фонда науки Красноярского края, а также поддержка малых инновационных предприятий со стороны КГАУ «КРИТБИ». Кластер также войдет в экосистему ИНТЦ в рамках поднаправления «Новые направления применения алюминия» (подробнее в разделе 5.2.).

Рисунок 6. Возможные варианты инициатив, направленных на развитие конечного потребления алюминия



Государственную поддержку следует направить на следующие научные направления:

- новые производственные технологии и оборудование для повышения экологичности, производительности, энергоэффективности и автоматизации;
- технологии производства изделий из алюминия: аддитивное производство, литьё, сварка, прокат и др.;
- дизайн изделий из алюминия для строительной, автомобильной, авиационной и других отраслей;
- технологии сплавов: металломатричные композиты, вторичные сплавы, сплавы с заданными свойствами.

В дальнейшем данный перечень направлений должен стать объектом регулярного согласования между Правительством Красноярского края, компанией АО «РУСАЛ» и заинтересованными производственными компаниями, занятыми применением алюминия в конечной продукции (например, на базе Алюминиевой ассоциации). Пилотными научно-исследовательскими темами могут стать:

- 1) «Алюминиевые сплавы, экономно-легированные комплексом редкоземельных и переходных металлов, с повышенным уровнем механических и эксплуатационных свойств для производства проката различной номенклатуры»;
- 2) «Листовая продукция из кастомизированных алюминиевых сплавов для военно-промышленного комплекса Российской Федерации»;

- 3) «Импортозамещение модифицирующих лигатур на основе алюминия с использованием доступного сырья и применением совмещённых технологий обработки и получения прутка»;
- 4) «Новые алюминиевые сплавы для производства проволоки и оборудование для аддитивной печати изделий».

Для развития выбранного перечня исследовательских направлений Красноярскому краю потребуется обеспечить развитие компетенций в искусственном интеллекте, поскольку эта технология в настоящее время лежит в основе передовых методов исследований в области материаловедения. Например, создаются автономные лаборатории, которые могут позволить сократить временные затраты на создание новых материалов как минимум в 10 раз¹⁵. В Красноярском крае такие компетенции могут быть сформированы путём создания исследовательского центра в сфере искусственного интеллекта на базе Сибирского федерального университета. Создание таких центров поддерживается грантами в рамках реализации плана мероприятий по развитию высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект».

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит 2 млрд рублей, на запускаящие мероприятия первого года потребуется 200 млн рублей¹⁶.

Целевые результаты

Развитие новых направлений применения алюминия в Красноярском крае будет способствовать приросту инновационных товаров работ и услуг и росту инвестиций в основной капитал за счёт создания ряда предприятий по производству изделий из алюминия.

На территории Красноярского края могут быть реализованы проекты по созданию фабрик, использующих технологии литья под высоким давлением для строительной и автомобильной отраслей, созданы предприятия и производственные участки по вторичной переработке алюминия.

Инвестиции в НИОКР могут достичь 450 и более млн рублей в год и создать до 1 000 высокооплачиваемых рабочих мест для инженеров, технологов, промышленных дизайнеров, исследователей и разработчиков новых сплавов, а также для сотрудников компаний, использующих алюминий и другие композиционные материалы (в том числе на основе алюминия) для производства собственной продукции.

¹⁵ Phil De Luna / Accelerated Materials Discovery, 2022.

¹⁶ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

4.1.3. Промышленные биотехнологии

Проблематика

Биотехнологии приобретают всё большее значение в решении различных технологических задач развития промышленности. Их применение встречается повсеместно: от фармацевтики и медицины до нефтяной промышленности. В дальнейшем применение биотехнологий будет расширяться, создавая условия для перестройки целых отраслей. В том числе применение биотехнологий – актуальный и долгосрочный тренд для сектора горнорудной промышленности и металлургии.

На территории Красноярского края добывается более 70 % общероссийского объёма никеля, производится порядка 40 % меди, более 35 % первичного алюминия, более 20 % золота, более 90 % металлов платиновой группы. В последние годы в отрасли добычи цветных металлов наблюдается истощение богатых руд и увеличение доли бедных и трудно перерабатываемых руд. Кроме того, происходит постоянный рост объёмов промышленных отвалов, загрязняющих окружающую среду и содержащих цветные и редкоземельные металлы. Ежегодно образуется более 150 млн тонн промышленных отходов, складываемых в более чем 70 накопителях по всей территории края¹⁷. Переработка промышленных отходов, в том числе инновационными методами биотехнологий, откроет возможности для рекультивации загрязнённых территорий, а также создаст возможности для изъятия редкоземельных металлов и других полезных ископаемых, содержащихся в этих отходах.

Преимуществом применения биотехнологий для добычи полезных металлов считается повышение уровня их извлечения, которое в таком случае достигнет в среднем больше 90 %. Как образец продвижения биотехнологии в горнодобывающей промышленности, можно привести компанию АО «Полюс Красноярск». На основе разработанной технологии BIONORD® и при её постоянном совершенствовании она стала лидером в биогидрометаллургии золота не только в России, но и в мире.

Помимо технологий в области биовскрытия золота, компанией разработаны технологии биodeградации роданидов и цианидов в промышленных стоках золотоизвлекательных фабрик, технологии по улучшению качества биокека, позволяющие снизить реагентные затраты и увеличить степень извлечения золота. Получены патенты на микроорганизмы, осуществляющие эти процессы.

Наработанное аппаратное оформление процесса, опыт в выделении и адаптации микроорганизмов может использоваться и в других перспективных научно-технологических разработках по биотехнологии на месторождениях Красноярского края.

Это касается, в частности, Порожинского месторождения марганцевых руд, а также Сейбинского и Телекского месторождений фосфорных руд. С помощью биотехнологий можно значительно повысить качество получаемого промпродукта.

¹⁷ По данным статистической отчетности Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Российской Федерации.

Представляет интерес повышение качества концентратов Горевского месторождения свинцево-цинковых руд за счёт обесцинкования свинцовых концентратов и обессвинцевания цинковых концентратов. Также возможно повышение качества молибденового концентрата Сорского месторождения с помощью биотехнологии его обезмеднения.

Кроме того, биотехнологии обеспечивают меньшие операционные расходы в силу простоты аппаратного оформления. Надо отметить, что биотехнологии проявляют ключевое преимущество в рамках экологической тематики: минимальное негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Трансфер технологий биовыщелачивания предполагает также решение проблемы введения в эксплуатацию хвостов и отвалов, занимающих значительные по площади территории региона и выступающих в качестве одного из ключевых факторов образования так называемых нарушенных земель. В настоящее время площадь земель данного типа в Красноярском крае составляет 17,4 тыс. га. Их восстановление является важной задачей, стоящей перед краем и компаниями, действующими на его территории, в рамках экологической повестки в целом и регионального проекта «Чистая страна» в частности. Польза биотехнологий в данном контексте обуславливается двумя основными направлениями их применения: извлечение остатков полезных элементов из вторсырья, хвостов и отвалов, а также непосредственная рекультивация загрязнённых территорий и восстановление нарушенных земель.

Несмотря на то что биотехнологии обеспечивают очевидные производственные преимущества, в настоящий момент они занимают крайне небольшую долю рынка по двум взаимосвязанным причинам: отсутствие мотивированного исследовательского интереса и относительно высокая стоимость вложений в технологические разработки. Между тем потребность в развитии отечественных технологий на фоне ограниченного доступа к иностранным и постепенное истощение богатых руд требуют разработки и внедрения принципиально новых по стоимости и эффективности технологических решений в горной биохимии с их последующим трансфером в промышленность.

Для ответа на данный вызов необходимо обеспечить разработку собственных биотехнологических решений, с последующим масштабированием по вышеперечисленным направлениям, для добычи металлов из упорных руд и отвалов и рекультивации загрязнённых территорий при пониженных температурах, в том числе в условиях Арктики.

План действий для Красноярского края

Развитие направления биотехнологий в промышленности (в частности, в горнорудной промышленности и металлургии) — это вопрос, сомасштабный формированию новой отрасли. Но для его запуска необходимы инвестиции, которые могут быть привлечены в два этапа.

На первом этапе – стадии сетевого проекта – планируется привлечь государственные инвестиции: необходимо обеспечить концентрацию компетенций в научных организациях Красноярского края (прежде всего в Сибирском федеральном университете и в Федеральном исследовательском центре «Красноярский научный центр СО РАН»), формируя сеть партнёров по всей стране. В качестве доступных механизмов, которые позволят это оформить, могут быть рассмотрены гранты Фонда науки Красноярского края. Ещё одним источником привлечения ресурсов на первой стадии станет региональная программа грантовой поддержки образовательных центров, осуществляющих деятельность в области горной металлургии, нефти и газа, производства радиоинженерного оборудования и автоматизации горно-металлургического производства. Нарботанные технологии должны быть доступны добывающим и геологоразведочным компаниям, включая юниорные компании, которые лишены достаточных средств для разведки и добычи.

Пилотный сетевой проект предусматривает формирование сотрудничества между тремя вузами: Сибирским федеральным университетом, Российским химико-технологическим университетом им. Менделеева, Донским государственным техническим университетом (ДГТУ). Сибирский федеральный университет имеет задел в общих вопросах технологий горной добычи. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева обладает компетенциями в сфере химии и биохимии. ДГТУ имеет заделы в моделировании поведения бактерий и культивирования их специальных штаммов, устойчивых к климатическим особенностям региона, а также компетенции в синтетической биологии. Эти организации готовы войти в партнёрство с Сибирским федеральным университетом и другими организациями Красноярского края. Национальная лаборатория по биотехнологиям в ГМК – организационная структура, которая должна появиться как результат кооперации на первом этапе. В дальнейшем это сотрудничество должно быть усилено, в том числе за счёт вовлечения в кооперацию Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II.

В целом просматриваются следующие перспективные научно-технические направления, связанные с предприятиями Красноярского края, в которых упор делается на биотехнологии.

1. Биотехнологии для горно-металлургической промышленности:
 - биовыщелачивание цветных и благородных металлов из руд, концентратов и отвалов;
 - селективное разделение полиметаллических руд и концентратов (Горевское месторождение);
 - повышение качества концентратов (обесцинкование свинцовых концентратов, обессвинцевание цинковых концентратов, обезмеднение молибденовых концентратов);
 - повышение качества марганцевых концентратов и руд (Порожинское и Усинское месторождение);

- повышение качества фосфорных концентратов и руд (Сейбинское месторождение, Телекское месторождение);
 - биосорбция и концентрирование металлов из сточных вод предприятий горнодобывающей промышленности;
 - исследование разнообразия микроорганизмов на горно-обогатительных комбинатах с целью выявления их свойств и использования в горной биотехнологии;
 - подготовка коллективных концентратов к циклу селекции посредством деградации плёнок поверхностно-активными веществами.
2. Биотехнологии для угольной и нефтегазовой промышленности:
- снижение содержания метана в угольных шахтах;
 - извлечение редкоземельных элементов из угольной золы;
 - десульфуризация каменного угля;
 - биопереработка бурых углей;
 - повышение нефтеотдачи пластов.
3. Экологические биотехнологии:
- биоочистка промышленных стоков;
 - биоочистка газовых выбросов;
 - биоочистка отходов в сфере жилищно-коммунального хозяйства;
 - ликвидация разливов топлива и нефти;
 - био- и фиторегенерация хвостохранилищ и рудных отвалов.

Компании АО «Полюс Красноярск» и ПАО «ГМК «Норильский никель», как крупнейшие в секторе горной металлургии в Красноярском крае, рассматриваются в качестве ведущих промышленных партнёров проекта. Они являются крупнейшими потенциальными заказчиками промышленных биотехнологий, в том числе связанных с извлечением металлов из упорных, бедных руд и отвалов. АО «Полюс Красноярск» и ПАО «ГМК «Норильский никель» могут внести существенный вклад в формирование инфраструктуры проекта, создав тестовый полигон промышленных биотехнологий на своих производственных площадках и предоставив доступ к нему для научных коллективов.

Однако, помимо АО «Полюс Красноярск» и ПАО «ГМК «Норильский никель», внедрение вышеуказанных технологий возможно на других предприятиях добывающей отрасли Красноярского края и Российской Федерации, включая Новоангарский ГОК, Олимпиадинский ГОК, Сорский молибденовый комбинат, Горевский ГОК, Талнахскую фабрику, Васильевский рудник, нефтегазодобывающие предприятия, предприятия угольной промышленности (АО «СУЭК»), атомной промышленности (ФГУП «Горно-химический комбинат») и др. Предлагаемые исследовательские направления и кадровые компетенции в этой области будут актуальны в контексте задач по повышению эффективности производства и охране окружающей среды, стоящих перед российской добывающей отраслью в целом.

Второй этап предполагает переход к решению задач федерального уровня. Для этого Красноярскому краю необходимо стать пилотной площадкой по реализации

биотехнологического цикла добычи полезных ископаемых, включая рекультивацию и добычу полезных элементов из отвалов. Будет инициирована комплексная научно-технологическая программа «Развитие промышленных биотехнологий и горной химии», которая может быть реализована в том числе через создание в Красноярском крае центра биоресурсов для ГМК (возможно, в партнёрстве с Курчатовским институтом), а также парка лабораторий в составе ИНТЦ по направлению «Инновации в горно-металлургическом и добывающем комплексе» (подробнее в разделе 5.3). Кроме того, для масштабирования биотехнологий в добыче полезных ископаемых потребуется создать новые образовательные программы, направленные на обучение технологов горных предприятий компетенциям в области биотехнологий. Увеличение объёмов подготовки таких специалистов потребует создания факультета промышленных биотехнологий в Сибирском федеральном университете.

Деятельность по развитию сектора поэтапно приведёт к формированию российского рынка биотехнологий как сквозных решений для целого ряда отраслей промышленности. Результатом станет образование кластера биотехнологических компаний в ГМК, ЛПК, нефтегазовом комплексе и в переработке вторсырья. Организационно данный кластер может оформиться в виде научно-производственного объединения в области биотехнологий.

Создание обозначенных организационных форм станет шагом по формированию новой отрасли с большим количеством рабочих мест и решением национально значимых вопросов: сохранение высокого уровня добычи драгоценных металлов, несмотря на рост доли упорных руд, а также коммерчески оправданное решение вопросов промышленных отвалов и загрязнённых территорий.

Биотехнологии в значительной степени опираются на математическое моделирование поведения микроорганизмов и биологических систем. В этой связи необходимым становится развитие региональных компетенций в искусственном интеллекте для биотехнологий на базе коллективов Сибирского федерального университета и других вузов региона. Решение этой задачи может быть достигнуто путём создания отраслевого исследовательского центра в сфере искусственного интеллекта, который может быть поддержан государственным грантом в рамках реализации плана мероприятий по развитию высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект». Решение этих задач также возможно в сотрудничестве с одним из ведущих центров искусственного интеллекта в России – Национальным исследовательским университетом ИТМО.

Реализация данной проектной инициативы также призвана обеспечить профильную подготовку кадров с конечной целью сформировать междисциплинарность компетенций специалистов в ГМК, химии и биологии при развитии цифровых навыков. Потребности отрасли требуют подготовки профильных специалистов: инженеров-биотехнологов, биохимиков, микробиологов, геологов, инженеров-горняков и экологов.

Общий объем финансирования, необходимый для данного направления работ, составит 1 млрд рублей до 2035 года, на запускающие мероприятия первого года потребуются 150–200 млн рублей¹⁸.

Целевые результаты

Создание национального центра биоресурсов для горной добычи в Красноярском крае позволит региону стать национальным лидером в области исследований в горной биохимии и упорных рудах. Трансфер биотехнологий в промышленность повысит рентабельность региональной ресурсной базы. Рост доходности компаний стимулирует и рост их инвестиций в социальные и инфраструктурные проекты. На примере компании АО «Полюс Красноярск» (при условии сохранения доли средств, выделяемых на эти цели, на уровне, достигнутом в 2021 году) – рост инвестиций после успешного внедрения биотехнологий составит около 700 млн руб.

Расширение производств создаст около 100 новых рабочих мест на каждой введённой в эксплуатацию производственной линии по переработке отвалов. С учётом числа горно-обогатительных и других добывающих предприятий Красноярского края всего может быть создано несколько тысяч рабочих мест для биотехнологов и гибридных специалистов, которые сочетают инженерно-технологические компетенции с навыками в области биотехнологий. Предложение новых технологических решений в сфере горной металлургии обеспечит задачи выхода на безотходное производство. Это позволит решить проблему с промышленными отвалами, очисткой стоков и нарушенными территориями, кроме того, использование биотехнологий даст возможность сформировать совокупность решений для работы с отходами разных типов. В частности, это создаст условия для достижения целевых показателей по региональным экологическим проектам, подобным проекту «Чистая страна».

4.1.4. Технологии гибких производств в космической индустрии

Проблематика

В Красноярском крае существует высокая потребность в машиностроительной продукции: более 40 % спроса на неё в 2021 г. было обеспечено импортом. В 2022 г. объем импорта машиностроительной продукции существенно сократился¹⁹, что обуславливает необходимость обеспечения технологического суверенитета в машиностроительном секторе. При этом машиностроительные производства, в частности производитель спутников АО «Решетнёв», являются крупнейшим инвестором в НИОКР в Красноярском крае²⁰, что свидетельствует о том, что отрасль является ключевой зоной кооперации науки и индустрии в регионе.

¹⁸ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

¹⁹ По данным Федеральной таможенной службы.

²⁰ По данным Сибирского федерального университета.

Производство спутников на базе АО «Решетнёв» является критическим машиностроительным производством федерального уровня значимости. К 2030 г. планируется увеличить количество российских спутников на орбите до 1 тыс., что потребует производства 250 спутников и средств вывода (ракет) в год уже в ближайшие несколько лет, а к 2030 году этот объём должен увеличиться до 350 спутников и средств их вывода в год с текущего объёма в 42 единицы ежегодно выводимых на орбиту спутников²¹. С этой целью была подчеркнута необходимость создания завода по серийному производству спутников²². Кроме того, в 2022 г. на федеральном уровне принята дорожная карта по развитию высокотехнологичного направления «Перспективные космические системы и сервисы». Реализация дорожной карты направлена на формирование единого информационного пространства Российской Федерации на основе создания и использования возможностей многоспутниковой группировки унифицированных космических аппаратов с использованием новых принципов построения и организации функционирования многоспутниковых систем.

В связи с этим важнейшей задачей является обеспечение роста темпов производства спутников и переход производственных линий на передовые отечественные производственные технологии и оборудование.

Одной из ключевых особенностей современных поточных производств является гибкость – возможность производства различной номенклатуры изделий на одной производственной линии за счёт различных конфигураций производственного оборудования и создания технологических ячеек, комбинирующих конвейерные линии, интеллектуальных многофункциональных роботов, станки с ЧПУ и другое оборудование. Применение такого подхода применимо и для увеличения имеющихся производств космической промышленности. Переход к поточному производству позволит выйти на целевые объёмы выпуска спутников и в дальнейшем масштабировать опыт АО «Решетнёв» на предприятиях аэрокосмической и других отраслей, которым требуются высокотехнологичные комплектующие – например, производство ракетной техники, компонентов для лесной, сельскохозяйственной техники и других машин. Кроме того, на базе компании ведутся разработки по направлению «Комплексные космические информационные системы», включая информационные системы для космоса, комплексирование и обработку больших данных, системы дистанционного зондирования Земли и навигации, космический интернет вещей.

Требуемый научный задел создан в Красноярском крае силами Сибирского государственного университета науки и технологий им. Решетнёва и АО «Решетнёв». Однако созданный в рамках этого опыта производственный участок всё ещё остаётся локализованным пилотным проектом, хотя его производственные возможности позволяют выпускать 1 спутник в 1,5 дня²³. Дальнейшее развитие будет связано

²¹ По данным РБК.

²² По данным госкорпорации «Роскосмос».

²³ По данным Сибирского государственного университета науки и технологий им. М.Ф. Решетнёва.

с масштабированием конвейерных производственных линий, включая сборку, интеграцию и тестирование собранных спутников, обеспечение их кастомизации, усиление контроля качества и сокращение объёмов брака.

План действий для Красноярского края

В Красноярском крае необходимо обеспечить размещение производственных площадок предприятий на всех этапах цепочки создания спутников (включая завод по серийному производству спутников) и средств их доставки, а также создать передовые производственные технологии, предназначенные для выпуска иных изделий для космической индустрии.

Ключевыми участниками этого процесса могут стать Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнёва и АО «Решетнёв», соответствующие задачи также могут быть получены от «Роскосмоса» и его компаний. В настоящий момент Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнёва имеет сильные компетенции в сфере разработки программно-аппаратных решений для системы контроля технологических операций на линии сборки малых космических аппаратов. К новым направлениям развития гибких производств относятся: разработка новых АСУ и создание необходимых интерфейсов для существующих; расширение области применения цифрового двойника производства; исследования и разработка систем искусственного интеллекта, управляющего робототехникой; формирование типовых проектных решений по автоматизации и роботизации задач машиностроения; цифровая аналитика процессов операционной деятельности; аддитивные технологии и новые материалы для космоса; космическое приборостроение и микроэлектроника и другие. Данные направления исследований и разработок также считаются приоритетными для Политехнического института Сибирского федерального университета, кафедры которого могут принять участие в реализации проекта.

Необходимо создать Центр развития передовых производственных технологий, состоящий из двух компонентов: инжинирингового центра, осуществляющего трансфер технологий в машиностроительную отрасль, и учебной фабрики для проведения образовательных программ и исследований в области организации гибких производств машиностроительной продукции. В качестве технологического партнёра такого проекта может выступить ООО «Концерн «Р-Про», имеющий существенный опыт в области разработки программного обеспечения для автоматизированных производств и проектирования цифровых предприятий. Концерн готов оказать методологическую и инфраструктурную поддержку, предложить программы повышения квалификации инженерных кадров и трансферта знаний, обмен опытом по перспективным тематикам, перечисленным выше. Другим технологическим партнёром может стать Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), имеющий значительные компетенции в области передовых производственных технологий и цифрового инжиниринга. Реализация данных форматов позволит выстроить в Красноярском крае условия для развития экономики данных.

К приоритетным научно-технологическим темам Центра относятся:

- 1) «Исследования и разработки систем автоматизированных технологических ячеек в условиях цифровых производств для секторов приборостроения и машиностроения, перенос полученных технологий и решений в сектор добывающей промышленности»;
- 2) «Интеграция цифровых двойников изделий и технологических процессов при создании новых производств в космической индустрии»;
- 3) «Разработка и внедрение комплексных космических информационных сервисов под запросы предприятий»;
- 4) «Разработка систем связи и навигации для спутников и БПЛА».

Эти темы соответствуют интересам таких промышленных партнёров, как АО «Решетнёв», ООО «ИПРОВЭН РКК «Энергия» и др. Последний в рамках разработки Концепции высказал заинтересованность в партнёрстве с Сибирским федеральным университетом в сфере развития передовых производственных технологий в космической промышленности. Кроме того, разработка технологических ячеек, комплексных космических информационных сервисов и систем связи, навигации для спутников и БПЛА является перспективной зоной кооперации Сибирского государственного университета науки и технологий им. Решетнёва с такими научными партнёрами, как Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Сибирский федеральный университет, а в части аппаратно-программных интеллектуальных испытательных комплексов – с Санкт-Петербургским государственным университетом аэрокосмического приборостроения.

Центр развития передовых производственных технологий, необходимый для реализации проекта по формированию производственной цепочки спутников, будет создан как внутренняя университетская структура Сибирского государственного университета науки и технологий им. М.Ф. Решетнёва, реализующая инжиниринговые услуги и целевую подготовку в рамках учебной фабрики по заказу промышленных партнёров в рамках соглашений с ними. Технологический партнёр в лице компании ООО «Концерн «Р-Про» будет привлечён на коммерческой основе. Сотрудничество с научными партнёрами будет осуществляться в рамках консорциума, в котором будут распределяться НИОКР-задачи и осуществляться обмен опытом и знаниями.

Региональная поддержка может быть обеспечена за счёт грантов Краевого фонда науки. Федеральное финансирование Центра будет привлечено за счёт программ поддержки молодёжных лабораторий Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также отраслевых программ аэрокосмической промышленности (Федеральный проект «Комплексное развитие космических информационных

технологий» («Сфера»)). Новые предприятия космической индустрии станут резидентами ИНТЦ в рамках поднаправления «Технологии гибких производств в космической индустрии» (подробнее в разделе 5.2.).

Общий объем финансирования, необходимый для данного направления работ, 1 млрд рублей до 2035 г., стоимость создания Центра развития передовых производственных технологий при этом составит до 1 млрд рублей, а вложения в реализуемые в нём НИОКР – около 300 млн рублей в год²⁴.

Целевые результаты

Ключевой результат флагманского проекта – достижение национальной цели по производству спутников и появление в регионе новых комплексных услуг и высокотехнологичных сервисов в секторе машиностроения. Это позволит обеспечить технологический суверенитет России в космических сервисах, в том числе для задач национальной безопасности, а также использования для нужд промышленности и в потребительском секторе. Обеспечение устойчивого производства в объеме 1 космический аппарат в 1,5 дня позволит обеспечить среднесрочную потребность Российской Федерации в спутниках. В дальнейшем будут достигнуты показатели мировых лидеров – 1,5–2 космических аппарата в день, а также будут производиться средства их доставки – ракетная техника различных классов. Таким образом, Красноярский край в перспективе сможет практически полностью обеспечить потребность Российской Федерации в спутниках и средствах их доставки. Будет обеспечен выход на большой системный заказ от космической индустрии на поточное производство спутников (100–250 спутников в год). Ещё одним значимым результатом станет создание и развитие комплексных космических информационных сервисов, в том числе широкое использование результатов космической деятельности при формировании экономики данных.

В этих условиях объёмы вложений в НИОКР и инжиниринг для поточных спутниковых производств и аэрокосмической техники могут составить до 300 млн в год сверх того, что уже вкладывается в это направление в настоящее время.

4.1.5. Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга

Проблематика

Технологии информационного моделирования (ТИМ/BIM) – это система, включающая в себя программно-технические средства, документы, результаты, процессы и участников, обеспечивающая создание, сбор, накопление, обработку, контроль, хранение, представление и распространение информации участниками инвестиционно-строительных проектов в виде цифровых информационных моделей и электронных документов. ТИМ обеспечивает сокращение на 30 % затрат на строительство

²⁴ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

и эксплуатацию объектов капитального строительства, позволяет прогнозировать стоимость и сроки строительства, на 95 % сокращает количество ошибок при проектировании²⁵.

В 2021 г. был принят план мероприятий (дорожная карта)²⁶ по поручению Президента Российской Федерации²⁷, который формализует условия для внедрения технологий информационного моделирования в проектировании и строительстве. В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации²⁸ были установлены целевые показатели развития ТИМ в Российской Федерации. Среди прочего в документах определяются целевые показатели: к 2023 году количество прошедших обучение в сфере цифровых технологий в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве должно достичь 80 тыс. человек, а к 2030 году этот показатель должен составить 500 тыс. человек, что потребует прохождения соответствующих образовательных программ 60 тыс. человек ежегодно в период 2023-2030 гг.²⁹ К 2030 году доля объектов, по которым выдано положительное заключение государственной экспертизы, документация по которым подготовлена в форме информационной модели, должна составить 65 % при текущем показателе в 10 %³⁰. В целом планируется осуществить 4 шага по переходу строительного сектора на ТИМ. Так, планируется достичь 20 % внедрения ТИМ к 2024 году за счёт обязательного перевода на эту технологию строек, финансируемых из бюджета. К 2030 г. указана цель в 50 % внедрения ТИМ – этого планируется добиться за счёт перевода на ТИМ долевого строительства. К 2035 г. – 70 % за счёт перехода акционерных обществ с госучастием. Достижение 100 % цифровизации строительства планируется за горизонтом 2035 г., когда ТИМ станет обязательным для коммерческих строек. Это позволяет прогнозировать объёмы рынка к 2030 г. в 7 млрд руб., а к 2035 г. – 11 млрд в текущих ценах.

Объём российского рынка по состоянию на 2021 г. оценивался примерно в 5 млрд рублей. Министерство строительства Российской Федерации в базовом сценарии Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства³¹ прогнозирует среднесрочное падение объёмов строительства и умеренный рост к 2030 г., а затем выход на плато до 2035 г. Поэтому для России наиболее важным фактором развития этого рынка является проникновение ТИМ в строительный сектор.

Ключевым драйвером рынка становится импортозамещение. По оценкам отраслевых экспертов, около 30 % программного обеспечения на российском рынке – иностранное.

²⁵ По данным Центра цифрового развития строительной отрасли Красноярского края.

²⁶ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2021 г. № 3719-р.

²⁷ Поручение Президента Российской Федерации от 2 мая 2021 года № Пр-753.

²⁸ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 3883-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года».

²⁹ Там же, инициатива «Планируем вместе».

³⁰ Там же, инициатива «Планируем вместе».

³¹ Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года.

Для обеспечения технологического суверенитета, по их оценкам, потребуется от 5 лет и 1 млрд рублей инвестиций в НИОКР³². Основными препятствиями развития ТИМ, актуальными как для Красноярского края, так и для России в целом, являются высокая стоимость российского ПО, ограниченный функционал сценариев моделирования сроков и стоимости строительства, а также необходимость подготовки кадров под российские решения.

Важным направлением развития российского рынка является перевод региональных застройщиков на ТИМ. Если в мегаполисах переход частично осуществлён, то в других регионах, и в частности в Сибири, он происходит медленно. В Сибирском федеральном округе только 13 % строящихся объектов используют ТИМ, что ниже среднего показателя по России (16 %) ³³. Застройщики Красноярского края применяют ТИМ только на уровне 3D-моделирования, не выходя на уровень планирования сроков и стоимости строительства. При этом Красноярский край является одним из лидеров в части обеспечения регуляторных условий для внедрения ТИМ – в регионе принят ТИМ-мандат, который позволяет организовать настройку всех программ для проверки информационных моделей и тем самым повышает качество проектных решений, способствует снижению временных затрат на проверку моделей.

План действий для Красноярского края

Красноярский край станет опорным центром в области ТИМ в Сибирском макрорегионе. Для этого региону нужно обеспечить национальное лидерство в подготовке кадров и научных исследованиях в ТИМ, а также локализовать на своей территории разработку ПО для ТИМ и услуги ТИМ-инжиниринга – реализацию проектов ТИМ застройщиками и промышленными пользователями. Запуск исследовательских активностей – это вопрос масштаба формирования новой отрасли в регионе. Красноярский край, обладающий значительным кадровым потенциалом и реализующий большое число крупных проектов промышленного и гражданского строительства, способен локализовать кластер индустрии ТИМ-инжиниринга на своей территории с макрорегиональным масштабом обслуживания. Одним из ключевых драйверов этого процесса могут стать технологические задачи и запросы на развитие ТИМ и промышленного программного обеспечения компании ПАО «ГМК «Норильский никель».

В Красноярском крае уже есть существенные заделы в ТИМ. Соответствующее направление подготовки реализуется в Красноярском строительном техникуме, а также в Инженерно-строительном институте Сибирского федерального университета, где создана ТИМ-лаборатория, оснащенная необходимыми программными решениями. Красноярский край в настоящее время выпускает ежегодно около 600 специалистов по программам, соотносящимся с профессиональным стандартом 16.151 «Специалист в сфере ТИМ в строительстве», подготовка по которому осуществляется как на уровне

³² По данным Минстроя России.

³³ По данным ДОМ.РФ.

среднего профессионального образования и дополнительных образовательных программ (около 300 обучающихся в год в Красноярском строительном техникуме), так и на различных ступенях высшего профессионального образования (программы бакалавриата Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета – около 300 обучающихся в год).

Для дальнейшего развития ТИМ в Красноярском крае должен сформироваться существенный научно-технологический задел и отраслевые партнёрства. Наиболее перспективным партнёром в этой части является ООО «Институт Гипроникель», являющийся внутренним институтом ПАО «ГМК «Норильский никель», и формирующий ТИМ-платформу (ТИМ-оператор) совместно с консорциумом вендоров и интеграторов ТИМ, в который входят такие компании, как «Ирисофт», «BIM-Cluster», АО «Аскон» и др.

В рамках флагманского проекта «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга» в Красноярском крае будет сформирован первый в России «Кластер ТИМ» – оформленное соглашением о партнёрстве сообщество организаций, осуществляющих высокотехнологические инжиниринговые сервисы с использованием технологий информационного моделирования в строительстве. Миссией кластера должно стать формирование отрасли ТИМ-инжиниринга в макрорегионе Сибири, индикатором достижения этой цели должна являться консолидированная выручка компаний – участников кластера, количество подготовленных и трудоустроенных в Красноярском крае ТИМ-специалистов. Кластер ТИМ позволит запустить процессы формирования региональной экономики данных, которая включает процессы сбора, накопления, хранения и обработки больших данных с целью их применения в производственной деятельности, и развития промышленного ПО. В качестве формирующих кластер мер поддержки региона можно рассмотреть грантовый конкурс Красноярского фонда науки на поддержку исследовательских проектов в области ТИМ. Это станет конкурентным преимуществом Красноярского края для размещения центров разработки и услуг в области ТИМ.

Участниками процессов формирования кластера должны стать не только коммерческие компании в области ТИМ, но и ведущие образовательные организации. Для осуществления вклада в федеральные показатели и становления как опорного центра ТИМ Красноярскому краю необходимо готовить больше ТИМ-специалистов – до 3 тыс. человек в год, или 5 % от всех обучаемых в Российской Федерации (сейчас в стране имеется дефицит таких специалистов). Это потребует нарастить масштабы подготовки в 5 раз относительно текущих, в том числе за счёт развития программ дополнительного образования и переподготовки. Исследовательская команда региона имеет возможность принять участие в Федеральном проекте «Передовые инженерные школы».

Кроме того, должно быть обеспечено участие в Кластере ТИМ профильных структур Правительства Красноярского края (включая Министерство строительства, Министерство цифрового развития, Центр цифрового развития строительной отрасли), что обеспечит административные механизмы вовлечения резидентов

Кластера ТИМ в проекты, реализуемые на территории Красноярского края, например, в проект модернизации г. Норильска, являющийся крупнейшим проектом такого типа в России, и проект по строительству авиахаба в Красноярске.

Кластер ТИМ должен включать полигон для апробации внедрения ТИМ и продвижения этих технологий среди промышленных партнёров в крае. Такими партнёрами могут выступить местные застройщики. Это будет способствовать реализации федеральных целей по увеличению доли объектов, по которым выдано положительное заключение государственной экспертизы и документация подготовлена в форме информационной модели.

Перечень научно-технологических тем флагманского проекта включает:

- разработку единых стандартов и методов работы с данными на всех уровнях ТИМ;
- применение искусственного интеллекта при моделировании объектов капитального строительства;
- технологии захвата и описания физических объектов (в том числе на основе искусственного интеллекта);
- обеспечение применения ТИМ в инженерных расчётах, планировании сроков и стоимости строительства;
- оптимальный порядок организации труда с применением ТИМ;
- ТИМ-проектирование в условиях Арктики (проектирование, строительство и эксплуатация жилых и промышленных зданий на северных территориях, в условиях вечной мерзлоты);
- системы сбора, передачи, хранения и обработки данных об эксплуатации зданий, сооружений;
- системы проектирования цифровой модели и цифровых двойников района (система «умный город» на основе датчиков, систем обработки информации в реальном времени и ТИМ-инжиниринга для обслуживания зданий).

Одним из ключевых запускающих кластер проектов может стать сотрудничество Сибирского федерального университета с ПАО «ГМК «Норильский никель» и их научно-исследовательского института ООО «Институт Гипроникель», а также ИТ-компаний ООО «Ирисофт» и ООО «Фабрика Решений» в части создания совместной научно-исследовательской инфраструктуры в области ТИМ. Перечень исследовательских направлений потребует формирования в Красноярском крае компетенций в области искусственного интеллекта для задач ТИМ-инжиниринга. Одним из перспективных направлений развития таких компетенций и привлечения государственной поддержки станет исследовательский центр в сфере искусственного интеллекта, создание которых финансируется Правительством Российской Федерации в рамках развития высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект». Решение этих задач также возможно в сотрудничестве с одним из ведущих центров искусственного интеллекта в России – Национальный исследовательский университет ИТМО.

Внедрение ТИМ требует создания аппаратно-программных комплексов, позволяющих осуществлять сканирование реальных объектов, а также управлять данными проектно-сметной документации зданий и сооружений. В настоящее время высокая стоимость таких технологий и отсутствие стандартизированных подходов для их внедрения является основным барьером для их развития.

Оригинальный подход создаваемого центра будет заключаться в создании и выводе на рынок программно-аппаратных модулей, объединённых в рамках единой интероперабельной платформы, обеспечивающих наиболее коммерчески выгодное решение задач конкретных индустриальных заказчиков в части проектирования, эксплуатации и строительства зданий и сооружений. Снижение стоимости в сравнении с имеющимися технологиями информационного моделирования будет достигнуто путём интеллектуальной оптимизации процессов сканирования объектов реальности, в том числе путём использования синтетических данных и генеративных моделей, а также внедрения общеотраслевых пайплайнов по менеджменту данных, включая инструменты автоматического машинного обучения и создание отраслевых датасетов.

Ожидаемый эффект центра (с 2024 г.) – создание модульной платформы и ее комплектование интеллектуальными программно-аппаратными комплексами под нужды конкретных индустриальных заказчиков: разработка не менее 2 отраслевых программных или программно-аппаратных модулей в год, создание не менее 5 закрытых датасетов в год, обеспечение подготовки не менее 100 специалистов в год в области проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, обладающих компетенциями по внедрению и применению систем искусственного интеллекта.

Объёмы НИОКР, которые будет осуществлять создаваемый центр могут составить около 200-250 млн рублей в год, не менее 30% из которых будут обеспечены за счёт внебюджетных средств, а оставшиеся средства будут профинансированы федеральной субсидией. Также предполагается развитие поднаправления «Исследования и разработки в ТИМ-инжиниринге» в рамках ИНТЦ (подробнее в разделе 5.3).

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ составит — 1,5 млрд рублей до 2035 года, на запускающие мероприятия первого года потребуется 200 млн рублей³⁴.

Целевые результаты

Исследовательского центра ИИ в ТИМ, а также создание благоприятных налоговых и инфраструктурных условий позволит сформировать в Красноярском крае научно-технологический и кадровый задел, вокруг которого может быть сформирован Кластер ТИМ, предполагающий открытие в Красноярском крае подразделений федеральных вендоров и интеграторов ТИМ, таких как «Ирисофт», «BIM-Cluster», АО «Аскон» и других.

³⁴ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

Формирование Кластера ТИМ позволит создать в Красноярском крае до 1000 рабочих мест в высокотехнологичном секторе экономики, связанном с разработкой программного обеспечения, оказанием ИТ-услуг и услуг по проектированию и сопровождению строительных проектов. Объёмы научно-исследовательских и инженерных работ, выполняемых участниками Кластера, включая Исследовательский центр ИИ в ТИМ составят 1–2 млрд рублей ежегодно. Внедрение ТИМ в строительные проекты жилой, промышленной, социальной застройки и инфраструктурное строительство позволит на 20–30 % увеличить эффективность работ и эксплуатации объектов капитального строительства.

Концентрация научно-технологических приоритетов организаций Кластера ТИМ на технологиях высокоэффективного захвата объектов реальности, интеллектуального управления данными в ТИМ-проектах и методиках внедрения ТИМ в деятельность строительных компаний позволит существенно увеличить окупаемость локальных ТИМ-решений. В настоящее время срок окупаемости внедрения ТИМ, по оценкам застройщиков, составляет 5–10 лет, а в случае, если будут решены кадровые, технологические и методические ограничения, внедрение ТИМ будет окупаться уже на 2–3 проекте (в условиях жилой застройки), что будет способствовать достижению федеральных целей по внедрению ТИМ в строительство. В свою очередь, это обеспечит спрос на ТИМ-специалистов и создаст спрос на соответствующие программы подготовки, что обеспечит вклад Красноярского края в другой показатель – количество студентов, прошедших обучение в области ТИМ.

4.1.6. Микроэлектроника для промышленности и энергетики

Проблематика

В условиях сокращения доступа к международным рынкам, включая блокировку импорта иностранных технологических товаров в Россию, российские промышленные предприятия столкнулись с проблемой дефицита микроэлектронной продукции. Ограничения на поставку в Россию иностранных комплектующих вызвали в 2022 году ажиотажный спрос на отечественную продукцию. За год выручка отечественных дизайн-центров микроэлектроники выросла в среднем в два раза³⁵, но это всё ещё не обеспечивает потребности отрасли. В настоящий момент отечественные производители электроники загружены заказами на типовые образцы микроэлектронной продукции, в то время как темпы роста объёмов НИОКР в секторе остаются незначительными.

В целом микроэлектроника представляет один из ключевых приоритетов научно-технологической политики страны, регулирование которого осуществляется в рамках Государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности». В 2020 г. была утверждена Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 г., определяющая

³⁵ По данным TAdviser.

ключевые направления и целевые показатели развития отрасли. Для поддержки данного сектора в июле 2021 г. Постановлением Правительства Российской Федерации были утверждены правила предоставления субсидий производителям радиоэлектроники. Один проект может получить до 1,5 млрд руб. субсидий в год и должен соответствовать стратегическим задачам, поставленным в отраслевой Стратегии³⁶. Последовавшее в сентябре 2021 г. Постановление № 1619 предусматривает предоставление субсидий в том числе и на проекты по внедрению российской электронной продукции (до 4 млрд рублей в год)³⁷. Кроме того, запускаются проекты поддержки технопарков в области микроэлектроники (на создание одного технопарка выделяется до 900 млн руб.³⁸).

Развитие исследований и научно-производственной кооперации в сфере микроэлектроники в Красноярском крае соответствует Поручению Президента по итогам заседания Совета науки и образования (Пр-800, п. 3 б) предусмотреть в приоритетном порядке финансирование научных исследований, тематика которых непосредственно связана с реализацией стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере и которые имеют критическое значение для обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации.

Критический спрос на микроэлектронику в Красноярском крае формируется в энергетическом секторе (компания ПАО «РусГидро»), горно-металлургической промышленности (ОАО «Красцветмет», «Норильский никель», АО «РУСАЛ» и др.). По прогнозам, объём российского рынка микроэлектроники для применения в сфере энергетики и горной металлургии к 2030 г. может составить более 40 млрд руб.³⁹ Другой важной отраслью, формирующей спрос, является сектор производства телекоммуникационного и радиоэлектронного оборудования (АО НПП «Радиосвязь», АО «Решетнёв» и др.).

Потенциальный рост спроса на микроэлектронику в Красноярском крае прогнозируется в связи с потребностями его основных отраслей специализации. На территории региона реализуется проект Богучанского энерго-металлургического объединения (БЭМО), в который входят одна из крупнейших гидроэлектростанций в России – Богучанская ГЭС – и Богучанский алюминиевый завод. Для эффективного функционирования объектов предприятий необходимо обеспечить разработку автоматизированной геодезической контрольно-измерительной аппаратуры, используемой при проведении натурных геодезических наблюдений за деформациями зданий, сооружений, земной поверхности и толщи горных пород; автоматизированных систем управления технологическим процессом, оборудования

³⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 24 июля 2021 г. № 1252.

³⁷ Постановление Правительства Российской Федерации от 27 сентября 2021 г. № 1619.

³⁸ Постановление Правительства Российской Федерации от 19 сентября 2022 г. № 1659.

³⁹ Расчёты на основе анализа Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, данных SIA, WSTS, Micron.

релейной защиты и автоматики и противоаварийной автоматики⁴⁰. Автоматизированные системы контроля также находят применение в развивающейся в регионе строительной индустрии, в том, что касается эксплуатации крупных инженерных объектов. Обязательными составными компонентами этого оборудования являются датчики и сенсоры. Датчики применяются для разнообразных целей: для исследования физико-химических свойств материалов, регистрации и трансляции этих данных; мониторинга состояния окружающей среды (температуры, химических свойств среды); контроля положения объектов и в других целях. Обслуживание создаваемых и уже существующих систем также требует развития специализированного программного обеспечения.

Несмотря на перспективы применения альтернативных источников энергии, до сих пор разрабатываются новые месторождения нефти и газа, многие из которых расположены на территориях Красноярского края с арктическим климатом. Вместе с промышленными объектами здесь располагаются жилые застройки, общественные центры и научно-производственные зоны, эксплуатация которых также подразумевает применение АСУ. По этой причине в регионе также существует спрос на датчики и приборы, материалы, компоненты и конструкция которых должны обеспечивать постоянную устойчивость к низким температурам.

Потребности горно-металлургического сектора связаны с внедрением датчиков, сенсоров, систем беспроводной передачи, обработки и хранения данных, используемых в промышленных процессах на различных этапах от добычи до аффинажного производства. Одним из предприятий, для которых проблема импортозамещения датчиков стоит наиболее остро, является Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова (ОАО «Красцветмет»). На сегодняшний день наибольший интерес для ОАО «Красцветмет» представляют датчики для измерения pH (водородный показатель) и ОВП (окислительно-восстановительного потенциала) с техническими и эксплуатационными характеристиками на уровне мировых аналогов (Mettler Toledo). ОАО «Красцветмет» заинтересован в получении отечественных аналогов данной техники, разработка которых может быть осуществлена в рамках реверс-инжиниринга. Приобретение соответствующих технологий позволит решить одну из актуальных задач, стоящих перед предприятием, – сократить время производственного цикла.

Другим решением для предприятия может стать разработка новой технологии датчиков на основе МЭМС. Эта технология должна учитывать особенности производственных процессов ОАО «Красцветмет», в рамках которых на оборудование оказывается химически агрессивное воздействие. В технологических процессах на ОАО «Красцветмет» используется большое количество различных реагентов, включая минеральные кислоты и щелочи, различные окислители и восстановители. Некоторые процессы протекают в тяжёлых технологических условиях, характеризуются следующими особенностями:

⁴⁰ По данным ПАО «РусГидро».

- 1) большие интервалы рабочих температур процесса, в том числе достигающие температур точек кипения используемых сред;
- 2) широкий диапазон концентраций веществ, участвующих в реакциях;
- 3) широкий диапазон изменения кислотности и ОВП в ходе одного технологического процесса;
- 4) высокое коррозионное воздействие на аппаратуру;
- 5) высокие требования к точности измерения и скорости отклика;
- 6) возможность абразивных или иных механических воздействий.

План действий для Красноярского края

Микроэлектронная отрасль имеет высокий порог входа по объёму инвестиций в организацию производства. В связи с этим перед Красноярским краем стоит задача по привлечению масштабных рыночных, региональных и федеральных инвестиций в создание производственных мощностей и инфраструктуры для микроэлектроники.

На первом этапе будет создан Центр дизайна и прототипирования микроэлектроники на базе Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета. Компетенции вуза распределены по широкому ряду направлений, включая разработку микроэлектронных систем, устройств на поверхностных акустических волнах, исследования полупроводниковых устройств с распределённым взаимодействием на основе тонкоплёночных структур арсенида галлия, разработку чипов для микрофлюидики и микроэлектроники на основе карбида кремния и др.

Центр будет оформлен в виде структурного подразделения Сибирского федерального университета – учебно-производственного комплекса, включающего центр дизайна микроэлектронного оборудования и центр прототипирования, позволяющий осуществлять мелкосерийное производство. Также необходимо создавать партнёрские связи с лидерскими научно-технологическими центрами в микроэлектронике. Партнёром центра выступит Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина), Инжиниринговый центр микротехнологии и диагностики которого имеет опыт создания таких типов производств. Партнёр заинтересован в совместных исследованиях в таких темах, как датчики и электронные компонентные базы (ЭКБ) на основе карбида кремния, которые также входят в стратегический перечень приоритетных направлений развития сектора.

Стоимость создания центра дизайна и участка прототипирования микроэлектроники составит около 1 млрд рублей. Источником привлечения ресурсов для Центра на уровне субъекта РФ будет региональная программа грантовой поддержки образовательных центров, осуществляющих деятельность в области горной металлургии, нефти и газа, производства радиоинженерного оборудования и автоматизации горно-металлургического производства. Планируется поддержать в первую очередь кадровые программы и научно-технологические проекты Центра,

включая оплату труда, стипендиальные программы, закупку расходных материалов для создания опытных образцов, что может составить до 100 млн рублей ежегодно. В качестве дополняющих мер поддержки региона будет предусмотрен грантовый конкурс Красноярского фонда науки на поддержку исследовательских проектов в области микроэлектроники. Внебюджетные средства будут привлечены со стороны первых заказчиков продукции.

По результатам первого этапа будет сформирована сеть корневых заказчиков. В качестве ключевых индустриальных партнёров Центра на начальном этапе выступят АО «НПП «Радиосвязь», АО «Решетнёв», ПАО «ГМК «Норильский никель», ОАО «Красцветмет». Компании могут обеспечить экспертное сопровождение в части готовых образцов, разрабатываемых в рамках Центра, в том числе на опытном участке научно-технологического центра компании. ОАО «Красцветмет» готов дать технические заключения о тестируемом оборудовании, в том числе в сравнении с используемыми в настоящее время аналогами, а также подготавливать референс-лист для предоставления партнёру. Тестирование оборудования в жёстких технологических условиях, в которых работает «Красцветмет», в совокупности с экспертной оценкой эксплуатационных характеристик техническими специалистами, могут сформировать качественное портфолио для разработчиков и производителей оборудования. АО «Решетнёв» в инициативном порядке ведёт разработку линейки отечественных абонентских терминалов спутниковой связи (S-, ISM-, Ku- и Ka-диапазонов) для беспилотных авиационных систем (БАС), морских и речных судов, наземных подвижных объектов (транспорт).

Технологическим и научным партнёром сможет выступить АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» (входит в состав ПАО «РусГидро»). Организация компетентна в сфере контрольно-измерительной автоматики для энергетики и технологиях её производства. ПАО «РусГидро», которое является одним из инициаторов масштабного энергометаллургического инвестиционного проекта Богучанского энерго-металлургического объединения, имеет потребность в производственных датчиках – компонентах геодезической контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой на объектах инфраструктуры БЭМО. Разработка датчиков и контрольно-измерительной автоматики с опорой на красноярские вузы, научно-исследовательские институты и частные организации может стать запускаящей темой для развития сотрудничества края с компанией ПАО «РусГидро», которая переводит штаб-квартиру в Красноярск.

Центр дизайна и прототипирования микроэлектроники может стать основой для выхода на второй этап развития отрасли – формирование первого Технопарка электронной промышленности в Сибири.

Не менее 30 % стоимости создания технопарка будет представлено внебюджетными инвестициями. Их суммарный объём составит около 1,5 млрд руб.⁴¹ Источниками внебюджетного финансирования станут компании сформированной к моменту

⁴¹ RSpectr.

запуска Технопарка сети заказчиков микроэлектронной продукции. Его резидентами могут стать и другие компании региона из приоритетных отраслей, как производители, так и потребители электронных компонентов оборудования.

На основе имеющихся компетенций Технопарку до 2026 г. удастся освоить не менее двух видов изделий из перечня Стратегии развития электронной промышленности и не менее трёх до 2030 г. В этот перечень входят технологии производства МЭМС и МОЭМС (датчики давления, датчики газа, датчики влажности, микрофлюидные датчики), ЭКБ на основе карбида кремния и технологии изготовления многослойных жёстких, гибких и гибко-жёстких печатных плат, производство которых относится к сфере компетенций исследовательских центров региона и партнёров.

Потенциал развития отрасли микроэлектроники в Сибирском федеральном округе не ограничивается Красноярским краем. В дальнейшем возможно расширить деятельность на всю Восточную Сибирь и на федеральный уровень.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит около 5 млрд рублей до 2035 г.: Центр дизайна и прототипирования микроэлектроники – 2 млрд рублей, Технопарк в сфере электронной промышленности – 3 млрд рублей.⁴²

Целевые результаты

Достижение задач данной проектной инициативы позволит создать Технопарк электронной промышленности в Красноярском крае, основными заказчиками которого могут стать компании горно-металлургической, электроэнергетической, радиоэлектронной и нефтегазовой отраслей промышленности. Реализация инициативы позволит решить стратегическую задачу по обеспечению технологического суверенитета в наиболее наукоёмких отраслях экономики и уменьшит риски для базовых секторов промышленности. Выпуск новой продукции и услуг также обеспечит приток дополнительных средств в объёме 0,5–2,5 млрд рублей.

В соответствии с задачами и требованиями, выдвинутыми в рамках федеральной программы поддержки технопарков в сфере электронной промышленности, площадь помещений проектируемого технопарка должна составлять не менее 10 тыс. кв. метров. К 2030 г. доход участников технопарка – более 600 млн руб.

Всего Технопарк в сфере микроэлектроники позволит создать более 200 дополнительных рабочих мест. Кроме того, потребуются кадры для внедрения и обслуживания технологической продукции на предприятиях индустриальных заказчиков. Будет реализован запрос компаний на отраслевых специалистов, например, запрос на инженеров по направлениям: контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА), электротехника.

⁴² Оценка на основе анализа референтных кейсов

Обеспечение разработки отечественной контрольно-измерительной аппаратуры для потребностей энергетического сектора позволит Красноярскому краю выступить в качестве одной из движущих сил в реализации общенациональной стратегической задачи, отражённой в Стратегии развития металлургии в России до 2030 г., – стать крупнейшим производителем низкоуглеродного алюминия.

4.1.7. Технологии городского АПК (сити-фермерство)

Проблематика

Городское (вертикальное) растениеводство или урбанизированное агропроизводство (сити-фермерство) – группа технологий, направленных на решение вопросов продовольственной безопасности и производства экологически чистого питания на урбанизированных или удалённых территориях. Сегодня продукция сити-фермерства – это не только продукты питания, но и материалы для фармацевтической промышленности, косметологии и ряда других отраслей. Использование вертикальных ферм позволяет получать сырьё для производства лекарственных препаратов, например, в области онкологии, выращивать специальные культуры и цветы для косметической и парфюмерной индустрии.

Инфраструктура сити-фермерства, как правило, локализуется либо в больших городских агломерациях, либо на удалённых от центров сельхозпроизводства территориях. Красноярск – крупная растущая городская агломерация, обслуживающая большое число удалённых территорий с трудными условиями доставки продуктов питания (в том числе северных и арктических зон, на которых невозможно выращивание культур классическими методами).

В Красноярском крае уже создаются государственные и частные организации, ведущие деятельность в области сити-фермерства. Например, в Сибирском федеральном университете создана профильная лаборатория с действующей вертикальной фермой, а в Красноярском государственном аграрном университете действует лаборатория инновационных технологий в декоративном растениеводстве, где применяются те же принципы.

В краткосрочной перспективе развитие инфраструктуры сити-фермерства – это прежде всего способ повысить продовольственную безопасность региона: для него требуется значительно меньше воды и пестицидов, чем в традиционном сельском хозяйстве; отсутствует зависимость от времени года, что даёт высокую урожайность круглый год; возможно выращивание в закрытых помещениях, в том числе в условиях сурового внешнего климата. Благодаря этой практике можно производить овощи (включая ценные продукты с низким гликемическим индексом и клетчаткой – зелень и микрозелень), картофель, некоторые фрукты и ягоды, грибы, цветы и даже морепродукты на территории Красноярского края.

В долгосрочной перспективе сити-фермерство – это способ привлечения на территорию компаний высокотехнологичных отраслей промышленности за пределами производства

продуктов питания (фармацевтическая, химическая, косметологическая и другие отрасли промышленности).

Для развития этой отрасли и масштабирования научно-производственного кластера сити-фермерства в городах Красноярского края необходимо решение трёх ключевых проблем: 1) снятие инфраструктурных ограничений, связанных с ростом стоимости электроэнергии; 2) развитие научных компетенций в селекции и генетике применительно к сити-фармингу; 3) реализация специализированных образовательных программ по сити-фермерству, включая поддержку студенческого предпринимательства в этой сфере.

План действий для Красноярского края

Настоящей Концепцией предусмотрено создание наукоёмкого сектора экономики, который может быть оформлен как научно-производственный кластер сити-фермерства в Красноярском крае. Кластер будет иметь три основных сегмента: 1) производство экологически чистых продуктов для повышения продовольственной безопасности края и макрорегиона; 2) производство продукции для высокотехнологичных отраслей промышленности, включая фармацевтику, косметологию и др.; 3) разработка технологий и технологической продукции для сити-фермерства.

Технологические компании всех трёх сегментов могут стать резидентами предлагаемой к созданию настоящей Концепцией долины науки и технологий ИНТЦ «Енисейская Сибирь».

Помимо локализации технологических компаний развитие сити-фермерства в Красноярском крае предполагает создание научного института по гидропонике и аэропонике, а также селекции и генетике культур, актуальных для сити-фермерства (включая получение государственного задания на профильную исследовательскую программу), реализацию сетевых образовательных программ, создание университетского центра исследований и разработок «Гастрономический R&D-парк» (далее – «Гастропарк») при участии партнёров из секторов гостеприимства, фармацевтики и др. Структурно «Гастропарк» представляет собой центр разработки пищевых технологий и технологий вертикальных ферм, опытные производственные площадки для апробации технологических решений, а также генетические лаборатории по выведению специальных культур с повышенным содержанием необходимых веществ, макро- и микроэлементов, а также лаборатории по оценке потребительских свойств полученной продукции.

Реализация намеченных проектов потребует кооперации научных, образовательных организаций и технологических компаний, которая в дальнейшем может стать основной для реализации амбиций Красноярска по созданию кластера гастроиндустрии. Уже сегодня участниками такой кооперации являются Сибирский федеральный университет, Красноярский государственный аграрный университет, группа компаний «Беллини групп», Сколковский институт науки и технологий, компания «Фабрика растений» и ряд других.

Перспективные проекты в исследованиях и разработках:

1. Проект «Повышение биодоступности необходимых питательных веществ в продукции сити-фермерства», который предполагает использование биотехнологий и геномного селекционирования для улучшения биодоступности как макро-, так и микроэлементов, включая провитамин А, фолиевая кислота, витамины С и К, калий, кальций, магний и железо. Этот подход открывает большие возможности для создания новых сортов и маркетинга этих продуктов. Для оценки биодоступности питательных веществ будут использованы *in vitro* методы, включая фазу пищеварения с использованием ферментов и кислот, затем центрифугирование, диализ для выбора соединений с низкой молекулярной массой, и измерение концентрации питательных веществ в супернатанте. По мере своего развития, проект предлагает существенные возможности для включения в образовательные и исследовательские программы, влияя на развитие науки и технологии в Красноярском крае.
2. Проект «Прогнозирование производства растительной биомассы на вертикальной ферме», направленный на разработку и внедрение алгоритмов прогнозирования производства растительной биомассы на вертикальных фермах, с использованием статистических моделей, машинного обучения, компьютерного зрения и моделей геномного прогнозирования. Ожидается, что в течение 3 лет будут разработаны и валидированы модели с приемлемой точностью около 80 % (TRL 8), которые будут интегрированы в работу вертикальной фермы для оптимизации процессов.
3. Проект «Гастроферма и агротехнологии сити-фарминга для индустрии питания» включает в себя не только разработку и внедрение современных городских фермерских технологий в область питания, но и организацию образовательных программ и просвещение населения в области агротехнологий будущего и пищевой безопасности.
4. Проект «Селекция сортов, адаптированных к вертикальному земледелию для удовлетворения потребностей ресторанов» призван разработать новые сорта овощей и зелени, удовлетворяющие требованиям гастрономической отрасли.
5. Проект «Сити-фермерство для декоративного растениеводства» включает в себя разработку и внедрение устойчивых и эффективных методов городского фермерства, применительно к выращиванию декоративных растений. Это способствует совмещению экологических, эстетических и экономических целей в рамках городской среды.
6. Биохимическая характеристика продуктов в зависимости от вкуса/аромата. Изучение химических соединений, которые придают определённый вкус и аромат продуктам. Исследования такого рода могут иметь важное прикладное значение для пищевой промышленности, например, для создания новых продуктов с определёнными вкусовыми и ароматическими характеристиками, а также для разработки методов контроля качества продукции.

7. Цифровой двойник вертикальных систем выращивания растений. Проект представляет собой инновационный подход к оптимизации вертикальных ферм с помощью создания цифрового двойника – модели, предсказывающей требования к внутреннему климату для роста растений. Используя данные о температуре, влажности, концентрации CO₂ и освещении, цифровой двойник позволит улучшить контроль над процессами в вертикальной ферме и оптимизировать использование энергии. Включение данного проекта в концепцию научно-технологического развития Красноярского края поможет повысить производительность сельского хозяйства, обеспечить устойчивость к холодному климату, снизить экологическую нагрузку, создать новые рабочие места и способствовать технологическому прогрессу в регионе.
8. Производство биологически активных веществ из растительного сырья, полученного на аэропонной установке. В результате проекта будет создана технология, позволяющая получать высококачественные биологически активные вещества из растительного сырья, выращенного на вертикальной ферме, что даст возможность вырабатывать продукцию с высокой добавленной стоимостью, например, натуральный хлорофилл, сульфорофан, бета-каротин и другие.
9. Технология масштабируемого аэропонного производства мини-клубней картофеля. Цель – получение до 200–300 клубней с одного куста, против 6–10 клубней традиционными методами. Агрохолдинг ООО «СХП «Дары Малиновки», одно из ведущих семеноводческих картофельных хозяйств Красноярского края, проявил интерес к данной технологии, и его участие в проекте открывает потенциал для успешного практического применения разработки. Внедрение данной технологии в сельское хозяйство Красноярского края может стать значимым шагом в повышении производительности и качества семенного материала картофеля, что, в свою очередь, способствует поднятию уровня картофелеводства в регионе.

Общий объем финансирования, необходимый для данного направления работ составит около 500 млн рублей до 2035 года: Институт генетики, селекции, гидропоники и аэропоники (частный или РАН) – 100 млн рублей, развитие существующего Гастрономического R&D-парка – 300 млн рублей, Лаборатории технологических компаний в сити-фермерстве – 100 млн рублей⁴³.

Целевые результаты

Реализация проектной инициативы позволит к 2030 году: создать в регионе до 1500 новых рабочих мест в секторе современных пищевых производств; обеспечить рост внутренних затрат на НИОКР в области технологий вертикальных ферм и пищевых технологий до 500 млн рублей в год; создать сектор малых и средних технологических компаний (4 компаний сектора с совокупной выручкой не менее 1 млрд рублей), а также новое направление научной специализации региона.

⁴³ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

4.1.8. Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК

Проблематика

Сельскохозяйственное производство на территории Красноярского края действует в неблагоприятных агроклиматических условиях и характеризуется дисбалансом эксплуатации сельскохозяйственных угодий.

В агропромышленном комплексе региона имеется ряд проблем, преодоление которых требует решений в области научно-технологической политики.

Первой системной проблемой, требующей внимания в том числе региональной научно-технологической политики, является недостаточно высокий уровень распаханности земель сельскохозяйственного назначения: если в лесостепной и степной зонах края распаханность составляет 74 %, то в подтаёжной зоне не превышает 40 % от общей площади сельскохозяйственных угодий (оптимальная доля – 50 %).

Второй системной проблемой, требующей внимания в том числе региональной научно-технологической политики, являются устаревшие методики оценки плодородия сельскохозяйственных полей и связанная с этим низкая эффективность сельского хозяйства. Земледельческие хозяйства используют агротехнологии, основанные на обработке и внесении удобрений без применения дифференцированных подходов и передовых интеллектуальных сельскохозяйственных технологий, что приводит к снижению плодородия почв и падению эффективности всего АПК.

Кроме обозначенных ограничений и факторов в секторе АПК сформировался ряд долгосрочных проблем, требующих научно-технологических решений:

- проблемы внедрения технологий точного земледелия, в т.ч. использования беспилотных систем, дистанционного зондирования Земли на полях сложной пространственной конфигурации, цифрового моделирования полей и др.;
- проблемы сохранения плодородия почв и контроля урожайности;
- проблемы автоматизации производств АПК;
- проблема селекции как растений, так и животных, птиц, пчёл;
- проблема утилизации, переработки и вторичного использования отходов;
- проблемы повышения глубины переработки сырья, развития собственных перерабатывающих мощностей в АПК.

Решение представленных проблем невозможно без проведения масштабной работы в области точных методов ведения сельского хозяйства, а также развития регионального сельхозмашиностроения и в перспективе – производства химических удобрений.

Наиболее значимый индустриальный проект по внедрению технологий точного земледелия на территории Красноярского края реализует только один агрохолдинг (ООО «Агро-Альянс-Сибирь» в Минусинском районе Красноярского края). Технологии точного земледелия используются на 100 % площади сева данного агрохолдинга. В хозяйстве применяются следующие элементы технологий точного земледелия: спутниковый мониторинг транспорта и техники, системы параллельного и автоматического вождения (автопилот), дифференцированное опрыскивание и внесение минеральных удобрений, системы картирования урожайности. При этом агрохолдинг оснащён зарубежными образцами техники, ПО и оборудования для технологий точного земледелия и применяет отечественные разработки только частично в мониторинге автотранспорта. Абсолютное большинство других хозяйств (по состоянию на март 2023 года – 95) используют только системы спутникового мониторинга автотранспорта и системы параллельного вождения.

Элементы технологии точного животноводства используют следующие хозяйства Красноярского края: ИП КФХ «Н.В. Зубарева»; АО «Солгон»; ЗАО «Искра»; ЗАО «Назаровское» и ещё около 15 более мелких хозяйств и фермеров. В хозяйствах внедрены автоматические доильные системы, роботизированные доильные комплексы, частично – системы автоматического мониторинга поголовья. Полнообъёмные автоматические системы управления стадом не внедрены ни в одном хозяйстве Красноярского края.

В соответствии с Рейтингом регионов по использованию элементов точного сельского хозяйства⁴⁴, составленным Минсельхозом России, количество хозяйств, использующих элементы точного земледелия, составляет – 62 (18-е место в Российской Федерации, 4-е место в СФО); площадь сельскохозяйственных угодий Красноярского края, на которых используются элементы точного земледелия, – 372 тыс. га (16-е место в Российской Федерации, 4-е место в СФО); количество хозяйств, использующих элементы точного животноводства, – 48 (13-е место в Российской Федерации, 1-е место в СФО); поголовье КРС в хозяйствах, использующих элементы точного животноводства, – 110,5 тыс. гол. (10-е место в Российской Федерации, 2-е место в СФО); количество хозяйств, сотрудники которых прошли обучение в области точного сельского хозяйства, – 16 чел. (12-е место в Российской Федерации, 2-е место в СФО); количество сотрудников, повысивших квалификацию в области точного сельского хозяйства, – 40 чел. (15-е место в Российской Федерации, 2-е место в СФО). Таким образом, Красноярский край имеет потенциал наращивания внедрения технологий точного земледелия и точного животноводства для ответа на вызовы повышения продуктивности и эффективности агропромышленного комплекса региона.

План действий для Красноярского края

Преодоление обозначенных ограничений и проблем возможно только с вовлечением компетенций и ресурсов научно-технологического сектора Красноярского края.

⁴⁴ Данные предоставлены Министерством сельского хозяйства и торговли Красноярского края.

Концентрация имеющихся ресурсов и научных заделов возможна при организации сетевых научно-производственных проектов на базе профильного университета – Красноярского государственного аграрного университета – с вовлечением других образовательных и научных организаций Красноярского края и России, отраслевых компаний, являющихся потребителями технологических решений для АПК, и технологических партнёров, поставщиков наукоёмких разработок и решений, пригодных для формирования систем точного сельскохозяйственного производства.

Для формирования значимой исследовательской программы Красноярскому краю необходим сетевой международный научно-производственный испытательный центр технологий АПК. Основная цель центра – разработка и внедрение научно-технологических проектов развития сельскохозяйственного производства и переработки сельскохозяйственной продукции с учётом особенностей и преимуществ региона. В рамках центра будет создан тестовый полигон для отработки технологий точного земледелия, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов. Реализация таких форматов позволит выстроить в Красноярском крае условия для развития экономики данных.

Основными темами исследований будут:

- автоматизация сельскохозяйственного производства, развитие систем точного сельскохозяйственного производства;
- обеспечение экологической устойчивости сельскохозяйственного производства, сохранение почвенного плодородия и влагообеспечение;
- формирование и развитие новых геномных методов селекции и технологий семеноводства сельскохозяйственных культур;
- введение в экономический оборот и валоризация дикоросов, продукции и сырья северных и арктических территорий края;
- комплексные системы производства и переработки сельскохозяйственного сырья и продукции пищевого и непищевого назначения;
- поиск и создание высокоэффективных логистических моделей перемещения сельскохозяйственного сырья и продукции;
- развитие технологий транспортировки и хранения сельскохозяйственной продукции;
- технологии и модели обеспечения высокой устойчивости развития сельских территорий края на основе балансирования базовых и прочих отраслей;
- разработки для решения задач импортозамещения сельскохозяйственной техники;
- низкоуглеродные технологии для АПК – комплекс технологий, новые сорта, средства агрохимии, биологические препараты и новое оборудование для снижения углеродного следа в земледелии и животноводстве.

В качестве мер поддержки развития данного сектора со стороны региона необходимо предусмотреть грантовый конкурс Красноярского фонда науки и поддержку малых

инновационных предприятий (МИП) в области точного сельского хозяйства от КГАУ «КРИТБИ». На федеральном уровне ключевым механизмом финансирования является Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия⁴⁵.

Указанные исследовательские направления в мировой практике получают существенный импульс развития при использовании методов искусственного интеллекта в селекции растений и животных, моделировании естественных, производственных и логистических систем. В связи с этим Красноярскому краю необходимо развивать и концентрировать компетенции в искусственном интеллекте и привлекать финансирование в эту отрасль науки, возможно, путём создания специализированных центров искусственного интеллекта в АПК.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит около 500 млн рублей до 2035 г.: Научно-производственный испытательный центр АПК – 100–200 млн рублей, Тестовый полигон для отработки технологий точного земледелия – 300 млн рублей⁴⁶.

Целевые результаты

Целевыми результатами реализации инициативы станут: рост уровня устойчивости и конкурентоспособности АПК, достижение баланса производства и переработки сельскохозяйственной продукции; введение в экономический оборот продукции и сырья северных и арктических территорий; повышение эффективности сельскохозяйственного производства, включение АПК в перечень базовых отраслей края; формирование новых научных школ и научно-технологических (инжиниринговых) групп и компаний; создание условий для формирования кластеров АПК: молочный (производство сыров) и картофельный (производство крахмала) кластеры; рост объёма выполненных НИОКР до 100 млн рублей в год к 2025 г. Общий объём дополнительных внутренних затрат на исследования и разработки к 2035 г. достигнет 1,2 млрд рублей.

4.1.9. Лесоклиматические проекты

Проблематика

Идеи устойчивого развития играют всё большую роль в формировании общественной и экономической повестки во всем мире. Особенно важное значение уделяется проблеме регулирования выбросов парниковых газов, которые, по мнению большинства представителей научного сообщества, являются причиной глобального потепления и других экологических проблем.

Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, утверждённая распоряжением

⁴⁵ Утверждена постановлением Правительства от 14 июля 2012 года № 717.

⁴⁶ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

Правительства Российской Федерации от 29.10.2021 № 3052-р, требует создания благоприятных условий для осуществления в первую очередь лесоклиматических инициатив, что носит межотраслевой характер и требует синхронизации норм лесного, земельного и налогового законодательства.

Достижение Россией углеродной нейтральности, согласно Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года⁴⁷, означает, что промышленные выбросы с 2 млрд 100 млн тонн должны быть уменьшены до 1 млрд 200 млн тонн, а накопление углерода экосистемами должно увеличиться с 535 млн тонн до 1 млрд 200 млн тонн. Потенциал экономически эффективных лесоклиматических проектов при цене 5–10 долл. США за углеродную единицу оценивается примерно в 20–30 млн т CO₂ в год, в то же время при цене ЕТ 20–30 долл. США составляет 120–150 млн т CO₂ в год. Реализация и сертификация лесоклиматических проектов позволит использовать этот объём углеродных единиц для нейтрализации выбросов углекислого газа российскими предприятиями.

Лесоклиматические проекты являются одним из основных инструментов достижения Целей в области устойчивого развития (ЦУР)⁴⁸ ООН. Для реализации лесоклиматических проектов по увеличению поглотительной способности лесных и иных экосистем важно сформировать систему комплексной социоэкономической оценки экосистемных услуг, куда войдут в том числе показатели ёмкости и потенциала экосистем в отношении поглощения углерода.

Комплексный подход на основе российской базы знаний, международных стандартов и протоколов взаимодействия позволит реализовать обязательства Российской Федерации в области климатических изменений и сохранения биоразнообразия, а также обеспечить конкурентоспособность экономики региона на экологочувствительных рынках (в том числе российском).

В реализацию проектов по компенсации промышленных выбросов за счёт природных решений уже активно включились крупные компании, такие как ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ГМК «Норильский никель», ООО «СИБУР», АО «РУСАЛ» и др.

Объём финансирования, законтрактованный в 2022 году по данному направлению, составляет 60 млн руб. (ФНТП и грант НОЦ), 49 млн руб. средства компаний (ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ГМК «Норильский никель»). Дополнительно поддержка отдельных проектов идёт со стороны Красноярского фонда науки и Российского научного фонда.

Именно Красноярский край сможет внести значимый вклад в достижение обязательств по определяемому на национальном уровне вкладу (ОНУВ) в рамках

⁴⁷ Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р.

⁴⁸ Декларация от 25 сентября 2015 года «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»

реализации Российской Федерацией Парижского соглашения. Он занимает центральное положение в азиатской части России, где, с одной стороны, расположена значительная доля лесов (леса покрывают 45,1 % края⁴⁹) и вечномерзлотных экосистем, обладающих углеродпоглощающими свойствами и способных сделать существенный вклад в сокращение выбросов парниковых газов Российской Федерацией.

С другой стороны, здесь расположены ключевые научно-образовательные организации, являющиеся сложившимися центрами компетенций в области развития лесного комплекса. Кроме того, в регионе есть первый климатический научно-образовательный центр – НОЦ «Енисейская Сибирь». Здесь сконцентрированы компетенции, которые обеспечат переход экономики Красноярского края, Сибирского макрорегиона и страны в целом к постуглеродной экономике. Коллективы Красноярского края вовлечены в широкий спектр международных сетей:

- Carboflux – по изучению потоков углерода (парниковых газов);
- Forest observation system – по изучению запасов углерода в лесных экосистемах;
- IBFRA – международная ассоциация исследователей бореальных лесов;
- NaturalCapitalProject – международная исследовательская сеть по оценке экосистемных услуг в качестве основы для принятия решений.

К экономике Красноярского края проблемы экологии и климата имеют прямое отношение – достаточно назвать периоды загрязнённости атмосферного воздуха («чёрное небо» в Красноярске), лесные пожары и другое. Решения могут стать модельными для вопросов экологической и климатической повестки в стране в целом. Апробируя здесь передовые технологии снижения углеродного следа и устранения последствий экологических загрязнений, государство сможет распространить их на другие территории страны, обеспечив полноценный переход к новой постуглеродной экономике в соответствии с Национальными целями развития Российской Федерации.

План действий для Красноярского края

Практика реализации лесоклиматических проектов в стране пока не сформирована, поэтому с учётом потенциала существенного увеличения поглощения парниковых газов лесами и иными экосистемами на территории макрорегиона «Енисейская Сибирь», в который входят Красноярский край, Республика Хакасия и Республика Тыва, необходимо научное и методическое и инжиниринговое сопровождение такой деятельности с широким привлечением исследовательской экспертизы со стороны ведущих университетов и научных организаций.

В реализацию проектов по компенсации промышленных выбросов за счёт природных решений активно включились ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ГМК «Норильский никель», ООО «СИБУР», АО «РУСАЛ» и др.

⁴⁹ По данным Федерального агентства Лесного хозяйства.

Основная цель проекта: повышение конкурентоспособности экономики региона за счёт снижения углеродного следа продукции путём реализации компенсационных лесоклиматических проектов на основе международных стандартов.

В рамках проекта предполагается создание национального центра компетенций в области реализации лесоклиматических проектов (климатических проектов в области лесных отношений), который будет являться распределённым центром в области научного, кадрового и экспертного сопровождения лесоклиматических проектов. Реализация таких форматов позволит выстроить в Красноярском крае условия для развития экономики данных.

Центр будет сконцентрирован на решении следующих научно-технологических задач:

- проведение исследований по оценке значимости экосистем и монетарной оценке их роли, включая потенциал поглощения углерода лесами;
- разработка геоинформационных систем и специализированных информационных программных продуктов в области природопользования (моделирования, пространственного анализа экосистемных услуг, включая углеродоёмкости экосистем);
- разработка предложений по актуализации нормативно-правовой базы системы принятия решений на основе комплексной оценки экосистемных услуг, в том числе в области системы лесоклиматических проектов;
- разработка технологий повышения секвестрационной способности в отношении углерода лесных и других природных экосистем;
- формирование центра компетенций в области комплексной социоэкономической (монетарной) оценки экосистемных услуг на основе лучших мировых практик;
- формирование центра валидации и верификации лесоклиматических проектов в рамках национальных и международных стандартов;
- обеспечение принятия решений по вопросам достижения углеродной нейтральности и снижения углеродного следа в формате «театра для принятия решений» на базе специализированной инфраструктуры: офиса, оборудованного информационными панелями для мониторинга состояния лесов, моделированием и визуализацией процессов эмиссии и поглощения углерода, с использованием технологий ИИ.

Инфраструктура Центра включает доступ к вычислительным мощностям суперкомпьютера для проведения расчётов в области: геоинформационных систем, включая тематические карты по данным государственного лесного реестра, государственной инвентаризации лесов; пулов и потоков углерода (органического вещества и парниковых газов); сукцессиональных моделей; построения прогнозов изменения климата с гридом 0,5 градуса и подкачкой космоснимков (отечественных и зарубежных) среднего и высокого и сверхвысокого разрешения (250 метров в пикселе и 1-3 метра в пикселе); моделирования климатических рисков.

Будет организовано сотрудничество с другими субъектами Российской Федерации в области углеродного регулирования и оценки экосистемных услуг. Темами для сотрудничества станут:

- региональный кадастр парниковых газов;
- региональная система углеродного регулирования (совместно с АО «СПБМТСБ»);
- центр компетенций в области лесоклиматических проектов (совместно с Санкт-Петербургским государственным лесотехническим университетом им. С.М. Кирова);
- исследовательская сеть карбоновых полигонов KrasFlux;
- обмен опытом и практиками в области валидации и верификации климатических проектов;
- формирование межрегионального сетевого центра комплексной оценки экосистемных услуг на основе системы принятия решений, включающей формат «театр для принятия решений».

Указанные направления в существенной степени опираются на технологии моделирования и работы с данными. В этих областях наиболее передовые методы связаны с использованием технологий искусственного интеллекта, что предъявляет требования к Красноярскому краю по формированию соответствующих компетенций. Компетенции в искусственном интеллекте могут быть сконцентрированы путём создания в крае исследовательского центра в сфере искусственного интеллекта. Создание центров такого типа в настоящее время поддерживается грантовым финансированием Правительства Российской Федерации в рамках реализации плана мероприятий по развитию высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект».

Источниками финансирования могут стать: федеральная научно-техническая программа экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы (необходимо активное позиционирование Центра, в том числе научного потенциала и поддержки со стороны региона) с объёмом финансирования 100–150 млн руб. в год, а также целевые средства промышленных компаний: АО «РУСАЛ», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ГМК «Норильский никель», АО «СУЭК», АО «Полюс Красноярск» – с объёмом финансирования 200 млн на капитальные затраты и 100–150 млн руб. в год операционных расходов.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит около 100–200 млн рублей до 2035 г.⁵⁰

Целевые результаты

Реализация обозначенных выше целей позволит вывести Красноярский край на позицию национального лидера в области природноклиматических исследований,

⁵⁰ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

в частности, лесоклиматических проектов. Леса Красноярского края каждый год поглощают 53,9 млн тонн CO₂. Это обеспечивает достаточную компенсацию выбросов парниковых газов от предприятий региона. Уточнение данных о связывании углерода лесными и болотными экосистемами, развитие устойчивого лесопользования позволят значительно увеличить углеродный бюджет края и страны, а также обеспечат углеродную поддержку других регионов России.

Создание национального центра компетенций в области лесоклиматических проектов является важным шагом для получения модельных сценариев для различных типов природных и антропогенно нарушенных экосистем азиатской части России. Это позволит разработать методики измерения углеродного баланса в различных средах – от крупных производственных площадок до лесов, арктических зон и городских территорий. Эти компетенции и технологии являются востребованными в экономике региона, и создание такого центра будет способствовать улучшению управления углеродным балансом и достижению экологических целей.

4.1.10. Технологии для нефтегазодобывающего сектора

Проблематика

Добывающие и производящие сырьевые товары отрасли, прежде всего нефтегазовый комплекс, продолжают формировать экономическую базу страны в целом и Красноярского края в частности. По данным Росстата, в 2021 г. доля нефтегазового сектора в ВВП России составила 17,4 %, поднявшись до 21,7 % в первом квартале 2022 г.⁵¹ Доля отгруженной продукции, работ, услуг нефтегазового комплекса Красноярского края от их общего объёма достигла 21 % в 2021 г. Между тем естественная рыночная конкуренция в этом секторе в мире дополняется искусственными ограничениями на экспорт его продукции и импорт технологий и услуг. Санкционные ограничения и уход ключевых нефтесервисных компаний подсветили проблемы зависимости отечественной нефтегазовой отрасли от зарубежного оборудования и технологий. Зависимость блока добычи нефти от импорта нефтегазового оборудования достигает 95 %. Это актуализирует задачи по предложению технологических решений для повышения рентабельности добычи энергетических ресурсов российскими компаниями.

Нефтегазовая отрасль Красноярского края обладает значительными перспективами развития. Обусловлено это, во-первых, истощением углеводородных ресурсов европейской части России и Западной Сибири, на фоне чего регион может взять на себя роль одной из крупнейших баз данного вида сырья. Во-вторых, сформировавшийся на базе имеющихся месторождений кластер компаний нефтегазового комплекса может обеспечить поддержание экспортного потенциала Российской Федерации. Уже на современном этапе можно наблюдать

⁵¹ Росстат

масштабную целевую переориентацию поставок сырья в Азиатско-Тихоокеанский регион⁵².

Технологическим рынком – драйвером отрасли является нефтегазовый сервис, ключевыми задачами которого является повышение производительности труда, технологизации рабочих мест и операционных показателей бизнеса. Обеспечивается это внедрением перспективных технологий, что позволяет решать задачи обеспечения окупаемости месторождений, повышения эффективности логистики и прогнозирования естественных сред, к которым не всегда есть физический доступ: залежей полезных ископаемых, рудников, рельефа, морского дна и поверхности. К конкретным технологическим решениям такого рода относятся, например, цифровое моделирование скважин, цифровые двойники керна, безлюдные технологии бурения, технологии комплексирования геофизических методов разведки, датчики электромагнитного поля на БАС, биотехнологии добычи редкоземельных металлов из попутных вод и другие.

Последняя задача – доступ к трудноизвлекаемым запасам нефти – имеет особую актуальность для Красноярского края, месторождения которого в большинстве своём располагаются в географически удалённых зонах, на северных и арктических территориях (в том числе месторождения крупнейшего в нефтегазовой отрасли проекта по добыче углеводородов «Восток Ойл»). Кроме того, специфика месторождений в Красноярском крае предполагает очень разную геологию. Для Ванкорского месторождения характера западносибирская геология, понятная для специалистов. Для месторождения Куюмба – восточносибирская геология, сложная структура пластов. В целом за последние 10 лет средняя себестоимость добычи нефти в России увеличилась более чем в 3 раза⁵³.

Данные технологии также позволяют решить кадровую проблему. Если ранее на каждом месторождении необходимо было обеспечивать присутствие высококвалифицированных специалистов, контролирующих работу промышленного оборудования, то сейчас технологии виртуальной и расширенной реальности позволяют одному специалисту отвечать сразу за несколько месторождений, осуществляя дистанционный мониторинг и консультирование работников на местности⁵⁴. В то же время это требует подготовки новой группы кадров, которые будут обладать междисциплинарными компетенциями и цифровыми навыками.

⁵² Перемещение центра мирового экономического роста в Азиатско-Тихоокеанский регион также обозначено в качестве вызова, стоящего перед национальной энергетической отраслью в Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации.

В Государственной программе «Развитие энергетики» в числе задач также упомянута оптимизация пространственного размещения энергетической инфраструктуры, в рамках которой в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и в Арктической зоне Российской Федерации формируются нефтегазовые минерально-сырьевые центры, нефтегазохимические комплексы, расширяется инфраструктура транспортировки энергетических ресурсов.

⁵³ По данным Росстата.

⁵⁴ Источник: Shell Global.

На федеральном уровне данное направление находит отражение в Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации, выделяющей следующий вызов отрасли: «развитие и распространение прорывных технологий в сфере энергетики, в том числе технологий использования возобновляемых источников энергии, распределённой генерации электрической энергии, накопителей энергии, добычи углеводородного сырья из трудноизвлекаемых запасов, цифровых интеллектуальных технологий, энергосберегающих и энергоэффективных технологий на транспорте, в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве и промышленности»⁵⁵.

Использование прорывных технологий позволяет не только повысить темпы и эффективность процессов в рамках отдельных звеньев производственной цепочки, но и решить ряд параллельных стратегических задач, прежде всего в том, что касается ESG-повестки. Задачи по переходу к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике и рациональному природопользованию и энергетической эффективности входят в число приоритетов энергетической политики Российской Федерации, отражённых в Государственной программе «Развитие энергетики»⁵⁶.

Системной проблемой для Красноярского края стало падение производительности труда нефтегазовой отрасли: падение с 225 млн руб. отгруженной продукции и услуг на одного занятого в секторе в 2017 до порядка 90 млн в 2021 г.⁵⁷ Темпы роста нефтегазового сервиса, равно как и скорость внедрения технологий в нефтегазовую отрасль Красноярского края, также имели негативную динамику в последние годы, что связано с падением цен на сырьё. Объём производства и услуг в данном секторе упал с 120 млн руб. в 2017 г. до 50 млн руб. в 2021 г.⁵⁸

План действий для Красноярского края

В настоящий момент формируется отраслевой спрос на компании, которые будут предоставлять услуги, снижающие стоимость и повышающие рентабельность добычи, в том числе с точки зрения развития технологий добычи попутного лития. В условиях переноса логистических центров на восток страны для региона критическую важность приобретает также развитие услуг транспортировки оборудования и сырья, в том числе в сложных климатических условиях. Для этого в регионе необходимо сформировать благоприятную экосистему, которая привлечёт такие компании. Такая система может быть выстроена на основе ИНТЦ, в рамках направления деятельности «Технологии для нефтегазодобывающего сектора». Для поддержки наукоёмких компаний, которые будут заняты в технологиях добычи попутного лития на нефтегазовых месторождениях края, в рамках ИНТЦ предусмотрено развитие отдельного поднаправления «Технологии добычи лития и других редкоземельных металлов» (подробнее в разделе 5.3).

⁵⁵ Указ Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216.

⁵⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 321.

⁵⁷ Расчёты по данным национальных статистических агентств.

⁵⁸ По данным Росстата.

При этом формат, в котором будет происходить развитие сектора нефтегазового сервиса, не должен дублировать существующие структуры. Ведущими региональными центрами в нефтегазовой отрасли являются Институт нефти и газа Сибирского федерального университета и институт ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть» (ПАО «Роснефть»). Выходу на следующий уровень развития высокотехнологичных секторов нефтегазового комплекса может способствовать создание на территории Красноярского края хаба нефтегазовых сервисных компаний нового поколения, базирующихся на прорывных технологиях, включая технологии искусственного интеллекта, цифровых двойников, технологии дистанционного зондирования Земли, облачные технологии, биотехнологии и другие. Задача здесь выходит за рамки стратегии импортозамещения в плоскость импортоопережения. Акцент ставится на предложении качественно новых решений повышения рентабельности региональной ресурсной базы. Партнёрской организацией в данном процессе может стать ведущий образовательный и научный центр в области нефти и газа – Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина.

Для решения задачи подготовки квалифицированных кадров в индустрии на базе Сибирского федерального университета может быть создан центр гибридных профессий в энергетическом секторе, подразумевающих объединение в одном отраслевом специалисте взаимодополняющих инженерных и цифровых навыков и знаний, а также т.н. зелёных компетенций (экологический менеджмент, экоаудит и др.). Источником привлечения ресурсов для создания центра на уровне субъекта РФ будет региональная программа грантовой поддержки образовательных центров, осуществляющих деятельность в области горной металлургии, нефти и газа, производства радиоинженерного оборудования и автоматизации горно-металлургического производства.

Для реализации данного проектного направления также могут быть привлечены гранты Красноярского фонда науки. Меры поддержки цифровизации нефтегазового сектора на федеральном уровне также предусмотрены в рамках ведомственного проекта «Цифровая энергетика», ответственным за реализацию которого является Министерство энергетики Российской Федерации. В рамках проекта предполагается реализация трёх направлений по цифровизации отдельных секторов ТЭК, включая сектор нефти и газа.

Развитие зелёных компетенций и технологий нефтегазового сервиса, снижающих негативное воздействие на окружающую среду, как самостоятельное направление может выступить начальным этапом формирования хаба. С этой целью может быть создан R&D-Центр по экологии. Первые шаги в этом направлении предприняты ключевыми компаниями региона ПАО «НК «Роснефть».

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит около 400–600 млн руб. до 2035 г.: R&D центр по экологии – 200–400 млн руб., Инициатива по повышению рентабельности месторождений – 100–200 млн руб.⁵⁹

⁵⁹ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

Целевые результаты

Создание в Красноярском крае кластера нефтегазового сервиса, компании которого будут ориентироваться на разработку и трансфер технологий цифровизации отрасли, позволит добиться целевых результатов, предусмотренных ведомственным проектом «Цифровая энергетика». К ним относится повышение коэффициента извлечения нефти на цифровых месторождениях на 5–10 %, снижение операционных затрат в разведке и добыче на 10 %, капитальных затрат – на 15 %⁶⁰, а также сокращение сроков ввода новых крупных проектов до 40 % в долгосрочном периоде (к 2035 г.).

4.1.11. Технологии для Арктики

Проблематика

Освоение арктических территорий – это стратегическая задача федерального масштаба. Арктическая зона богата природными ресурсами, обеспечивает добычу более 80 % горючего природного газа и 17 % нефти (включая газовый конденсат) в Российской Федерации, а континентальный шельф является стратегическим резервом развития минерально-сырьевой базы страны. На арктических территориях (в том числе в Красноярском крае) сконцентрированы значительные запасы минеральных ресурсов, включая платиновые металлы, медно-никелевые руды, железо, фосфор, полиметаллы, золото, алмазы, титан, тантал, ниобий, флюорит, хром, марганец, слюду, молибден, вольфрам, ванадий.

Площадь Арктической зоны Красноярского края, включающей город Норильск, Таймырский Долгано-Ненецкий и Туруханский районы, а также 10 населённых пунктов Эвенкийского района, превышает миллион квадратных километров – более 46 % всей территории края и 23 % Арктической зоны России. На арктических территориях Красноярского края проживает 237 тысяч человек. Арктическая зона России формирует пятую часть доходов федерального бюджета и до 15 % ВВП страны.

Кроме того, потенциал Северного морского пути как транспортного коридора мирового значения, используемого для перевозки национальных и международных грузов, будет возрастать в результате климатических изменений и развития круглогодичного судоходства на протяжении всей акватории Северного морского пути. Он крайне важен и для внутреннего использования – как кратчайший морской путь между европейской частью страны и Дальним Востоком. Северный морской путь – важнейшая часть экономического комплекса Севера, развивается в рамках национального проекта модернизации транспортной инфраструктуры.⁶¹

⁶⁰ Ведомственный проект «Цифровая энергетика».

⁶¹ Национальный проект «Модернизация транспортной инфраструктуры», инициатива «Развитие Северного морского пути».

Развитие и освоение арктических территорий связано с рядом вызовов и ограничений:

- энергодефицитность северных и арктических территорий;
- низкая транспортно-логистическая доступность и слабое инфраструктурное развитие территорий (включая высокую стоимость строительства), а также неравномерность промышленно-хозяйственного освоения отдельных территорий Арктической зоны;
- снижение числа рентабельных запасов в Арктической зоне, в связи с ростом издержек на всех стадиях освоения природных ресурсов (от разведки до транспортировки);
- обслуживание оборудования и техники для Арктики, поддержание работоспособности имеющейся импортной техники и действующих технологий с минимальными затратами, создание собственных линий разработки и производства оборудования и техники для использования в Арктической зоне;
- обеспечение доступа к навигационным технологиям и системам связи, в том числе с использованием спутников;
- обеспечение комфортных условий для жизни и работы людей на северных и арктических территориях;
- климатические изменения, способствующие возникновению как новых экономических возможностей, так и рисков для хозяйственной деятельности и окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость проведения климатического и экологического мониторинга северных и арктических территорий, предупреждение экологических катастроф, удержание низкоуглеродной, экологически сбалансированной рамки развития, поскольку промышленная деятельность и судоходство ускоряют процессы глобального потепления.

Для решения указанных проблем и обеспечения ответственного развития Арктики, важно сбалансировать экономические интересы с охраной окружающей среды, научными исследованиями и учётом интересов коренных народов. Устойчивые и инклюзивные подходы и технологии, учитывающие долгосрочное воздействие как на окружающую среду, так и на население, необходимы для будущего Арктического региона, в том числе в Красноярском крае⁶².

На федеральном уровне реализуется «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года»⁶³, которая предусматривает широкий круг мероприятий в Арктической зоне, в том числе разработку новых технических решений для преодоления технологических вызовов в области экономически эффективного, устойчивого

⁶² Постановление Правительства Красноярского края от 30 октября 2018 года № 647-п «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года».

⁶³ Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

и экологически чистого энергоснабжения промышленных и инфраструктурных объектов, повышение производительности и экологичности территорий.

Спектр арктических исследований и технологий, востребованных в условиях Крайнего Севера достаточно широк: от производства мелкосерийного измерительного оборудования, востребованного для мониторинга окружающей среды до решений в области морозоустойчивых технологий, применимых в добыче полезных ископаемых, строительстве, связи и транспорте.

План действий для Красноярского края

Красноярский край – самый крупный по занимаемой площади арктический субъект Российской Федерации, он обладает значительным научно-технологическим заделом и может взять на себя реализацию ряда задач технологического развития в целях освоения Арктической зоны.

В рамках реализации проекта предполагается формирование штаба (проектного офиса) для реализации федеральной программы исследований и технологий для Арктической зоны на базе Сибирского федерального университета, который будет координировать и вести сетевые межрегиональные исследовательские проекты.

Реализация исследовательской программы Красноярского края для нужд Арктики будет вестись в форме сетевой распределённой лаборатории в Красноярске, Норильске и Железногорске. Город Норильск станет опорным центром развития технологий и научно-технологических сервисов для освоения Арктики.

Пилотными проектами исследовательской программы на базе сетевой лаборатории станут:

- 1) разработка рентабельных технологий добычи руд удалённых месторождений, расположенных в арктических территориях, география которых усложняет процесс извлечения металлов. В частности, разработка безлюдных технологий разведки и добычи полезных ископаемых, а также разработка мобильных модульных добывающих установок;
- 2) развитие технологий переработки промышленных отходов в условиях низких температур, в том числе с использованием биотехнологических методов. Внедрение методов окисления промышленных отходов бактериями и других методов переработки отходов, в том числе для извлечения редких металлов;
- 3) разработка технологий и контрольно-измерительной аппаратуры для контроля состояния объектов промышленной и гражданской инфраструктуры. Проект предполагает реинжиниринг семейства датчиков и приборов, которые востребованы в мелкосерийном или даже штучном виде (для эксплуатации в условиях Арктики);
- 4) ТИМ-проектирование в условиях Арктики: проектирование, строительство и эксплуатация жилых и промышленных зданий, комфортной городской среды в условиях Арктической зоны на основе моделирования, разработка методик

и программного комплекса по моделированию взаимодействия сооружений с многолетнемёрзлыми грунтами и возможных изменений геокриологических условий в результате строительства и эксплуатации сооружений, проектирования снегозащитных систем. Проект будет реализован в том числе при создании в г. Норильске научно-исследовательского центра технологий строительства и мониторинга состояния зданий и сооружений на северных и арктических территориях⁶⁴;

- 5) технологии вертикальных ферм в Арктике и исследование арктических агротехнологий для решения задач продовольственных потребностей удалённых территорий с трудными условиями логистики (территории, на которых невозможно выращивание культур классическими методами), включая определение и адаптацию подходящих к условиям Арктики технологий, внедрение нескольких вертикальных ферм для производства листовых овощей, аэропонное производство семенного картофеля (мини-клубней) в Арктике;
- 6) технологии для нефтегазодобывающего сектора – разработка решений для доступа к трудноизвлекаемым запасам нефти: месторождения Красноярского края располагаются преимущественно в географически удалённых северных зонах, в их число входит месторождение крупнейшего в нефтегазовой отрасли проекта по добыче углеводородов «Восток Ойл»;
- 7) разработка технологий БАС для Арктики, включая разработку технологических, программных решений, конструктивных элементов БАС для применения в арктических условиях, технологии доставки грузов и почты с помощью БПЛА, в том числе в удалённые и труднодоступные районы Арктики;
- 8) в рамках развития лесоклиматических проектов планируется создание национального центра компетенций, который позволит сформировать модельные сценарии для различных типов природных и антропогенно нарушенных экосистем азиатской части России, в частности Арктической зоны. Разработанные методики измерения углеродного баланса позволят масштабировать подобные проекты на другие арктические регионы, например, использование БАС в части экологического и лесного мониторинга северных и арктических зон;
- 9) разработка технологий сборно-монолитного домостроения, деревянного домостроения из CLT-панелей и алюминиевых панелей, разработка комбинированных каркасно-панельных систем для районов с высокими ветровыми нагрузками, навесных фасадных систем, теплоизоляционных материалов для применения в жилом и промышленном строительстве, в условиях Арктики;
- 10) создание полного технологического цикла разработки и производства собственных новых видов порошков для 3D-печати, материалов и изделий высокой морозостойкости.

⁶⁴ Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

Общий объем финансирования, необходимый для данного направления работ, составит до 700 млн рублей до 2035 г., на запускающие мероприятия первого года потребуются 100 млн рублей⁶⁵.

Целевые результаты

Результаты для экономики Красноярского края: создать до 50 новых высокопроизводительных рабочих мест в области научных исследований и разработок; Красноярский край станет регионом-лидером в тематике развития арктических территорий на федеральном уровне.

Создание и централизация данного направления в формате штаба для реализации федеральной программы исследований и технологий для Арктической зоны на базе Сибирского федерального университета, позволит привлечь в регион высококвалифицированные кадры и дополнительно аккумулировать исследовательские компетенции в городе Норильск, что способствует реализации комплексных мер социально-экономического развития города Норильска до 2035 года и Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года.

Сформированный арктический кластер на базе штаба позволит развить существующую минерально-сырьевую базу с помощью решения проблем энергетики, логистики и привлечение научных кадров, создав задел для формирования будущих мегапроектов.

4.1.12. Перспективные научные проекты

Перспективные научные проекты могут быть переведены в число флагманских проектов при выполнении ряда условий, в том числе при наличии поддержки частным и государственным федеральным и региональным финансированием, наличии перспектив выхода инициативы на окупаемость и прибыль, а также если предлагаемая инициатива способствует реализации инвестиционных проектов в приоритетных отраслях промышленности Красноярского края.

4.1.12.1. Химические исследования и технологии

Проблематика

Основными тенденциями в мировой химической промышленности можно назвать рост потребления и расширение области применения химической и нефтехимической продукции в деятельности человека. По многим показателям рост рынка является небольшим, но стабильным – порядка 6,2 % в период с 2022 по 2031 год⁶⁶. На отечественном рынке чуть менее оптимистичные цифры: если последние 12 лет химическая промышленность демонстрировала интенсивный рост (на 2021 год – 6 %),

⁶⁵ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

⁶⁶ Источник: отчет Allied Market Research.

то в 2022 году рост сменился снижением. За восемь месяцев 2022 года экспорт продукции химической отрасли из России сократился на 25 %.

Поскольку химическая промышленность является значимой отраслью, которая испытывает спад производства, решением Правительства Российской Федерации в 2022 году химическая отрасль была включена в пул проектов по критическим направлениям импортозамещения до 2030 года, где заняла наибольшую долю (33 %).

В 2016 году была принята Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года⁶⁷, в рамках которой предусмотрена модернизация действующих химических и нефтегазовых производств с целью повышения эффективности производства и снижения экологической нагрузки. Основная задача документа – увеличение внутреннего спроса на продукцию химического и нефтехимического комплекса. Кроме этого, обозначен ряд задач: развитие транспортно-логистической инфраструктуры, ресурсно-сырьевого и топливно-энергетического обеспечения химического комплекса, повышение инновационной активности предприятий химического комплекса.

На территории Красноярского края находятся предприятия химической промышленности, такие как: Ачинский нефтеперерабатывающий завод (производство бензина и нефтепродуктов); Красноярский завод синтетического каучука (производство каучуков); Красноярский шинный завод (производство автомобильных и авиационных шин). Потенциал развития химической промышленности в Красноярском крае связан как с расширением деятельности этих предприятий, так и с созданием новых – в виду газификации территории региона, разработки новых месторождений нефти и газа и прокладки по территории региона нефте- и газопроводов (строительства на территории региона газопровода «Сила Сибири – 2»), поиск рынков сбыта для продукции которых остаётся на повестке дня.

План действий для Красноярского края

Красноярский край имеет возможности для развития химического и нефтехимического комплекса: в регионе действуют компании – участники рынка, имеются исследовательские компетенции, существует запрос на развитие рынка на федеральном уровне.

Реализация флагманского проекта позволит обеспечить формирование в регионе научно-технологических заделов для создания инновационных химических производств (нефте- и газохимия, агрохимия, лесохимия и др.).

Настоящей Концепцией предусмотрено создание в регионе инновационного кластера в химической и нефтехимической промышленности, который будет включать три основных сегмента: 1) комплексная переработка отходов и технологии получения химических веществ из углеводородного сырья для создания упаковочных материалов, 2) агрохимия, удобрения для сельского хозяйства и «зелёная химия»; 3) развитие предприятий нефтехимии.

⁶⁷ Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года.

Для внедрения передовых химических технологий необходимо создание современной научно-производственной инфраструктуры, деятельность которой способна внести существенный вклад в реализацию государственных планов развития химической промышленности и нефтегазового комплекса страны. Регион может стать пилотной площадкой для применения инновационных технологий, организовав опытный мини-завод на базе научных организаций региона. Это позволит масштабировать сектор экономики, связанный с разработкой и производством продуктов химической отрасли. Подобную практику можно будет применять в других регионах.

Перспективными научно-технологическими направлениями и производственными нишами для центра могут стать:

- газификация: переработка (химия углеводородов) и инфраструктура для газификации населённых пунктов, а также строительство газохимических производств разной тонажности);
- производство комбикормов из природного газа;
- лесохимические разработки и технологии производства химических веществ для отбеливания бумаги;
- решения в области химии и удобрений, адаптированных под местные условия;
- получение инертных газов для электронной промышленности;
- исследования и проектирование развития транспортной инфраструктуры, влияющей на развитие химической промышленности Российской Федерации.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит до 800 млн рублей до 2035 г., на запускающие мероприятия первого года потребуется 200 млн рублей⁶⁸.

Целевые результаты

Результаты для экономики Красноярского края: создать до 100 новых высокопроизводительных рабочих мест в области научных исследований и разработок; нарастить объёмы внутренних затрат на НИОКР по тематике химических исследований и химического инжиниринга дополнительно на 300–500 млн рублей в год к 2030 г.

4.1.12.2. Медицинские технологии

Проблематика

По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время около 2,4 млрд человек в мире страдают заболеваниями, при которых показана реабилитация. В Российской Федерации около 9 % (до 12 млн человек) от общего количества населения составляют лица с ограниченными возможностями здоровья, каждый из них потенциальный потребитель средств и услуг по реабилитации. При

⁶⁸ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

этом потенциальными потребителями рынка технологий реабилитации в России являются почти 60 млн человек, которые так или иначе испытывают различные ограничения по состоянию здоровья. Реабилитация направлена на помощь детям, взрослым и пожилым людям в достижении максимальной автономии в повседневной жизни, а также в обеспечении возможности получения образования, работы и занятий досугом, выполнения важных социальных функций. В этих целях с человеком и его семьёй проводится работа по лечению сопутствующих заболеваний и устранению их симптомов, изменению условий проживания для более полного удовлетворения их потребностей с использованием ассистивных технологий, обучения навыкам оказания самопомощи и адаптации к повседневным задачам.

Стратегией развития здравоохранения Российской Федерации до 2025 года фиксируется задача по развитию медицинской реабилитации. На данный момент система здравоохранения не обеспечивает в полной мере потребности пациентов в реабилитации (по данным на 2017 год, медицинская реабилитация проводилась только в 1,5 % случаев из всех случаев лечения). Программа государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи по ОМС на 2023 год, а также 2024 и 2025 годы фиксирует особую роль медицинской реабилитации. Предполагается увеличить средние нормативы финансирования медпомощи по этому направлению, увеличив объём соответствующей медицинской помощи в два раза. Согласно задачам программы медицинская реабилитация должна стать доступной не менее чем для 1 млн жителей России.

Общий объём рынка продукции реабилитационной направленности в России составлял в 2022 году примерно 72,2 млрд рублей, из них почти 36 млрд – это объём российского производства. Пандемия COVID-19 привела к резкому ускорению использования «телереабилитации» и цифровых медицинских решений для реабилитации и абилитации.

Научно-технологический сектор Красноярского края имеет компетенции и научные заделы в области медицины (в том числе цифровой медицины и технологий диагностики заболеваний, а также реабилитации и абилитации). Географическое положение Красноярского края и имеющиеся заделы делают регион потенциально привлекательной точкой для размещения центра удалённой поддержки и сопровождения пациентов из макрорегионов Сибири и Дальнего Востока. Он может стать одним из центров для медицинской реабилитации пациентов из регионов Сибири и Дальнего Востока.

План действий для Красноярского края

Решение задач по расширению доли пациентов, прошедших реабилитацию, возможно при развитии цифровых технологий для медицинской реабилитации в рамках сетевого распределённого центра медицинской реабилитации на базе «Профессорской клиники» Красноярского государственного медицинского университета при участии других организаций здравоохранения края.

Для развития цифровой медицины, аддитивных медицинских технологий и реинжиниринга медицинского оборудования востребовано формирование на территории региона экспериментального правового режима с целью отработки перспективных законодательных изменений в области регулирования сертификации цифровых технологий и устройств для удалённой реабилитации и абилитации. Дополняющими мерами поддержки могут стать гранты Краевого фонда науки, механизмы поддержки со стороны КГАУ «КРИТБИ». Впоследствии деятельность центра может быть расширена за счёт аддитивных технологий для реабилитации и разработки биополимеров медицинского назначения. Реализация таких форматов позволит выстроить в Красноярском крае условия для развития экономики данных.

Область научно-технологической специализации сетевого центра медицинской реабилитации включает исследования и разработки по направлениям:

- технологии удалённой реабилитации и абилитации;
- реабилитация при нейродегенеративных заболеваниях;
- цифровые технологии и «бережливая клиника»;
- методы диагностики онкологических заболеваний;
- молекулярные исследования на тканях, клетках и органах;
- медицинская генетика и фармакогенетика, аптамеры;
- разработка новых лекарственных средства и препаратов, включая аналоги существующих препаратов (в том числе для задач развития фармацевтической промышленности в крае);
- развитие технологий сбора, хранения и анализа медицинских данных, разработка цифровых сервисов поддержки принятия решений с использованием искусственного интеллекта;
- биополимеры медицинского назначения;
- аддитивные технологии в медицине.

Для отработки технологий на базе одной из задействованных региональных организаций здравоохранения должна быть предусмотрена реализация опытного полигона.

Сетевой центр медицинских технологий также будет отвечать актуальным федеральным задачам, в том числе формируемым в рамках: поручения Президента Российской Федерации Пр-800, п. 2 «е») – Правительством Российской Федерации ведётся проработка комплексной программы развития биомедицинских технологий, предусматривающих использование результатов научных исследований для решения задач в сфере демографии, включая увеличение продолжительности жизни, укрепление здоровья и увеличение периода активной трудоспособности населения Российской Федерации в разных возрастных группах; поручения Президента Российской Федерации Пр-648, п. 2 «б») по реализации комплекса мер, направленных на создание условий для расширения производства протезов и поддержку малых предприятий в этой сфере.

Общий объем финансирования, необходимый для данного направления работ, составит около 300 млн рублей до 2035 г.: Исследовательский центр – 200 млн рублей, Опытный полигон на базе поликлиники больницы – 100 млн рублей⁶⁹.

Целевые результаты

Формирование в регионе сетевого центра удалённой реабилитации потенциально позволит создать до 100 новых рабочих мест, которые обеспечат удалённую реабилитацию до 5 тысяч пациентов в год. Это обеспечит рост ожидаемой продолжительности жизни, рост доли лиц с ОВЗ и инвалидов, систематически занимающихся спортом, а также позволит расширить период активной жизни лиц пенсионного возраста.

4.1.12.3. Технологии беспилотных авиационных систем

Проблематика

Объём мирового рынка беспилотных авиационных систем (далее – БАС) в 2021 году оценивался до 26,3 млрд долл. США. Ожидается что объём рынка достигнет 41,3 млрд долл. США к 2026 году со среднегодовым ростом в 9,4 %⁷⁰. По количеству БАС Россия занимает 0,3 % в общем объёме мирового рынка БАС. При этом по совокупной стоимости продукции и услуг доля России в мировом рынке БАС составляет 2 % (9,5 млрд рублей). Ожидается, что к 2025 году доля вырастет до 3 %. Технологии БАС наиболее востребованы в энергетическом секторе (14 % от общего объёма рынка услуг), строительстве (12 %) и сельском хозяйстве (9 %). Наиболее популярные виды услуг, оказываемых с помощью БАС: геодезия и картография (35 %), мониторинг (25 %), фото- и видеосъёмка (10 %).

Использование БАС – одно из перспективных направлений развития авиатранспортной отрасли. Развитие беспилотных воздушных средств является актуальной задачей в рамках Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года. Одним из показателей стратегии является рост доли беспилотных воздушных средств для перевозок в направлении удалённых и труднодоступных территорий до 50 %⁷¹. Это является актуальной задачей и для Красноярского края, так как в регионе 114 населённых пунктов из 21 района отнесены к отдалённым и труднодоступным территориям⁷². Внедрение БАС в транспортную систему и логистику обеспечит безопасность перевозок, высокую скорость, позволит повысить экономическую эффективность, наладить сообщение с труднодоступными территориями и снизить экологическую нагрузку. В будущем БАС будут широко применяться в логистике

⁶⁹ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

⁷⁰ По данным Drone Industry Insight на апрель 2022 года.

⁷¹ Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года.

⁷² Постановление Правительства Красноярского края от 28.04.2020 года № 286-п «Об утверждении перечня удалённых и труднодоступных территорий Красноярского края».

и доставке грузов. На данный момент появляются беспилотники, которые могут перевозить около 100 кг груза, что делает этот процесс экономически рентабельным.

Другим перспективным направлением является развитие технологий гибридной геологоразведки с применением БАС и дистанционного зондирования Земли. Этот метод позволяет более оперативно и экономически выгодно в сравнении с традиционной аэрофотосъёмкой и наземными методами проводить оценку и мониторинг месторождений. Среди преимуществ использования данного метода – высокое разрешение (качество) снимков, меньшая зависимость от погодных условий (по сравнению с традиционной аэрофотосъёмкой).

Такой метод позволяет работать с особой спецификой месторождений в Красноярском крае – неоднородностью территорий, разнообразием геологии (карбонатные коллектора, рифы, огромные массивы известняка), поэтому для каждого месторождения возникают свои технологические задачи. Наиболее актуальны технологии БАС для геологоразведки на северной части региона. Для этой части характерна низкая изученность недр, большие расстояния между профилями, низкий уровень и точность прогноза запасов. Спрос на решения по добыче трудноизвлекаемых углеводородов постоянно растёт из-за ухудшения качества запасов на месторождениях. Технологии БАС играют важную роль в процессе решения данной проблемы, помогая выявлять потенциально нефтеносные зоны или оценивать участки для строительства.

Кроме решения обозначенных задач, БАС активно применяются для мониторинга промышленных объектов (в том числе линейных), транспортной инфраструктуры, лесов, сельскохозяйственных полей, для оценки последствий стихийных бедствий (лесных пожаров, разливов рек, оползней). Эти и многие другие задачи актуальны в том числе на территории Красноярского края. Также остаются нерешёнными вопросы развития собственных компетенций внутри страны, импортозамещения, развития нормативно-правового регулирования использования беспилотного транспорта. На уровне Правительства Российской Федерации поддерживаются проекты применения БАС в рамках экспериментальных правовых режимов (тестовых полигонов). На федеральном уровне принята Стратегия развития беспилотной авиации до 2030 года⁷³ и на перспективу до 2035 года и соответствующий национальный проект «Беспилотные авиационные системы».

План действий для Красноярского края

Красноярский край имеет все возможности для включения в национальный проект по развитию БАС: в регионе действуют технологические компании – участники рынка БАС⁷⁴, в университетах имеются компетенции по сборке и применению БАС в исследовательских целях, имеется запрос на услуги мониторинга с помощью

⁷³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2023 года №1630-р

⁷⁴ Например, ООО НПП «АВАКС-ГеоСервис»

БАС от промышленности региона. Сотрудничество с Республикой Хакасией и Тывой в рамках НОЦ «Енисейская Сибирь» будет продолжено и в рамках данного проекта. Енисейская Сибирь обладает уникальными географическими условиями для разработки, испытаний и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов: от Арктики до горной местности Тывы и резко континентального сухого климата.

В Красноярском крае в рамках проекта будет сформирован аккредитованный Росавиацией Енисейский научно-производственный центр (далее – НПЦ) по технологиям БАС, в т.ч. для северных и арктических территорий, а также для южных горных и степных территорий.

Цель – формирование долгосрочного внутри регионального рынка услуг беспилотных авиационных систем широкого функционального ряда и специализации. Ключевые задачи НПЦ: 1) расширение практики использования беспилотных летательных аппаратов для государственных и муниципальных потребностей, в том числе по направлениям: мониторинг лесов, борьба с лесными пожарами, сельское хозяйство, экология и рациональное природопользование, строительство и транспорт, безопасность дорожного движения, повышение эффективности управления государственным и муниципальным имуществом; 2) расширение использования беспилотной авиации крупными ресурсными компаниями, реализующими инвестиционные и производственные проекты на территории комплексного инвестиционного проекта «Енисейская Сибирь».

НПЦ создаётся при участии Сибирского федерального университета, Сибирского государственного университета науки и технологий им. Решетнёва, Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», ООО НПП «АВАКС-ГеоСервис», ООО «СпецЭлектродСервис», ООО «Текра», ООО «Ледмастер», ООО «Таргет-Агро», ООО «Авиакомпания «Борус», «Малые спутниковые системы», ООО «И.Ц. «РОСТ», АНО «Проектный офис развития территорий» и др. Технологическими и промышленными партнёрами НПЦ могут стать госкорпорации ПАО «НК Роснефть» и ПАО «Газпром нефть».

Создаваемый региональный НПЦ включает в себя:

- 1) лётно-экспериментальный комплекс БАС для отработки и апробации технологических и программных решений и прототипов летательных аппаратов, включающий специальную инфраструктуру: дронопорты, посадочные площадки, полигоны, ЦУП, цифровые площадки, центры обработки данных (ЦОД);
- 2) лабораторный, исследовательский и сертификационный центр для разработки материалов, конструктивных элементов, электроники и программного обеспечения для БАС, сертификации БПЛА;
- 3) производственные линии и ресурсный центр коллективного пользования для прототипирования, макетирования, цифрового моделирования, производства и сборки БПЛА;

- 4) учебный центр для обучения специалистов работе с БАС и применению их для решения задач индустрии.

Перспективные направления исследований и разработок:

- технологии геологоразведки с применением БАС;
- гибридные методы съёмки (комбинирование БАС и спутниковых средств дистанционного зондирования Земли);
- сбор и обработка картографических данных – разработка слоёв геоинформационных систем на основе карт магнитных полей, состава почв, углекислого газа, азотного и водного циклов, инфраструктуры и других параметров;
- оптимизация маршрутов для полётов БПЛА на основе собираемых картографических данных;
- интегрирование систем и сервисов наземной, воздушной и космической связи;
- разработка технологий искусственного интеллекта для межмашинного взаимодействия;
- разработка легковесных материалов и сплавов для БАС, в том числе на основе алюминия;
- разработка технологических, программных решений, конструктивных элементов БАС для применения в арктических условиях;
- дизайн и прототипирование электронно-компонентной базы для БАС;
- доставка грузов и почты, в том числе в удалённые и труднодоступные районы Арктики;
- разработка систем навигации и автономного полёта для БАС.

Образовательное направление может быть развито в рамках программы сотрудничества ПАО «Газпромнефть» «Лига вузов». Сибирский федеральный университет является участником корпоративной программы в Красноярском крае. На базе университета может быть запущена совместная магистерская программа подготовки инженерных кадров для работы с БАС в секторах нефтегазодобычи и горнометаллургического комплекса.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, до 2035 года составит около 4 млрд рублей, 1785,4 млн из которых – затраты при создании НПЦ, ежегодное финансирование для эксплуатации – 221 млн рублей⁷⁵.

Целевые результаты

Формирование в Красноярском крае научно-производственного центра по беспилотным летательным аппаратам позволит к 2030 году создать до 180 новых высокопроизводительных рабочих мест; обеспечить рост объёма услуг БАС в регионе до 700 млн руб. в год, а объём отгрузки БПЛА – до 900 млн руб. в год.

⁷⁵ Оценка на основе анализа референтных кейсов.

4.1.12.4. Исследования и разработки для лесопромышленного комплекса

Проблематика

Актуальными задачами развития лесопромышленного комплекса в мире являются: повышение рентабельности отрасли и глубины переработки сырья, сглаживание экологических последствий, развитие импортозамещающих технологий и комплектующих, необходимых для функционирования ЛПК. Одна из важных проблем в сфере повышения рентабельности и эффективности предприятий ЛПК – низкий съём древесины с одного гектара. В России среднегодовой объём древесины, заготавливаемой на гектар леса, составляет 0,98-1,2 кубометра, что значительно ниже среднемирового показателя в 2,8 кубометра на гектар⁷⁶, несмотря на то что Россия имеет самую большую площадь лесов⁷⁷. На это влияет ряд факторов:

- недостаточный уход за лесом для повышения его продуктивности, а именно низкая эффективность лесовосстановления;
- недостаточная эффективность системы охраны и защиты лесов (лесов в России выгорает больше, чем вырубается⁷⁸);
- проблемы с учётом лесных ресурсов, лесоустройством (недостаточность данных).

Красноярский край обладает значительными запасами лесных ресурсов – 45,1 % территории региона покрыты лесами⁷⁹. Общий запас древесины в крае составляет 14 % от общероссийского объёма. В секторе ЛПК региона работает порядка 1,5 тысячи предприятий, на которых занято до 40 тысяч человек. В лесном фонде преобладает ценная древесина хвойных пород, которые богаты природными смолами, что делает сырьё влагостойким и устойчивым к гниению и заражению грибками. Однако динамика лесного фонда свидетельствует об ухудшении качественного состава лесов. Это объясняется антропогенными и природными факторами: рубки леса, пожары и очаги вредителей леса и другое. По оценкам экспертов, сохранение экстенсивной формы лесопользования может негативно сказаться на состоянии и динамике лесного фонда.

По интенсивности официальной заготовки древесины⁸⁰ Красноярского край занимает средние позиции среди других регионов. Уровень интенсивности лесопользования в регионе – 0,2 кубометра на гектар (для сравнения у лидера рейтинга Вологодской

⁷⁶ Источник: Оценка глобальных лесных ресурсов (FAO) в 2020 году.

⁷⁷ Лескинен П., Линднер М., Веркерк П.Й., Набуурс Г.Я., Ван Брусселен Й., Куликова Е., Хассегава М. и Леринк Б. (ред.) 2020. Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука 11. Европейский институт леса.

⁷⁸ Источник: Коммерсантъ. 2021. 15 июня.

⁷⁹ По данным Федерального агентства лесного хозяйства.

⁸⁰ Статистика Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) за 2021 год.

области – 1,8 кубометра на гектар)⁸¹. Несмотря на объективно сложившиеся факторы, влияющие на этот уровень, необходима реализация системы мероприятий в науке и технологиях, которые способны сделать вклад в рост этого показателя.

Развитие лесопромышленного комплекса – один из приоритетов промышленной политики страны. В рамках Стратегии развития лесопромышленного комплекса Российской Федерации до 2030 г. поставлены задачи по повышению к 2030 г. вклада ЛПК в ВВП с 0,74 % до 1,5 %, а также рост занятости в секторе до 820 тыс. человек. На федеральном уровне развитию сектора ЛПК уделяется внимание в рамках поручений Президента Российской Федерации, в том числе по поручениям Пр-562, п.1г)-2 «повышение уровня обработки и переработки древесины, а также масштабирования технологических цепочек получения продукции из древесины с высокой долей добавленной стоимости» и Пр-562, п.1в)-4 «дополнительная поддержка производителей, использующих в лесной промышленности оборудования и комплектующих, в том числе в части, касающейся выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ». При реализации настоящей Концепции это определяет приоритеты научной-технологической политики в части повышения глубины переработки древесины, а также импортозамещения недостающего оборудования и комплектующих в лесной промышленности.

С учётом трендов устойчивого развития в мире развивается эко-строение домов из бруса и других видов древесины. Такие дома требуют гораздо меньше ресурсов для поддержания тепла в зимнее время. В России также набирает силу этот тренд: уже построено свыше пятидесяти предприятий, производящих клеёный брус и LVL-панели (пиломатериал из слоёного шпона). Также реализуется производство других популярных материалов, применяемых в разных сферах: древесно-пластиковых композитов, термически модифицированной древесины, тканей из бамбука, вискозы.

План действий для Красноярского края

Решение обозначенных производственных задач возможно при формировании научно-производственного и инжинирингового кластера, включающих центр обратного инжиниринга изделий и компонентов для техники в ЛПК, полигона для апробации новых решений для лесовосстановления и защиты лесопосадок, центров технологий глубокой переработки древесины и центров цифрового мониторинга лесных ресурсов Красноярского края.

Перспективные направления исследований и разработок:

- 1) технологии мониторинга состояния лесов: спутники и БАС; 3D-карты и ГИС-технологии учёта, контроля, лесоустроительных работ; «точное лесопользование»; цифровые модели ландшафтов и лесных ресурсов;

⁸¹ Соколов В.А., Втюрина О.П., Соколова Н.В. Лесные ресурсы Красноярского края: перспективы и ограничения использования // Сибирский лесной журнал. 2021. №. 4. С. 24–33.

- 2) производственные технологии для ЛПК: лесное семеноводство; машины и механизмы для посадок, ухода, рубок и других работ в лесу; цифровизация управления производством; технологии полной переработки древесины (в том числе низкосортной древесины и отходов); цифровизация, 3D-модели и 3D-дизайн в производстве пиломатериалов; лесные биотехнологии, биорефайнинг древесины; биологические средства защиты растений (биопестициды, биоинсектициды), бесхлорное и безотходное целлюлозно-бумажное производство; оборудование для лесохимии;
- 3) новые продукты и области применения древесины: биоразлагаемые полимеры, композиты, наноцеллюлоза, лигноцеллюлоза и др.; в мебели, в строительстве на основе дерева; решения для деревянного домостроения.

Поскольку задачи по повышению рентабельности съёма древесины и глубины переработки древесного сырья в ЛПК стоят перед многими регионами, необходима кооперация в части создания отечественной линейки машин и механизмов для работ в лесу, проектирования оборудования для переработки древесины, а также в части создания новых продуктов, расширения спектра существующей продукции, что отчасти отражено в плане мероприятий по импортозамещению в ЛПК⁸².

Источником бюджетных средств для поддержки создания центра обратного инжиниринга изделий и компонентов для техники в ЛПК (в частности, оборудования для лесохимии) могут стать гранты на создание инжиниринговых центров, предоставляющих проектно-конструкторские и расчётно-аналитические услуги, предусмотренные Постановлением Правительства России от 1 августа 2020 года №1156, а также другие механизмы. Со стороны региона Красноярским краевым фондом науки может быть инициирован конкурсный отбор на гранты для поддержки развития исследований и разработок для ЛПК.

Общий объём финансирования, необходимый для данного направления работ, составит около 600-800 млн рублей до 2035 года, в т.ч. центры обратного инжиниринга для ЛПК – 300-500 млн рублей⁸³.

Целевые результаты

Формирование в Красноярском крае научно-исследовательских лабораторий и инжиниринговых центров для нужд лесопромышленного комплекса позволит к 2030 году нарастить внутренние затраты на исследования и разработки до 300-400 млн в год, обеспечить создание до 100 новых высокопроизводительных рабочих мест.

⁸² Приказ Минпромторга России от 23.07.2021 № 2746 «Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению в лесопромышленном комплексе Российской Федерации».

⁸³ Оценка на основе анализа референтных кейсов

4.1.12.5. Прочие перспективные направления и тематики

Научно-технологическое развитие Красноярского края в долгосрочной перспективе может быть связано с реализацией проектов и программ и по ряду других направлений, которые могут быть оформлены в статусе флагманских. К таким перспективным направлениям и тематикам можно отнести:

- 1) технологии и разработки для электротранспорта, включая разработку и производство аккумуляторных батарей, материалов для корпусов, электронных компонентов для автомобилей и др. Развитие данного направления в Красноярском крае возможно при локализации сборочных линий электротранспорта и формировании кластера производителей комплектующих и компонентов для производства электромобилей. Основные преимущества Красноярского края: наличие сырьевой базы цветных, редкоземельных металлов; выгодное транспортно-логистическое положение с точки зрения близости к потенциальным зарубежным партнёрам, инвесторам; наличие широкого круга компетенций в области машиностроения в образовательных и научных организациях региона;
- 2) технологии и производственные линии для освоения месторождений лития, геологоразведка и цифровое моделирование рудных и техногенных литийсодержащих месторождений, а также извлечения лития и других редкоземельных металлов из попутных нефтяных вод. Направление возможно реализовать при участии ПАО «НК Роснефть» как ключевого индустриального заказчика и владельца попутных нефтяных вод и при участии ПАО «Химико-металлургический завод» как технологической площадки, Института химии и химической технологии в составе Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН»;
- 3) технологии для транспортно-логистического сектора (включая авиационный, морской, речной и железнодорожный транспорт). Пересборка транспортно-логистических цепочек в стране и усиление партнёрских связей со странами Восточной и Средней Азии естественным образом повышает востребованность и значимость Красноярского края как транспортно-логистического узла. Близость аэропорта г. Красноярск к речным, автодорожным и железнодорожным транспортно-логистическим коридорам создаёт условия для развития мультимодального транспортно-логистического узла. Опыт создания аналогичных проектов за рубежом показывает высокий потенциал размещения здесь сопутствующих наукоёмких сервисных видов деятельности, а также работающих в связке с ними научных центров. В частности, на территории узла могут быть локализованы центры разработки промышленного программного обеспечения, центры инжиниринга, реинжиниринга и мелкосерийного производства узлов и материалов для авиации. Здесь могут разместиться центры разработки для сектора транспорта и логистики, осуществляющие разработки в том числе в области смарт-контрактов, роботизации производственных процессов и безлюдных технологий, электронной

коммерции, электронных систем сопровождения мультимодальных перевозок, моделирования транспортных потоков и др. На территории транспортного узла может быть размещена инфраструктура хранения и обработки данных, потребность в которой будет возрастать одновременно с ростом цифровизации флота и связанных видов транспорта. Фактически узел может быть спроектирован как аэрополис с расширенной резидентурой ИТ-кластера. На базе транспортно-логистического хаба может быть реализован центр ремонта и обслуживания транспорта, включая оперативный реинжиниринг необходимых комплектующих. В целом данное направление должно быть реализовано при участии профильных технологических компаний, таких как «Аэрофлот» (в части развития авиахаба), «РЖД» (в части развития технологий и решений для ж/д транспорта и логистики), и др.;

- 4) технологии и разработки для атомной промышленности, в том числе: реинжиниринг деталей и компонентов для нужд атомного машиностроения, реализация замкнутого ядерного топливного цикла и др. Направление возможно реализовать при участии компаний атомной отрасли, локализованных на территории ЗАТО г. Железнодорожск и г. Зеленогорск. В рамках комплексного плана развития ЗАТО г. Железнодорожск предусматривает развитие атомных технологий в рамках деятельности ФГУП «Горно-химический комбинат»;
- 5) полимерные импортозамещающие технологии. Исследования и разработки в области полимерных материалов, технологий и инструментальной оснастки, литья полимерных масс под давлением (при участии ООО «Альфа»);
- 6) технологии, исследования и разработки для нужд электроэнергетики и энергетического машиностроения, в том числе цифровизации, автоматизации и повышения энергоэффективности энергетической промышленности;
- 7) исследования и разработки в области химического инжиниринга для формирования в регионе туковой промышленности (производство минеральных удобрений для сельского хозяйства);
- 8) другие научно-технологические направления, позволяющие обеспечить развитие существующих и появление новых научных школ, развития малого инновационного предпринимательства, появление рабочих мест, компаний и секторов экономики.

4.2. Поддержка перспективных научных школ

Механизмы поддержки научных коллективов, как уже существующие, так и планируемые к реализации, должны быть сфокусированы на решении ключевых вызовов и научно-технологических задач.

4.2.1. Заделные поисковые исследования

Задача сектора научных исследований – удержание лидерства по ключевым сегментам науки, в которой у региона сформированы компетенции, а также поиск новых прорывных направлений, возникающих за пределами традиционной

специализации края. Наука должна формировать фундаментальные заделы, которые обеспечат конкурентоспособность и устойчивость предприятий Красноярского края в будущем. Для этого необходимо развернуть работу по достижению и/или удержанию лидерства по следующим направлениям:

- исследования и разработки в нефтегазодобыче и нефтегазопереработке, в особенности по направлениям: расчёт углеродного следа, обеспечение экологической безопасности, цифровое моделирование месторождений, технологии работы с трудноизвлекаемыми запасами, беспилотные авиационные системы для геологоразведки, искусственный интеллект и др.;
- исследования и разработки в цветной металлургии: электрометаллургия, биометаллургия (включая биовыщелачивание и применимые для этой сферы алгоритмы машинного обучения), гидрометаллургия редкоземельных металлов (включая трансфер наукоёмкого опыта из сферы добычи драгоценных металлов), утилизация серы, вторичная переработка алюминия, вакуумная дистилляция, технологии электролиза и применение инертных анодов, обработка сейсмических данных (включая гибридные методы, позволяющие совмещать данные ДЗЗ, БАС и наземной сейсморазведки, в том числе с применением машинного обучения), подземное выщелачивание, морозоустойчивые производственные технологии для применения в арктических условиях и др.;
- биотехнологии: биоинжиниринг, биомаркеры, биополимеры медицинского и бытового назначения, молекулярная биология, биоинформатика, управление ассоциациями бактерий, биометаллургия и др.;
- исследования и разработки в добыче угля: хроматография, геохимия, микрофлюидные чипы, бурый уголь, летучая зола, охрана окружающей среды при разработке угольных месторождений, глубокая переработка угля (получение карбонового волокна) и др.;
- исследования и разработки в области информационных технологий и инжиниринга: киберфизические системы, интернет вещей, технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, технологии информационного моделирования в строительстве, цифровое моделирование промышленных изделий, машин и оборудования, технологии дополненной и виртуальной реальности на производстве, компьютерное зрение и др.;
- исследования и разработки в области новых материалов: сплавы на основе алюминия, графен, карбоновое волокно, морозоустойчивые материалы для применения в Арктике, неразрушающий контроль, источники питания на основе лития, никеля или натрия и др.;
- исследования и разработки в области медицины: молекулярные исследования на тканях, клетках и органах, медицинская генетика и фармакогенетика, аптамеры, технологии производства лекарственных средств, новые лекарственные средства, биополимеры медицинского назначения, аддитивные технологии, технологии реабилитации и абилитации, цифровые технологии и «бережливая клиника»;

- исследования в космической промышленности: 3D-печать, наноспутники, полимерные композиты, специальные покрытия, промышленный интернет и гибкие производственные линии поточного производства;
- исследования и разработки в лесной промышленности: лесоклиматические проекты, лесовосстановление, моделирование климатических последствий вырубки леса, создание отечественного производства основной номенклатуры техники и оборудования для лесной и лесоперерабатывающей промышленности, химические реагенты для целлюлозно-бумажной промышленности, работа с отходами лесопромышленного комплекса;
- исследования и разработки в агропромышленном комплексе: биоразнообразие, агрохимия и производство минеральных удобрений, селекция растений, птиц и пчёл, точное земледелие, вертикальные фермы, технологии АПК в условиях Крайнего Севера и др.

Одним из механизмов станет поддержка задельных поисковых исследований в фундаментальной науке, в том числе по обозначенным темам.

Концепцией предлагается разделить механизмы поддержки задельных поисковых исследований на две условных группы.

Первая группа – поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях. Основным механизмом их поддержки – субсидии в рамках госзадания научным организациям (федеральный бюджет) и гранты (в том числе из региональных источников).

Вторая группа – поддержка рискованных междисциплинарных исследований с высокой неопределенностью результата. Вторая группа не может быть профинансирована традиционными механизмами поддержки, поэтому для этого Концепцией предлагается создание специального фонда с привлечением средств коммерческих организаций и госкомпаний. В задачи фонда должно войти проведение ежегодного конкурса для поиска и выявления научных коллективов и проводимых ими соответствующих исследований.

4.2.2. Региональная лига резерва науки

Концепцией предусмотрена реализация широкого круга образовательных программ, направленных как на решение проблемы дефицита кадров в науке, так и на организационное обучение (в том числе подразумевающих включение научных коллективов в актуальный макроэкономический, социальный и административный контекст развития науки; улучшение качества их кооперации между собой, с бизнесом и государством).

Такие образовательные программы следует вывести в отдельный, регулярно реализуемый формат. Возможный формат – региональная лига или корпоративный

университет науки края (возможно, на базе одной из подведомственных организаций Правительства Красноярского края), дополненные отраслевыми научными конференциями федерального и международного уровней. Основная аудитория программы – представители и партнёры научных школ региона. Направления программ корпоративного университета: управление научными исследованиями, взаимодействие с государственными органами власти и фондами, применение искусственного интеллекта для повышения эффективности научной работы и др.

В регионе сформирована сеть научных школ, признаваемых не только в России, но и за рубежом. Сегодня в эту сеть фактически входят 16 лидерских научных школ⁸⁴, занятых в таких областях науки, как биофизика, химия, дендрология, алгебраическая геометрия, радионавигация, автоматизация технологических процессов и др. На ресурс сложившихся в крае научных школ опираются флагманские научные проекты Концепции. Научные школы представлены именами учёных, известных далеко за пределами Красноярского края.

К числу таких научных школ относятся:

- 1) научная школа академика И.И. Гительзона, д-ра мед. наук, академика РАН, «Экологическая биофизика» (Сибирский федеральный университет, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»);
- 2) научная школа Е.А. Ваганова, д-ра биол. наук, академика РАН, «Дендроклиматический и дендрэкологический мониторинг лесов Северной Евразии» (Сибирский федеральный университет, ФИЦ КНЦ СО РАН);
- 3) научная школа А.К. Циха, д-ра физ.-мат. наук, профессора, «Интегральные методы в комплексном анализе и алгебраической геометрии» (Сибирский федеральный университет);
- 4) научная школа Г.Я. Шайдурова, д-ра техн. наук, профессора, «Радионавигационные и радиолокационные системы и устройства» (Сибирский федеральный университет);
- 5) научная школа И.В. Ковалева, д-ра техн. наук, профессора, «Программное обеспечение отказоустойчивых систем обработки информации и управления» (Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва);
- 6) научная школа Е.С. Семенкина, д-ра техн. наук, профессора, «Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем» (Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва);
- 7) научная школа В.Д. Лаптенка, д-ра техн. наук, профессора, «Автоматизация технологических процессов» (Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва);

⁸⁴ Согласно исследованию Сибирского федерального университета.

- 8) научная школа Ю.Д. Алашкевича, член-корр. РАО, д-ра техн. наук, профессора, «Закономерности тепло-массообменных процессов и совершенствование оборудования в технологии глубокой химической переработки биомассы дерева» (Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва).
- 9) научная школа А.Б. Салминой, д-ра мед. наук, профессора, «Новые технологии управления молекулярными механизмами межклеточной коммуникации для задач трансляционной медицины» (Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого).
- 10) научная школа С.Ю. Никулиной, д-ра мед. наук, профессора, В.А. Шульмана, д-ра мед. наук, профессора, «Проблемы этиологии, диагностики и лечения сердечных аритмий» (Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого).
- 11) научно-педагогическая школа Ю.С. Винника, д-ра мед. наук, профессора, заслуженного врача Российской Федерации, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, «Абдоминальная и гнойная хирургия» (Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого).
- 12) научная школа В.А. Руднева, д-ра мед. наук, профессора, С.В. Прокопенко, д-ра мед. наук, профессора, «Анализ и реабилитация речевых, двигательных и когнитивных нарушений при патологии центральной нервной системы» (Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого).
- 13) научная школа Н.И. Пака, д-ра пед. наук, профессора, «Информационное моделирование средств и методов открытого образования по специальностям естественнонаучного цикла» (Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева).
- 14) научная школа Т.В. Фуряевой, д-ра пед. наук, профессора, «Теория и практика профессионального социально-гуманитарного образования: сетевой ресурс» (Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева).
- 15) научная школа М.В. Москалюк, д-ра искусствоведения, профессора, «Исследование и современное освоение художественных традиций Сибири в контексте социокультурного пространства России» (Сибирский государственный институт искусств им. Дмитрия Хворостовского);
- 16) научная школа Л.В. Гавриловой, д-ра искусствоведения, профессора, «Исследование традиций и современная интерпретация музыкального наследия Сибири» (Сибирский государственный институт искусств им. Дмитрия Хворостовского).

Научные школы в перспективе с помощью механизмов Концепции могут быть оформлены в новые высокотехнологичные сектора экономики, исследовательские консорциумы и научно-производственные кластеры.

4.2.3. Исследовательские консорциумы и научно-производственные кластеры

Для достижения целей и задач Концепции необходимо создание объединений научных организаций, государства и бизнеса. Целевой формой объединения должны выступать консорциумы, предназначенные для проведения совместных исследований и разработок, вывода на рынок новой высокотехнологичной продукции или услуг. Другой значимой формой станут научно-производственные кластеры. Ключевым координирующим органом такого рода проектов станет НОЦ «Енисейская Сибирь»⁸⁵.

Особенно остро консорциумы необходимы по направлениям, имеющим низкий уровень технологической готовности, но при этом имеющим высокую государственную или общественную значимость. В то время как научно-производственные кластеры необходимо формировать по тем флагманским направлениям, которые имеют высокий уровень технологической готовности и при этом остро нуждаются в кооперационных моделях развития (например, в связи с необходимостью решения задач технологического суверенитета).

Исходя из оценки уровня технологической готовности по флагманским проектам Концепции, их распределение по форматам кооперации может выглядеть следующим образом:

- **Направления/проекты для организации исследовательских и продуктовых консорциумов:** «Промышленные биотехнологии», «Микроэлектроника для промышленности и энергетики», «Лесоклиматические проекты», «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга» (в части разработки отечественного программного обеспечения и ПО на основе ИИ).
Также исследовательские консорциумы могут быть полезны в таких направлениях, как «Химические исследования и технологии (нефте-, газо-, углехимия)», «Технологии для Арктики», «Медицинские технологии», «Исследования и разработки для ЛПК».
- **Направления/проекты под создание научно-производственных кластеров:** «Технологии гибких производств для космической индустрии», «Технологии городского АПК (сити-фермерство)», «Технологии беспилотных авиационных систем», «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга» (в части создания ИТ-кластера промышленного ПО, развития экономики данных в регионе).
Также научно-производственные кластеры могут быть рассмотрены к созданию по таким направлениям, как «Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК», «Технологии для нефтегазодобывающего сектора», «Технологии применения алюминия» и др.

⁸⁵ Для этого потребуется корректировка программы деятельности центра.

Особенное внимание при выстраивании эффективных объединений научных организаций, государства и бизнеса должно быть уделено флагманскому научному проекту «Лесоклиматические проекты». Это связано как с тем, что на территории Красноярского края накоплено большое число проблем в этой области, решение которых имеет общенациональное значение, так и с тем, что кооперация научных организаций, бизнеса и государства по данной теме уже приобрела системный характер. На территории Красноярского края функционирует научно-образовательный центр «Енисейская Сибирь», который является первым климатическим НОЦ в Российской Федерации.

НОЦ «Енисейская Сибирь», в который входят научно-образовательные организации Красноярского края, а также такие крупные промышленные игроки, как АО «РУСАЛ», ПАО «ГМК «Норильский никель», АО «СУЭК», ПАО «НК «Роснефть», «Красцветмет» и др., реализует ряд климатических проектов, в числе которых:

- лесоклиматические проекты, в том числе проекты по системному мониторингу леса для регулирования поглощения углеродных выбросов и создание системы мониторинга природных пожаров на территории Сибири;
- проекты в области возобновляемой энергетики (гидроэнергетика);
- создание зданий с нулевым или положительным энергетическим балансом;
- региональная сеть карбоновых полигонов для долговременных наблюдений потоков парниковых газов, тепла и влаги;
- создание опорной инфраструктуры «Устойчивый Таймыр»;
- цифровая платформа «Низкоуглеродный город»;
- проекты по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- низкоотходные производственные технологии на предприятиях металлургической отрасли;
- автоматизация системы контроля промышленных выбросов;
- создание комплекса промышленной переработки золошлаковых отходов в теплоизоляционный материал;
- интеллектуальная программно-технологическая платформа дистанционного зондирования Земли и анализа данных в прикладных задачах экономики и экологии;
- проведение фундаментальных исследований по разработке новых энергоэффективных технологий закачки углекислого газа в нефтеносные пласты с целью его захоронения и увеличения нефтеотдачи.

Дальнейшее развитие НОЦ «Енисейская Сибирь» будет связано с увеличением вклада организаций центра в достижение целей и решение задач климатической политики России, которые обозначены в Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года и отраслевых стратегиях. В таблице ниже представлены те направления государственных приоритетов, которые ещё не охвачены деятельностью НОЦ в рамках обозначенной лесоклиматической тематики, но могут быть включены в неё в перспективе.

Таблица 1. Предложения по перечню направлений исследований и разработок для включения в программу деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь»

№	Приоритетная отрасль	Технологические задачи в рамках климатической повестки
1	Металлургия	– Внедрение водородных технологий – Переход к замкнутому циклу производства и вторичной переработке – Применение металлизированного сырья и горячих восстановительных газов – Достижение лидерства России по производству низкоуглеродного алюминия к 2030 г. – Максимизация использования оборотной воды – Рекультивация горных выработок, применение промышленных биотехнологий для переработки промышленных отходов
2	Нефтегазовый комплекс	– Утилизация попутного нефтяного газа – Создание экспортного сектора и коммерческих предприятий по производству водорода на основе углеводородного сырья – Добыча лития из попутных вод при добыче нефти
3	АПК	– Оптимизация подходов к удобрению, «точное земледелие» – Удобрения с медленным высвобождением азота – Применение ДЗЗ для мониторинга посевов – Использование регенеративных технологий для поглощения углерода – Противоэрозионные мероприятия – Производства биотоплива из отходов животноводства
4	ЛПК	– Производство биодизеля из древесного сырья – Реинжиниринг машиностроительных компонентов и оборудования для ЛПК
5	Энергетика	– Снижение выбросов при транспортировке топлива для энергетики – Развитие парогазовой энергетики, атомной энергетики, в том числе ядерных мини-реакторов и ВИЭ – В угольной генерации – когенерация, полный переход на НДТ и технологии захвата выбросов – Развитие распределённой генерации
6	Угольная промышленность	– Улучшение физико-технических характеристик кокса – Развитие рекультивации земель, угольных разрезов и карьеров – Очистка пластовых вод, поступающих в результате добычи в окружающую среду (предотвращение загрязнения прилегающего ландшафта)
7	Строительство и ЖКХ	– Газификация центральных территорий края с целью улучшения экологической ситуации – Использование новых типов стройматериалов – древесины, низкоуглеродного бетона

Источник: ЦСР «Северо-Запад», по данным Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г., Стратегии социально-экономического развития Красноярского края – 2030, Стратегии развития металлургии – 2030, а также справочников НДТ Росстата, на которые ссылаются указанные Стратегии

4.3. Развитие университетской науки – повышение престижа вузов края

Один из трендов развития научного сектора Красноярского края заключается в существенном росте вклада университетской науки (доля научных публикаций вузов выросла с 28 % в 2000 г. до 72 % в 2020 г.). Этот рост поддерживается активным участием в совместных проектах научных институтов и повышенным вниманием к университетской науке на федеральном уровне. Учитывая возрастающую роль университетов, Концепция имеет особую фокусировку на поддержке вузовской науки и высшего образования.

4.3.1. Подготовка руководителей научных исследований

Для подготовки руководителей научных исследований уже создана и регулярно проводится Школа ключевых исследователей в рамках программы развития НОЦ «Енисейская Сибирь». Следует масштабировать этот формат, усилив подготовку и переподготовку руководителей исследований (руководителей научных групп, заведующих лабораториями) и обеспечив фокусировку таких образовательных программ на потребностях Красноярского края в предметных областях.

Выпускники данных образовательных программ должны войти в кадровый управленческий резерв в области науки, технологий и высшего образования Красноярского края. Реализация данного механизма способствует в том числе реализации поручения Президента Российской Федерации Пр-464, п. 1г-1 – обеспечить разработку и применение единых подходов к формированию кадрового управленческого резерва в области науки, технологий и высшего образования, предусмотрев внесение в законодательство Российской Федерации изменений, направленных на формирование оперативного и стратегического уровней указанного резерва.

4.3.2. Реформирование наукоёмкого инженерного образования

Реформирование наукоёмкого инженерного образования – один из важных аспектов научно-технологической политики Красноярского края. Инженеры должны быть способны ориентироваться в передовых научных знаниях и лучших доступных технологиях, уметь применять их на практике, а также ставить задачи исследователям, работая прежде всего с прикладным сегментом науки. Правительство Красноярского края последовательно разворачивает мероприятия, направленные на развитие инженерного образования.

Дальнейшие усилия должны быть направлены на масштабирование этой работы, в том числе создание условий для занятия Красноярским краем системной позиции в отдельных сегментах инженерной подготовки на национальном уровне.

Таковыми сегментами могут стать:

- наукоёмкая инженерия для алюминиевой промышленности (Передовая инженерная школа Сибирского федерального университета в партнёрстве с АО «РУСАЛ»). Школа должна обеспечить переход к следующему поколению производств в цветной металлургии, прежде всего в алюминиевой промышленности;
- наукоёмкая инженерия для спутникостроения и космических информационных сервисов (Инженерная школа Сибирского государственного университета науки и технологий в партнёрстве с АО «Решетнёв», а также во взаимодействии с Самарским национальным исследовательским университетом им. Королева, Санкт-Петербургским государственным университетом аэрокосмического приборостроения). Школа должна обеспечить переход космической промышленности России к серийному производству спутников, поддержать рост использования космических информационных сервисов, а также стать центром разработки аддитивных и цифровых технологий для производства спутников, включая малые и наноспутники;
- наукоёмкая инженерия в микроэлектронике (Учебное производство полупроводниковых элементов в Сибирском федеральном университете). Перечень потребностей в микроэлектронике со стороны базовых секторов промышленности региона включает 7 технологических групп, в рамках которых могут быть организованы заказы для вузов и научных организаций региона, а также специализированных компаний: 1) элементы микромеханических систем (МЭМС), 2) полупроводниковые приборные структуры на основе кремния и арсенида галлия, 3) математические модели полупроводниковых активных элементов, 4) фильтры на поверхностных акустических волнах, гибридные интегральные схемы и тонкоплёночные датчики, 5) микрофлюидные чипы различного назначения, 6) биомедицинские сенсоры для неинвазивной диагностики и идентификации химических веществ и лекарственных препаратов; 7) особо чистые вещества и материалы для микроэлектроники. По этим направлениям следует развернуть подготовку инженеров и исследователей в плотной кооперации с промышленными организациями региона и в партнёрстве с ведущими центрами в России (в том числе в кооперации с Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом им. В.И. Ульянова (Ленина)).

Важным фактором развития науки в Красноярском крае и реализации положений данной Концепции является сохранение существующего количества контрольных цифр приёма (бюджетные места) и их последовательное увеличение в учебных организациях высшего и среднего профессионального образования по программам подготовки, являющимся приоритетными для реализации настоящей Концепции. Для этого необходима работа по следующим направлениям:

- продолжение системной работы по увеличению показателя среднего балла ЕГЭ абитуриентов в Красноярском крае;
- повышение числа студентов с гарантированным трудоустройством по специальности после окончания обучения посредством расширения квот приёма на целевое обучение;
- расширение существующих и активное внедрение новых программ дополнительного образования и переквалификации специалистов;
- приоритетное внимание подготовке научных и образовательных кадров в системе высшего образования Красноярского края от бакалавриата или специалитета до защиты кандидатской диссертации;
- активизация международной, образовательной и исследовательской кооперации в целях продолжения развития университетской науки Красноярского края и увеличения числа научных публикаций вузов;
- реализация организациями высшего образования и инновационными компаниями совместных проектов с использованием НИОКР, что, в свою очередь, повысит доходы организаций высшего образования от участия в НИОКР;
- продвижение Красноярска как ведущего научно-образовательного центра Восточно-Сибирского макрорегиона с целью увеличения процента иностранных граждан в контингенте обучающихся краевых вузов с перспективой дальнейшего трудоустройства и продолжения научной деятельности в регионе после завершения обучения для наиболее талантливых молодых учёных и специалистов, а также увеличения числа выпускников других российских вузов, желающих получить следующую ступень образования в красноярских высших учебных заведениях и в будущем войти в наукоёмкие секторы экономики Красноярского края.

Также необходимо изучить кадровые потребности науки Красноярского края в связи с реализацией настоящей Концепции и их связи с реализацией инвестиционных программ и проектов в регионе. В случае отсутствия в структуре краевого высшего образования необходимых направлений подготовки и, соответственно, установленных по ним контрольных цифр приёма рассмотреть возможность обращения Правительства Красноярского края в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации с предложением внедрить в систему краевого высшего образования необходимые направления подготовки и контрольные цифры приёма по ним. Контроль за реализацией данных положений оставить за Советом по высшей школе.

4.3.3. Программа удержания и привлечения талантов

За предыдущие десять лет наибольший отток населения Красноярского края наблюдался в категории населения с высшим образованием. Совокупный отток высококвалифицированных кадров в 2011–2021 гг. составил 10,5 тыс. человек. Научно-технологическая политика – это не только НИОКР и их внедрение,

но и формирование системы подготовки кадров, создание благоприятной среды, привлекательной для людей науки, молодых учёных и инноваторов, наличие программ выявления и привлечения талантов в университетах. В том числе важны социальные условия и параметры городской среды. Одним из механизмов привлечения и удержания научно-исследовательских кадров должно стать развитие городов, с учётом поручения Президента Российской Федерации Пр-800, п.2 ж) по принятию дополнительных мер по инфраструктурному развитию территорий с высоким научно-технологическим потенциалом в рамках реализации программ благоустройства городов и проектов по созданию комфортной городской среды.

В части подготовки кадров для науки в Красноярском крае реализуется механизм предоставления грантов в форме субсидии образовательным организациям, находящимся на территории Красноярского края, на реализацию проектов, направленных на выявление и поддержку лиц, осваивающих образовательные программы основного общего (среднего общего) образования и проявивших выдающиеся способности по учебным предметам (дисциплинам) физико-математического профиля⁸⁶.

На региональном уровне внедрён механизм поддержки образовательных организаций высшего образования, который предполагает предоставление грантов на реализацию проектов, направленных на обеспечение потребности экономики Красноярского края в квалифицированных кадрах (закон Красноярского края от 20.04.2023 года № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края»).

Эти механизмы наряду с существующими инструментами стипендиальной поддержки, реализуемые Министерством образования Красноярского края, должны войти в единую программу привлечения и удержания талантов и обеспечить полный цикл подготовки кадров для сектора науки и инноваций от школьной парты до рабочего места.

Программа привлечения и удержания талантов включает следующие структурные элементы:

- 1) меры поддержки персонального характера, включая именные стипендии, гранты, субсидии и другие меры финансовой поддержки молодых учёных и технических специалистов;

⁸⁶ Механизм определён в рамках Постановления Правительства Красноярского края от 08.07.2020 № 488-п «Об утверждении Порядка предоставления грантов в форме субсидии образовательным организациям, находящимся на территории Красноярского края, на реализацию проектов, направленных на выявление и поддержку лиц, осваивающих образовательные программы основного общего (среднего общего) образования и проявивших выдающиеся способности по учебным предметам (дисциплинам) физико-математического профиля, в том числе критериев оценки таких проектов, условий предоставления, порядка определения размера, направления расходования, порядка предоставления отчётности, порядка возврата указанных грантов в случае нарушения условий их предоставления».

- 2) меры развития инфраструктурного типа – формирование центра поддержки и развития молодых талантов (по аналогии с центрами «Таврида», «Сенеж», «Сириус»);
- 3) механизмы поддержки образовательных организаций (школ, высших учебных заведений), реализующих образовательные программы технической, инженерной подготовки;
- 4) реализация форм кооперации с промышленными компаниями по кадровым запросам в рамках направлений научно-технологической специализации Красноярского края (совместные кадровые центры, агентства, корпоративные университеты, базовые кафедры и др.).

5. Организационные преобразования в управлении наукой

5.1. Выстраивание новой системы управления наукой

Существующая структура управления наукой в Красноярском крае успешно выполняла свои задачи на предыдущем этапе развития. Однако новая повестка дня, изменение научных и технологических потребностей региональной экономики требует организационных преобразований.

Организационные проблемы, характерные для современного состояния управления наукой в Красноярском крае:

- распределённость и децентрализация полномочий в области научно-технологического развития среди различных отраслевых органов исполнительной власти, препятствующая реализации целенаправленной научной, технологической и инновационной политике;
- низкая эффективность механизмов поддержки науки, технологий и инноваций вследствие наличия множества источников и механизмов, не увязанных в единую систему;
- наличие незакреплённых полномочий и дефицитов полномочий для реализации единой региональной научно-технологической политики полного инновационного цикла, потребность в новых формах кооперации науки, власти и бизнеса;
- отсутствие единой региональной системы научно-технологических приоритетов, их формирования и актуализации.

В текущей ситуации невозможно сконцентрировать достаточный региональный ресурс на задачах, имеющих первостепенное значение для научно-технологического сектора региона: средства распылены по многим направлениям и не соответствуют масштабу поставленных задач.

Формирование новой научно-технологической политики развития Красноярского края предполагает трансформацию структуры управления научно-технологическим сектором экономики региона. В том числе возможны четыре основных направления трансформации: 1) фокусировка мер государственной поддержки на приоритетах научно-технологического развития; 2) реорганизация системы распределения ответственности государственного управления наукой; 3) реинжиниринг НОЦ «Енисейская Сибирь» – основного субъекта научно-технологической политики региона; 4) обеспечение условий для развития в Красноярском крае экономики данных для внедрения цифровых методов управления наукой.

1. Фокусировка мер государственной поддержки на приоритетах научно-технологического развития:
 - 1.1. Запуск флагманских научных проектов.
 - 1.2. Поддержка сформированных научных школ (региональная лига кадрового резерва науки).
 - 1.3. Развитие университетской науки (инженерное образование, привлечение талантов, школа заведующих лабораторией).
2. Реорганизация системы распределения ответственности государственного управления наукой:
 - 2.1. Концентрация полномочий по научно-технологической политике в экономическом блоке: закрепление за Заместителем Председателя Правительства Красноярского края по экономике и развитию ответственности за реализацию научно-технологической политики Красноярского края, закрепление за Министерством экономики и регионального развития Красноярского края функции координатора исполнительных органов власти Красноярского края, являющихся исполнителями мероприятий государственной программы научно-технологического развития Красноярского края (в случае её разработки и утверждения); включение Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в состав соисполнителей государственной программы научно-технологического развития Красноярского края.
 - 2.2. Утверждение Концепции научно-технологического развития Красноярского края обеспечивает нормативно-правовое закрепление приоритетов научно-технологического развития региона и вводит механизмы по их уточнению и корректировки с течением времени.
 - 2.3. Разработка и утверждение государственной программы по научно-технологическому развитию (включая инновации и высшее образование). Ориентация большей части финансирования по линии Краевого фонда науки и стипендиальных выплат на приоритеты Концепции.
 - 2.4. Изменение порядка выдачи грантов (софинансирование проектов, получивших федеральное финансирование, мультираундовое финансирование с возможностью коррекции исходной задачи и обучением).
 - 2.5. Синхронизация работы элементов инновационной инфраструктуры (Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности – КГАУ «КРИТБИ» – Промышленный парк – АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири») под «Продуктовое управление» (Product management).
 - 2.6. Реструктуризация Совета по науке и высшему образованию при Губернаторе Красноярского края, в том числе:

- 2.6.1. дополнение положения о Совете задачами формирования и актуализации научно-технологической повестки на долгосрочную перспективу на базе предложений Правительства Красноярского края и НОЦ «Енисейская Сибирь»;
 - 2.6.2. разделение Совета на две части: 1) Совет по науке с координацией Минэкономразвития; 2) Совет по высшей школе с координацией Минобрнауки;
 - 2.6.3. дополнительное включение значимых предприятий промышленности Красноярского края, которые в настоящее время не представлены в Совете;
 - 2.6.4. дополнение положения о Совете полномочиями по согласованию направлений государственной программы по научно-технологическому развитию.
- 2.7. Реализация в регионе механизма хеджирования рисков бизнеса, осуществляющего заказ на НИОКР в научных институтах и университетах Красноярского края (конкурсное софинансирование прикладных научных исследований и экспериментальных разработок при условии дальнейшего практического использования (коммерциализации) их результатов конкретными потребителями).
3. Реинжиниринг НОЦ «Енисейская Сибирь»:
 - 3.1. Усиление представительства компаний в Наблюдательном совете НОЦ.
 - 3.2. Неформальное объединение научно-образовательных центров мирового уровня на базе НОЦ «Енисейская Сибирь» по сквозным тематикам освоения Арктики, промышленным биотехнологиям (переработка отходов в горной добыче) и космическим информационным сервисам. Результатом объединения станет:
 - 3.2.1. участие в ФНТП по экологии, ФНТП по освоению Арктики;
 - 3.2.2. разработка КНТП по облегчённым материалам (алюминий), инициирование КНТП по промышленным биотехнологиям.
 - 3.3. Развитие форматов взаимодействия с бизнесом: 1) запуск экспериментальных форматов (Фонд инициатив с капиталом от бизнеса); 2) финансовые стимулы (налоговые льготы) для компаний-заказчиков НИР/НИОКР.
 - 3.4. Формирование долины науки и технологий в Красноярском крае – организация ИНТЦ «Енисейская Сибирь».
 - 3.5. Поддержка региональной лиги кадрового резерва НТР.
 - 3.6. Уточнение программы деятельности НОЦ, в том числе увязка с флагманскими темами Концепции.
4. Обеспечение условий для развития в Красноярском крае экономики данных для внедрения цифровых методов управления наукой, включая:
 - 4.1. Развитие инфраструктуры экономики данных, включая центры обработки данных, вычислительные мощности, центры хранения данных, системы связи и телекоммуникаций и другую инфраструктуру.

- 4.2. Поддержка и развитие систем кибербезопасности, защиты персональных данных, государственной и коммерческой тайны, соблюдения законности.
- 4.3. Внедрение в деятельность органов исполнительной власти Красноярского края систем поддержки принятия решений, основанных на анализе больших данных.

Целевая структура экосистемы управления развитием наукой и технологиями в Красноярском крае включает:

- 1) Концепцию и государственную программу научно-технологического развития, в рамках которой оформлены три приоритета: флагманские научные проекты, поддержка научных школ и развитие университетской науки;
- 2) региональные органы государственной власти Красноярского края, включая Губернатора Красноярского края и совещательные органы (Совет по научно-технологическому развитию), Правительство, в т.ч. министерства, агентства и службы, которые ответственны за разработку, актуализацию и координацию мероприятий по реализации Концепции и государственной программы;
- 3) ключевые индустриальные компании, образовательные и научные организации, участвующие в процессе проведения исследований, разработки продуктов, производства инноваций, которые сотрудничают в различных форматах для решения задач, зафиксированных приоритетами Концепции и государственной программы.

Рисунок 7. Целевая схема управления научно-технологической политикой Красноярского края



5.2. Долина науки и технологий – ИНТЦ «Енисейская Сибирь»

Предпосылки создания ИНТЦ

В регионе сосредоточены крупнейшие заказчики НИОКР. Однако проблема в этой части состоит в том, что региональные научные организации не являются основными и зачастую не являются даже существенно значимыми поставщиками знания для этих компаний. При этом в основных отраслях промышленности отмечается снижение производительности труда и эффективности производства.

Связано это с ситуацией недоинвестирования сектора науки и инноваций, что, в свою очередь, обусловлено низкой конкурентоспособностью научных организаций региона по сравнению с вузами и институтами Москвы и Санкт-Петербурга.

Создание привлекательных фискальных, инфраструктурных и финансовых условий для локализации и масштабирования центров исследований и разработок крупных региональных компаний, а также наукоёмких инженерных сервисов на территории Красноярского края будет обеспечено механизмом ИНТЦ⁸⁷.

Условия ИНТЦ

С учётом сложившихся запросов индустрии и задач развития сектора науки и технологий в регионе необходимо обеспечить создание территории с особым преференциальным режимом для развития высокотехнологичного бизнеса – инновационного научно-технологического центра (ИНТЦ) в соответствии с Федеральным законом⁸⁸.

Создание ИНТЦ предполагает формирование экосистемы инноваций на территории, в том числе научно-исследовательских организаций, направленных на прикладные исследования, высокотехнологичных производственных предприятий и центров прототипирования. На территории ИНТЦ будет действовать особый правовой режим для проведения научных исследований и развития технологий, предполагающий освобождение на 10 лет от НДС и налога на прибыль организаций с объёмом выручки менее 1 млрд рублей, снижение страховых взносов на 14 % до достижения прибыли в объёме до 300 млн руб.

Такие преференциальные меры будут наиболее благоприятны прежде всего для небольших научно-исследовательских организаций и дочерних НИОКР-компаний крупных холдингов. При этом льготный режим будет применяться ещё до физического переезда организаций в ИНТЦ.

⁸⁷ Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ.

⁸⁸ Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ.

Помимо создания благоприятных налоговых и страховых выплат, механизм ИНТЦ запустит процесс формирования рынка специализированной коммерческой недвижимости в Красноярском крае. Организации ИНТЦ будут освобождены от земельных и имущественных налогов на строительство помещений для размещения НИОКР-центров и высокотехнологичных компаний, что позволит снизить издержки на строительство, ставку аренды и создать новую городскую инфраструктуру повышенной комфортности. Это будет дополнительным стимулом для привлечения новых высокотехнологичных компаний и высококвалифицированного персонала. ИНТЦ станет привлекательной площадкой для организации центров НИОКР крупных промышленных холдингов, а также размещения здесь исследовательских и технологических компаний, работающих на базовые сектора экономики макрорегиона.

Участники и направления ИНТЦ

Инициаторами создания ИНТЦ «Енисейская Сибирь» выступят Сибирский федеральный университет и Правительство Красноярского края. В состав резидентов необходимо включить существующие в Красноярском крае научно-исследовательские подразделения компаний края, а также создать новые научно-исследовательские предприятия по направлениям развития. Среди них:

1. Инновации в горно-металлургическом и добывающем комплексе – это крупное направление во многом опирается на существующие в Красноярском крае заделы, формируя потенциал для их развития. В рамках этого направления можно выделить следующие поднаправления, соответствующие флагманским научно-технологическим проектам Концепции.
 - 1.1. Новые направления применения алюминия. В рамках этого направления рассматривается локализация на территории ИНТЦ наукоёмкого инженерного бизнеса, занятого разработкой сплавов и конструкций на основе алюминия, создание новой высокотехнологичной продукции из этого металла.
 - 1.2. Биотехнологии в промышленности. Данное направление предполагает размещение в ИНТЦ лабораторных комплексов и опытно-промышленных предприятий, разрабатывающих технологии биологического извлечения цветных и драгоценных металлов из бедных руд и промышленных отвалов, а также биотехнологии для ремедиации и устранения загрязнений. Этот сегмент ИНТЦ обеспечит концентрацию компетенций, ориентированных на решение проблемы промышленных отвалов в национальном масштабе.
 - 1.3. Технологии для нефтегазодобывающего сектора. По данному направлению возможно размещение компаний – разработчиков высокотехнологичных сервисов для нефтегазового рынка, включая сервисы с использованием цифровых технологий и продвинутой электроники, искусственный интеллект, беспилотные аппараты, системы дистанционного зондирования Земли и др. Это направление актуально ввиду ухода из России глобальных нефтегазосервисных компаний.

- 1.4. Технологии добычи лития и других редкоземельных металлов. Следует рассмотреть возможность локализации кластера наукоёмких компаний, которые будут заняты на технологиях добычи попутного лития на нефтегазовых месторождениях края, а также лития из промышленных отвалов.
2. Технологии цифровой трансформации индустрии – это задельное направление, которое предполагает привлечение новых игроков в Красноярский край и существенное масштабирование имеющихся компетенций в области цифровой трансформации экономики и создания высокоэффективных промышленных производств нового поколения.
 - 2.1. Технологии оптимизации промышленных процессов в космической индустрии. В рамках этого направления будет осуществляться развитие поточных производств космической техники. В ИНТЦ могут быть размещены новые научно-исследовательские подразделения и малые технологические компании, созданные в рамках развития партнёрства красноярских университетов с предприятиями космической отрасли, реализующих проекты в области цифровых производств, комплектующих для спутников (включая микроэлектронные комплектующие) и ракетной техники.
 - 2.2. Исследования и разработки в ТИМ-инжиниринге. Данное направление предполагает локализацию в ИНТЦ предприятий в сфере научных исследований и наукоёмкого инжиниринга для промышленного и гражданского строительства, включая компании – разработчики специализированного программного обеспечения, компании – разработчики наукоёмких сервисов проектирования строительных объектов и др.

Инфраструктура ИНТЦ

Типы инфраструктуры, формируемые на территории ИНТЦ:

- офисная недвижимость класса А–В,
- лабораторный парк (исследовательская инфраструктура),
- испытательная инфраструктура (цеховое пространство для размещения опытных научно-промышленных установок),
- инфраструктура для размещения вычислительных мощностей (суперкомпьютерные кластеры и т.п.).

Варианты размещения ИНТЦ

В Красноярском крае имеется несколько перспективных площадок, которые могут быть использованы как территория ИНТЦ. Две из них расположены на территории кампуса Сибирского федерального университета на пр. Свободный, и одна – на берегу р. Енисей (в районе ботанического сада им. В.М. Крутовского в непосредственной близости от заповедника «Столбы»). При этом последняя территория предполагает необходимость нового строительства (гринфилд) – что позволит создать в рамках ИНТЦ комфортную бизнес-инфраструктуру.

ИНТЦ будет иметь сетевой формат – включать площадки, размещённые в разных частях города или разных городах региона, при условии соблюдения требований федерального закона⁸⁹.

Образцами для ИНТЦ «Енисейская Сибирь» являются такие ИНТЦ, как «Воробьёвы Горы» в г. Москве и ИНТЦ «Русский». Данные ИНТЦ отличает мультиотраслевой характер научно-технологических направлений в составе. Предлагаемый проект ИНТЦ будет первым проектом такого типа в Сибири. Решение задач в рамках приоритетных направлений ИНТЦ способствует развитию региональной промышленности и может быть тиражировано в других регионах со схожей экономической специализацией (например, в Свердловскую область, Иркутскую область и др.). За счёт этого ИНТЦ сможет привлекать резидентов не только из Красноярского края, но и из всего Сибирского региона и других регионов Российской Федерации.

5.3. Развитие науки и технологий в городах Красноярского края

Мероприятия и флагманские проекты по научно-технологическому развитию Красноярского края будут реализованы в распределённом формате, на территории всего региона. Для достижения поставленных целей и задач необходимо участие муниципальных образований края, имеющих на своей территории значительный научно-образовательный и промышленный потенциал. В качестве опорных территорий реализации Концепции выбраны муниципальные образования, имеющие значимый уровень научной публикационной активности, на территории которых расположены предприятия ключевых отраслей специализации экономики края.

К числу таких территорий прежде всего следует отнести: г. Красноярск (97,8 % научных публикаций в РИНЦ от общего числа публикаций в регионе), ЗАТО г. Железногорск (1,6 %), г. Норильск (0,6 %), ЗАТО г. Зеленогорск (0,02 %), г. Лесосибирск.

Красноярск – крупный научно-образовательный центр страны. На территории города расположено 30 вузов и филиалов, в которых обучается более 150 тысяч студентов, самые крупные из них – Сибирский федеральный университет, Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнёва, Красноярский государственный аграрный университет, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого. В городе располагается федеральный исследовательский центр Красноярского научного центра Российской академии наук, который объединяет 7 научно-исследовательских институтов. В городе наряду с традиционными для края производственными секторами:

⁸⁹ Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ

металлургией, энергетикой, машиностроением – развивается строительная индустрия, индустрия сервиса, образование и здравоохранение, технологические бизнесы, которые позволяют городу сохранить лидирующие позиции и повысить свою инвестиционную привлекательность. Положение Красноярска на пересечении существующих и перспективных межконтинентальных трасс железнодорожного, автомобильного, воздушного и водного транспорта обуславливает возможность развития города как крупного транспортного центра.

Предприятия, университеты и научные организации города вовлечены в реализацию всех двенадцати флагманских проектов Концепции. Красноярск осуществит функцию центра управления и координации выполнения флагманских проектов Концепции.

Целевой образ территории – центр научно-технологического развития международного значения по тематикам климата, производственным технологиям для ГМК, нефтегазовой и космической индустрии.

На территории **ЗАТО «Железногорск»** расположены высокотехнологичные предприятия АО «Решетнёв» и ФГУП «Горно-химический комбинат», имеющие собственные корпоративные научно-технологические программы. АО «Решетнёв» является крупнейшим заказчиком на НИОКР в регионе, в том числе в партнёрстве с университетами Красноярского края. ФГУП «Горно-химический комбинат» также реализует масштабную научно-технологическую программу с институтами и предприятиями в различных субъектах Российской Федерации. Также на территории города действует режим территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) и создан промышленный парк, что позволяет привлекать для локализации наукоёмкие производства и малые технологические компании.

Предприятия города могут быть вовлечены в реализацию флагманских проектов «Промышленные биотехнологии», «Технологии гибких производств в космической индустрии» и «Микроэлектроника для промышленности и энергетики», в том числе быть заказчиками на разработку технологий и решений для промышленного применения, площадками для пилотного тестирования таких технологий, соисполнителями отдельных НИОКР-проектов.

Целевой образ территории – опорная точка научно-технологического развития Красноярского края, центр локализации научно-производственных цепочек флагманских проектов Концепции, экспериментальная площадка для отработки модельных подходов участия в реализации проектов научно-технологического развития государственных корпораций. ЗАТО «Железногорск» – территория поддержки инициатив государственного и частного предпринимательства, соответствующих Концепции или создающих новые высокотехнологичные рабочие места, в том числе в перспективных отраслях: промышленные биотехнологии в горно-химической отрасли, микроэлектроника и электроника для космоса, передовые производственные технологии, БАС и технологии безопасности, прогнозирования,

предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Город станет центром подготовки инженерных и технических специалистов на базе городского университета, включающего образовательные программы, лаборатории, пространства проведения практических работ для университетов Сибири и предприятий контура Госкорпораций «Росатом» и «Роскосмос».

Норильск – крупный промышленный город, расположенный за полярным кругом, центр цветной металлургии с численностью населения более 150 тысяч человек. Градообразующее предприятие – филиал горно-металлургической компании ПАО «ГМК «Норильский никель». В Норильске расположены научно-образовательные организации, в том числе Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, филиалы ряда университетов Красноярск и других городов России, научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики ФИЦ КНЦ СО РАН.

Организации города могут быть вовлечены в реализацию флагманских проектов: «Технологии применения алюминия», «Промышленные биотехнологии», «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга», «Технологии для нефтегазодобывающего сектора», «Технологии городского АПК (сити-фарминг)» и «Технологии БАС», в том числе выступать соразработчиками и пилотной площадкой для тестирования и внедрения технологических решений и продуктов. На территории городского округа также могут быть локализованы наукоёмкие производства и малые технологические компании.

Целевой образ территории – опорный центр развития технологий и научно-технологических сервисов для освоения Арктики, в том числе в секторах горно-металлургического комплекса, телекоммуникаций и транспорта, энергетики нефтегазодобывающей промышленности, аграрно-промышленного комплекса, строительства, экологии и других.

На территории **ЗАО «Зеленогорск»** располагаются производства ядерных материалов, химических веществ и пластмасс, электрооборудования, металлических изделий, пищевых продуктов, электрической и тепловой энергии. Градообразующие предприятия: АО «ПО «Электрохимический завод» и Красноярская ГРЭС-2. Научно-технологическое развитие предприятий на территории связано с внедрением новых технологий в производство энергии, в том числе решение задач повышения эффективности использования топлива, генерации, передачи и потребления электроэнергии, развитие ИТ-инфраструктуры, соблюдение экологических норм и безопасности производств.

Предприятия на территории муниципального образования могут быть вовлечены в реализацию флагманских проектов «Промышленные биотехнологии», «Микроэлектроника для промышленности и энергетики», в том числе могут быть заказчиками на разработку технологий и решений для промышленного применения, площадками для пилотного тестирования таких технологий, соисполнителями отдельных НИОКР-проектов.

Лесосибирск – значимый центр лесопромышленного комплекса Красноярского края. На территории муниципального образования ведут работу Лесосибирский лесопильно-деревообрабатывающий комбинат № 1 и Промышленная группа «Сибирский лес». Потребности предприятий связаны с решением задач импортозамещения зарубежного оборудования и комплектующих к ним, цифровизации и автоматизации процессов, мониторингом состояния лесов, обеспечения мероприятий по лесовосстановлению.

Предприятия на территории муниципального образования могут быть вовлечены в реализацию флагманских проектов «Лесоклиматические проекты», «Исследования и разработки для лесопромышленного комплекса», «Технологии беспилотных авиационных систем», в том числе в кооперацию в части размещения полигонов для тестирования и отработки технологий, реализации образовательных программ по применению разработанных решений на производстве. На территории городского округа также могут быть локализованы наукоёмкие производства и малые технологические компании.

Таблица 2. Участие городов региона в реализации Концепции научно-технологического развития

Территория	Флагманские проекты	Степень участия в реализации Концепции
г. Красноярск	15 флагманских проектов	Город концентрирует значительную долю научно-образовательных, профессиональных, человеческих ресурсов экономики края. Территория города принимает функцию центра управления и координации выполнения флагманских проектов Концепции. Организации Красноярска – ключевые участники НИОКР по флагманским проектам, разработчики технологических решений
ЗАО город Железнодорожный	«Промышленные биотехнологии», «Технологии гибких производств в космической индустрии», «Микроэлектроника для промышленности и энергетики», «Химические исследования и технологии»	Организации Железнодорожного – ключевые участники НИОКР по отдельным флагманским проектам, разработчики технологических решений, также могут выступать площадкой для тестирования и внедрения технологических решений. <i>Площадка для размещения инженерной школы.</i> Территория реализации Комплексной программы развития
г. Норильск	«Технологии применения алюминия», «Промышленные биотехнологии», «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга», «Технологии для нефтегазодобывающего сектора», «Технологии городского АПК (сити-фарминг)», «Технологии беспилотных авиационных систем», «Технологии для Арктики»	Участники НИОКР, соразработчики и площадка для тестирования и внедрения технологических решений по отдельным флагманским проектам
ЗАО город Зеленогорск	«Промышленные биотехнологии», «Микроэлектроника для промышленности и энергетики»	Участники НИОКР, площадка для тестирования и внедрения технологических решений по флагманскому проекту

Территория	Флагманские проекты	Степень участия в реализации Концепции
г. Лесосибирск	«Лесоклиматические проекты», «Исследования и разработки для лесопромышленного комплекса», «Технологии беспилотных авиационных систем»	Участники НИОКР, площадка для тестирования и внедрения технологических решений по флагманскому проекту
Другие территории	Любой из флагманских проектов, связанных по тематической фокусировке с экономической специализацией территории	Вовлечение в качестве соисполнителей, площадки внедрения технологических решений, тестового полигона, образовательной площадки

5.4. Межрегиональное сотрудничество

Один из принципов научно-технологического развития Красноярского края – выстраивание кооперационных связей и партнёрских отношений между субъектами научно-технологического сектора как внутри региона, так и вовне. Масштаб научно-технологических задач не позволяет в полной мере рассчитывать на силы организаций региона. Для решения всех формирующихся задач и удовлетворения запросов промышленности требуется выход в кооперацию и реализация сетевых научно-исследовательских и разработческих проектов.

Экономика Красноярского края сталкивается с необходимостью решения ряда научно-технологических задач. Многие из этих задач не могут быть решены силами одного региона или одной компании. Необходимо сотрудничество, причём на высшем уровне управления регионами.

Основная организационная новация в области межрегионального сотрудничества – неформальное объединение научно-образовательных центров мирового уровня на базе НОЦ «Енисейская Сибирь» по сквозным темам освоения Арктики, промышленным биотехнологиям (переработка отходов в горной добыче) и спутникостроению.

Кроме того, возможно взаимодействие и по другим вопросам. Красноярский край заинтересован в развитии науки и технологий со следующими регионами по следующим возможным направлениям:

- Кемеровская область: перспективно сотрудничество по линии КНТП «Чистый уголь – Зелёный Кузбасс», в том числе в части решения задач очистки пластовых вод при добыче угля, а также решения иных экологических задач при добыче полезных ископаемых;
- Тюменская область, Республика Башкортостан, Санкт-Петербург: перспективно сотрудничество в области технологий геологоразведки, включая объединение ресурсов для внедрения передовых технологий в разработку жидких полезных ископаемых (включая технологии ИИ и машинного обучения);

- Республика Саха (Якутия): перспективно сотрудничество по линии переработки промышленных отходов и применения технологий горной химии, в том числе при разработке месторождений драгоценных металлов;
- Сахалинская область: перспективно сотрудничество в области развития науки и рынка климатических технологий;
- Томская область: перспективно сотрудничество по линии переработки промышленных отходов и применения химических технологий, в том числе для нужд нефтегазовой промышленности;
- Арктические регионы: Мурманская область, Республика Карелия, Архангельская область, Ненецкий АО, Республика Коми, Ямало-Ненецкий АО, Республика Саха (Якутия), Чукотский АО. Перспективно сотрудничество по линиям совместных исследовательских проектов в области разработки морозоустойчивых конструкций и материалов, арктического сельского хозяйства и по ряду других направлений;
- Иркутская область: перспективно сотрудничество по линии связанных исследовательских программ в химии, включая сотрудничество внутри будущих технологических цепочек производства батарей (литий, никель, кобальт, корпусирование), технологий переработки промышленных отходов, а также в части технологий и разработок техники, оборудования и химических веществ для нужд лесопромышленного комплекса;
- Новосибирская область: перспективно сотрудничество по линии единой платформы инженерных центров для решения проблемы поиска исполнителей заказа инжиниринговых услуг, быстрых исследований и прототипирования в интересах промышленности Сибирского федерального округа;
- Самарская область, Калужская область, Ульяновская область: перспективно сотрудничество по линии развития науки и технологий применения алюминия – алюминиевые сплавы, промышленный дизайн и инжиниринг конструкций из алюминия в автопроме, двигателестроении, строительстве. Возможно создание межрегиональных исследовательских центров и сетевых образовательных программ в этой сфере;
- Архангельская область, Республика Карелия: перспективно сотрудничество в сфере лесопользования и лесопользования, в создании отечественного производства основной номенклатуры техники и оборудования для лесной и лесоперерабатывающей промышленности;
- Алтайский край: Сотрудничество по линии АПК, в том числе в части решения задач прецизионного сельского хозяйства, продовольственной безопасности, импортозамещения.

6. Целевые показатели

Таблица 3. Целевые показатели Концепции

№ п/п	Наименование целевого показателя	ед. изм.	Значение целевого показателя (целевой сценарий)			
			2021 (факт)	2024 (план)	2030 (план)	2035 (план)
1	Внутренние затраты на исследования и разработки	млрд руб.	29,6	38	45	52
2	Доля внутренних затрат на исследования и разработки в валовом региональном продукте	%	1	1,2	2	3
3	Доля исследователей в возрасте до 39 лет, работающих в Красноярском крае, в общей численности исследователей, работающих в Красноярском крае	%	49,33	50	52	54
4	Доля исследователей Красноярского края, имеющих учёную степень	%	21,29	22,54	25	30
5	Затраты на инновационную деятельность организаций в процентах от общего объёма отгруженных товаров, выполненных работ, услуг	%	1,6	2,9	4,5	7
6	Доля внутренних затрат на НИОКР из внебюджетных источников (предпринимательский сектор, частные НКО) в общем объёме внутренних затрат на НИОКР	%	28	28	30	35
7	Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками	чел.	8 563	8 815	9 500	10000
8	Количество отечественных патентных заявок на изобретения, промышленные образцы, полезные модели	ед.	479	533	850	1200
9	Доля продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей в валовом региональном продукте	%	12,2	13	18	20
10	Численность студентов (обучающихся по программам подготовки высшего профессионального образования, бакалавриата, магистратуры, специалитета, аспирантуры)	чел.	66 534	71 457	85000	100000

Окончание табл. 3.

№ п/п	Наименование целевого показателя	ед. изм.	Значение целевого показателя (целевой сценарий)			
			2021 (факт)	2024 (план)	2030 (план)	2035 (план)
11	Выпуск из аспирантуры с защитой диссертации	чел.	16	30	50	80
12	Удельный вес стоимости грантов, субсидий, конкурсного финансирования в общей сумме внутренних затрат на исследования и разработки	%	34,2*	36	40	45
13	Удельный вес малых предприятий, осуществлявших технологические инновации, в общем числе малых предприятий	%	8,86*	8,50	9,00	9,50
14	Затраты малых предприятий на инновационную деятельность	млн руб.	764,8*	975	1300	1650

* Данные, актуальные на 2019 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. План мероприятий по реализации концепции

Таблица 4. План мероприятий по реализации концепции

№ п/п	Раздел концепции, наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Ответственный (исполнитель)	Срок реализации
1. Приоритетные направления развития науки и технологий				
1.1. Флагманские научные проекты				
1.	Поддержка реализации флагманских научных проектов	Формирование механизма софинансирования из бюджета Красноярского края флагманских проектов и научных групп, получивших господдержку из федерального бюджета по темам, отнесенным в Концепции к приоритетным	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
2.		Реализация грантовых конкурсов Красноярского фонда науки, направленных на поддержку исследовательских проектов по темам, отнесенным в Концепции к числу приоритетных	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024–2035
3.		Формирование финансовых стимулов, включая налоговые льготы, для промышленных предприятий, заказавших НИР/НИОКР в вузах и научных организациях Красноярского края	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
4.		Создание инфраструктурных и административных условий для формирования в Красноярском крае национального кластера компаний, специализированных на технологиях новых применений алюминия, дизайна изделий из алюминия, в том числе запуск на федеральном уровне «Инициативы по облегченному материалу»	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
5.		Поддержать разработку и подачу предложений в ФОИВ о формировании комплексных научно-технологических проектов (КНТП) по темам: «Биотехнологии и оборудование для биотехнологического цикла добычи полезных ископаемых»; «Разработки передовых облегченных материалов»; «Климатические технологии под задачи НОЦ "Енисейская Сибирь"»	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2026

Продолжение табл. 4

№ п/п	Раздел концепции, наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Ответственный (исполнитель)	Срок реализации
6.		Формирование и защита перед Правительством Российской Федерации заявки на создание ИНТЦ, в том числе для размещения на территории ИНТЦ компаний секторов ТИМ, сити-фермерства; центра дизайна и прототипирования микроэлектроники; нефтегазовых сервисных компаний, включая малые технологические компании; компаний сектора автоматизации и цифровизации АПК	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2026
7.		Реализация механизма поддержки образовательных и научных организаций Красноярского края при подготовке и подаче заявок на участие в федеральных конкурсах, грантовых программах (молодёжные лаборатории, передовые инженерные школы, Постановление Правительства Российской Федерации № 218, «Приоритет-2030» и др.)	Министерство образования Красноярского края	2024-2026
8.		Реализация региональной программы грантовой поддержки федеральных государственных организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края с учётом тематической фокусировки Концепции	Министерство образования Красноярского края	2024–2035
9.		Реализация региональных стипендиальных программ, премий научным лидерам и программ международных и внутренних стажировок и обменов, предполагающих как посещение научными лидерами мировых центров по соответствующей флагманским проектам тематике, так и привлечение лучшей доступной экспертизы для стажировок и научной работы в организациях Красноярского края	Министерство образования Красноярского края	2024–2035
10.		Поддержка создания сети отраслевых тестовых полигонов и площадок тестирования технологий, в том числе в секторах: биотехнологий для промышленности, ТИМ, точного сельского хозяйства, лесопромышленного комплекса, а также площадки в Красноярске по порядку учёта выбросов парниковых газов (методики подготовки по количественной их оценке и поглощению в рамках углеродного регулирования)	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края; Министерство сельского хозяйства Красноярского края; Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края	2026

11.	Создание технопарка в сфере высоких технологий, в том числе для размещения компаний микроэлектронной промышленности	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2026
12.	Создание Центра литья металлов и сплавов под высоким давлением	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
13.	Поддержка создания Центра развития передовых производственных технологий для космической индустрии	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2025
14.	Поддержка формирования в регионе Национального центра биоресурсов для применения промышленных биотехнологий в горно-металлургическом комплексе	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2030
15.	Поддержка формирования Национального центра компетенций в области реализации лесоклиматических проектов (в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта), активное включение в работу сети карбоновых полигонов на федеральном уровне	Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края	2027
16.	Поддержка проектов по разработке регионального кадастра парниковых газов и системы углеродного регулирования	Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края	2024
17.	Обеспечение доступа центров разработки ТИМ к научно-технологическим задачам в рамках модернизации г. Норильска, строительства авиахаба и другим мегапроектам, реализуемым на территории Красноярского края	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2025
18.	Обеспечение кооперации с Кемеровской областью по проектам в области технологий, повышающих эффективность угледобычи и переработки каменного и бурого угля в рамках «КНТП «Чистый уголь – зелёный Кузбасс» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1144-р)	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024–2030
19.	Создание опытной химической производственной площадки при вузе или ФИЦ КНЦ СО РАН для отгрузки малотоннажных опытных партий	Министерство промышленности и торговли Красноярского края	2024

Продолжение табл. 4

№ п/п	Раздел концепции, наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Ответственный (исполнитель)	Срок реализации
20.		Предусмотреть размещение опытного полигона (экспериментального правового режима) в рамках сетевого распределённого центра медицинской реабилитации на базе «Профессорской клиники» КрасГМУ по тематике удалённой реабилитации пациентов	Министерство здравоохранения Красноярского края	2024
21.		Проработка возможности внедрения экспериментального правового режима (ЭПР) для развития БАС, включающего тестовый полигон и другие элементы развития инфраструктуры	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
22.		Участие в конкурсе на размещение Научно-производственного центра беспилотных авиационных систем	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2023–2024
23.		Создание Центра обратного инжиниринга для ЛПК на федеральный грант (Постановление Правительства РФ от 1 августа 2020 г. № 1156), учитывая планы мероприятий по импортозамещению в ЛПК (Приказом Минпромторга России от 23 августа 2022 г. № 3561)	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024–2026
24.		Организация Центра цифрового мониторинга лесных ресурсов	Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края	2024–2025
1.2. Поддержка перспективных научных школ				
25.	Задельные поисковые исследования	Поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях, с помощью субсидий в рамках госзадания научным организациям (федеральный бюджет) и грантов (в том числе из регионального бюджета)	Красноярский фонд науки; Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024–2035
26.		Реализация конкурса по предоставлению гранта на реализацию высокорисковых проектов в целях обеспечения затрат, связанных с проведением испытаний и сертификации опытных образцов и изделий	Красноярский фонд науки; Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024–2035

27.		Создание Фонда инициатив Красноярского края на средства бизнеса для финансирования проектов с неопределённым результатом (рисковые задельные исследования)	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2025
28.	Региональная лига резерва науки	Реализация проекта Региональной лиги кадрового резерва науки, направленного на организационное обучение научного сектора и обучение управленческим навыкам в науке, развитие кооперации научных организаций между собой, а также с бизнесом и государством, в том числе: - организация Корпоративного университета в сфере образования и научно-технологического развития Красноярского края; - организация и проведение образовательных программ совместно с университетами и научными организациями региона.	Министерство образования Красноярского края; АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024–2035
29.		Проведение отраслевых научных конференций федерального и международного уровней для сотрудников и партнёров ведущих научных школ региона	Министерство образования Красноярского края; АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024–2035
30.	Исследовательские консорциумы и научно-производственные кластеры	Дополнение программы деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь» и расширение числа партнёров центра с целью повышения вклада организаций центра в достижение целей и решение задач климатической политики России, которые обозначены в Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года и отраслевых стратегиях	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2023
31.		Создание объединений научных организаций, государства и бизнеса в форме консорциумов, предназначенных для проведения совместных исследований и разработок, выведения на рынок новой высокотехнологичной продукции или услуг по направлениям/проектам: «Промышленные биотехнологии», «Микроэлектроника для промышленности и энергетики», «Лесоклиматические проекты», «Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга» (в части разработки отечественного программного обеспечения и ПО на основе ИИ), «Химические исследования и технологии (нефте-, газо-, углехимия)», «Технологии для Арктики», «Медицинские технологии», «Исследования и разработки для ЛПК»	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2023–2025
32.		Формирование научно-производственных кластеров по направлениям/проектам: «Технологии гибких производств для космической индустрии», «Технологии городского АПК (сити-фермерство)», «Технологии беспилотных авиационных систем», «Исследования и разработки в области	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2026–2030

№ п/п	Раздел концепции, наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Ответственный (исполнитель)	Срок реализации
		ТИМ-инжиниринга» (в части создания ИТ-кластера промышленного ПО), «Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК», «Технологии для нефтегазодобывающего сектора», «Технологии применения алюминия»		
1.3. Развитие университетской науки – повышение престижа университетов				
33.	Подготовка руководителей научных исследований	Реализация образовательных программ, курсов подготовки и переподготовки руководителей исследований (руководителей научных групп, заведующих научными лабораториями и т.п.) и обеспечение фокусировки таких образовательных программ на потребностях Красноярского края в предметных научных областях	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024
34.	Реформирование наукоёмкого инженерного образования	Масштабирование механизмов развития инженерного образования, в том числе создание условий для занятия Красноярским краем системной позиции в сегментах инженерной подготовки на национальном уровне: 1) наукоёмкая инженерия для алюминиевой промышленности; 2) наукоёмкая инженерия для спутникостроения, 3) наукоёмкая инженерия в микроэлектронике	Министерство образования Красноярского края	2024–2028
35.		Обеспечение проработки механизмов реализации закона о региональном грантовом конкурсе по развитию инженерного образования в Красноярском крае (Закон Красноярского края 20.04.2023 № 5-1754), для решения проблем нехватки квалифицированных кадров для базовых промышленных отраслей региона	Министерство образования Красноярского края; Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
36.	Программа удержания и привлечения талантов	Формирование системы выявления талантов и подготовка научных кадров и реализация механизмов поддержки: 1) поддержка учеников школ физико-математического профиля – Постановления Правительства Красноярского края от 08.07.2020 № 488-п; 2) предоставление грантов на реализацию проектов, направленных на обеспечение потребности экономики региона в квалифицированных кадрах – закон Красноярского края от 20.04.2023 года № 5-1754	Министерство образования Красноярского края	2024–2035

37.	Реализация мер по формированию комфортной среды для жизни, привлечательной для людей науки, молодых учёных и инноваторов	Министерство строительства	2024–2035
38.	Реализация мер по популяризации науки, научно-исследовательской, разрабаточеской деятельности, технологического предпринимательства и инновационного бизнеса среди молодёжи (школьников, студентов, молодых специалистов)	Агентство молодёжной политики и реализации программ общественного развития	2024–2035
39.	Развитие городской среды (через реализацию Федерального проекта «Формирование комфортной городской среды», использование электронной платформы «Активный гражданин. Красноярский край» и др.)	Министерство строительства Красноярского края	2024–2035
2. Организационные преобразования в управлении наукой			
2.1. Выстраивание новой системы управления наукой			
40.	Реорганизация системы распределения ответственности государственного управления наукой	Поручить Заместителю Председателя Правительства Красноярского края по экономике и развитию реализацию научно-технологической политики Красноярского края	2023
41.		Поручить Министерству экономики и регионального развития Красноярского края координацию исполнения мероприятий государственной программы научно-технологического развития Красноярского края, в том числе с учётом передачи функций и полномочий учредителя Краевого фонда науки (распоряжение Правительства Красноярского края от 30.06.2023 № 463-р)	2023
42.		Включение Красноярского фонда науки в состав соисполнителей государственной программы научно-технологического развития Красноярского края (в случае её разработки и принятия)	2023
43.	Утверждение Концепции научно-технологического развития Красноярского края	Нормативно-правовое закрепление приоритетов научно-технологического развития региона и введение механизмов по их уточнению и корректировке с течением времени	2024
44.	Разработка и утверждение государственной программы научно-технологического развития Красноярского края	Сформировать государственную программу, которая систематизирует и обеспечит взаимосвязь мероприятий, финансируемых из разных региональных источников, включая гранты Краевого фонда науки, стипендиальные выплаты, субсидии на финансирование научных исследований и разработок	2024

Продолжение табл. 4

№ п/п	Раздел концепции, наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Ответственный (исполнитель)	Срок реализации
45.	Пересборка Совета по науке и высшему образованию при Губернаторе Красноярского края	Дополнить положение о Совете по науке и высшему образованию при Губернаторе Красноярского края задачами формирования и актуализации научно-технологической повестки на долгосрочную перспективу на базе предложений Правительства Красноярского края и НОЦ «Енисейская Сибирь».	Правительство Красноярского края	2024
46.		Разделить Совет по науке и высшему образованию при Губернаторе Красноярского края на две части: 1) Совет по науке с координацией Минэкономразвития; 2) Совет по высшей школе с координацией Минобразования	Правительство Красноярского края	2024
47.		Дополнительно включить значимые предприятия промышленности Красноярского края, которые в настоящее время не представлены в Совете	Правительство Красноярского края	2024
48.		Дополнить положение о Совете полномочиями по согласованию направлений государственной программы по научно-технологическому развитию	Правительство Красноярского края	2024
49.	Реинжиниринг деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь»	Обновление программы деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь» в части пересмотра направлений деятельности, плана мероприятий (дорожной карты) и портфеля технологических проектов центра	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
50.		Создание межрегионального Наблюдательного совета НОЦ	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024
51.		Создание Консорциума НОЦ и актуализация деятельности СНОК (Сибирского научно образовательного консорциума)	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024
52.		Разработка КНТП по приоритетным направлениям НОЦ (в рамках КНТР Красноярского края)	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024

53.	Развитие форматов взаимодействия с бизнесом: 1) запуск экспериментальных форматов (Фонд инициатив с капиталом от бизнеса); 2) финансовые стимулы (налоговые льготы) для компаний – заказчиков НИР/НИОКР	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024
54.	Создание на базе НОЦ «Енисейская Сибирь» Центра арктических технологий с последующей разработкой и координацией федеральной программы исследований и разработок по созданию решений для развития Арктической зоны Российской Федерации на период до 2035 г.	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2024
55.	Разработка и реализация масштабной коммуникационной стратегии НОЦ за пределами региона для повышения репутации и значимости центра	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2025
56.	Реализация в регионе механизма хеджирования рисков бизнеса, осуществляющего заказ на НИОКР в научных организациях и университетах Красноярского края (софинансирование прикладных научных исследований и экспериментальных разработок при условии дальнейшего практического использования (коммерциализации) их результатов конкретными потребителями результатов работ)	АНО «Корпорация развития Енисейской Сибири»	2025
2.2. Долина науки и технологий в Красноярском крае – ИНТЦ «Енисейская Сибирь»			
57.	Развитие и расширение локализации сектора корпоративных НИОКР	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024
2.3. Развитие науки и технологий в городах Красноярского края			
58.	Научно-технологическое развитие в г. Красноярск	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края; Администрация г. Красноярск	2024–2035
59.	Вовлечение предприятий и местных администраций отдельных муниципальных образований в реализацию мероприятий Концепции и в участие в деятельности консорциумов и производственных кластеров, формируемых в рамках Концепции	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края; Администрация г. Красноярск	2024–2035

Окончание табл. 4

№ п/п	Раздел концепции, наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Ответственный (исполнитель)	Срок реализации
60.	Научно-технологическое развитие в ЗАТО г. Железнодорожск	Формирование инновационного района Железнодорожска для размещения научных команд и технологического бизнеса по направлениям научно-технологической специализации Концепции, в том числе с применением механизмов режима ИНТЦ	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края; Администрация ЗАТО г. Железнодорожск	2024–2035
61.		Формирование «Городского университета Железнодорожска» для подготовки инженерных кадров, удовлетворения кадровых запросов градообразующих предприятий ЗАТО г. Железнодорожск	Министерство образования Красноярского края; Администрация ЗАТО г. Железнодорожск	2025–2026
62.		Вовлечение предприятий и местных администраций отдельных муниципальных образований в реализацию мероприятий Концепции и в участие в деятельности консорциумов и производственных кластеров, формируемых в рамках Концепции	Администрация ЗАТО г. Железнодорожск	2024–2035
63.	Научно-технологическое развитие в других муниципальных образованиях Красноярского края	Вовлечение предприятий и местных администраций отдельных муниципальных образований в реализацию мероприятий Концепции и в деятельность консорциумов и научно-производственных кластеров, формируемых в рамках Концепции	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024–2035
2.4. Межрегиональное сотрудничество				
64.	Выстраивание кооперационных связей и партнёрских отношений с субъектами научно-технологического сектора вне региона	Координация переговоров по выстраиванию сотрудничества, в том числе на высшем уровне управления регионами, с потенциальными партнёрами Красноярского края в науке и технологиях: в регионах со схожей повесткой развития науки и технологий и связанных в рамках технологических цепочек	Министерство экономики и регионального развития Красноярского края	2024–2035

Таблица 5. Распределение мероприятий плана по приоритетным источникам финансирования (внебюджетные источники, федеральный и региональный бюджет)

№	Мероприятия	Приоритетные источники финансирования			Ключевые механизмы финансирования и реализации
		Федеральный бюджет	Внебюджетные источники (средства компаний)	Региональный бюджет	
1. Приоритетные направления развития науки и технологий					
1.1. Флагманские научные проекты					
1.	Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний ГМК. Регион оказывает поддержку научным коллективам и школам в рамках: грантов Краевого фонда науки, грантов по закону Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края», а также оказывает административную поддержку и способствует хеджированию рисков бизнеса
2.	Технологии применения алюминия		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний ГМК и производителей продукции из алюминия. Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса в рамках отдельных механизмов: гранты Краевого фонда науки, поддержка от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий. Средства федерального бюджета привлекаются по механизмам блочных грантов на создание молодёжных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты», федерального проекта «Передовые инженерные школы», постановления Правительства №162 от 19.02.2019 «Об утверждении правил разработки, утверждения, реализации, корректировки и завершения КНТП», постановления Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1439

№	Мероприятия	Приоритетные источники финансирования			Ключевые механизмы финансирования и реализации
		Федеральный бюджет	Внебюджетные источники (средства компаний)	Региональный бюджет	
3.	Промышленные биотехнологии	+ (II)		+ (I)	На I этапе региональная поддержка развития существующих коллективов и инициатив в области промышленных биотехнологий для формирования условий по разработке и созданию опытных линий в рамках грантов Краевого фонда науки и поддержки, предусмотренной законом Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края». На II этапе привлечение финансирования из федерального бюджета через механизмы создания КНТП развития промышленных биотехнологий и горной химии, реализации поручения Президента России Пр-800, п.1 в)-2 – «обеспечить создание, функционирование и финансирование национальных биоресурсных центров»
4.	Технологии гибких производств в космической индустрии		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний (АО «Решетнёв»), включая средства, выделенные на реализацию федерального проекта «Комплексное развитие космических информационных технологий» («Сфера»), дорожной карты по развитию высокотехнологичного направления «Перспективные космические системы и сервисы». Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса, заказывающего НИОКР в регионе, в рамках грантов Фонда науки Красноярского края. Привлечение средств федерального бюджета в рамках блочных грантов на создание молодёжных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты», федерального закона от 29.07.2017 № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах»
5.	Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний ГМК. Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса, заказывающего НИОКР в регионе, в рамках

					грантов Фонда науки Красноярского края. На федеральном уровне возможно привлечение средств в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы», распоряжения Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 3883-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 г.», Федерального закона от 29.07.2017 № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах», а также по линии создания центров искусственного интеллекта (федеральный проект в области искусственного интеллекта)
6.	Микроэлектроника для промышленности и энергетики		+ (II)	+ (I)	На I этапе региональная поддержка развития существующих коллективов и инициатив в области развития собственной электроники и микроэлектроники в рамках грантов Краевого фонда науки, механизмов закона Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края». На II этапе выход в технологические проекты в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний энергетики и обрабатывающей промышленности. Привлечение средств федерального бюджета на развитие промышленной и исследовательской инфраструктуры: постановление от 19 сентября 2022 года № 1659 «Поддержка проектов создания, развития и (или) модернизации объектов инфраструктуры промышленных технопарков в сфере электронной промышленности», блочные гранты на создание молодёжных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты»
7.	Технологии городского АПК (сити-фермерство)		+ (II)	+ (I)	На I этапе поддержка из регионального бюджета проектов по генетике растений для нужд городского АПК, в том числе в рамках грантовых конкурсов Краевого фонда науки. На II этапе выход в технологические проекты и заказ от высокотехнологических и промышленных компаний секторов АПК, гастрономии, фармацевтической и косметической индустрий. Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса, в том числе в рамках поддержки от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий. На федеральном уровне возможно использование механизмов: ФНТП «Освоение арктических территорий» (проект), в том числе

№	Мероприятия	Приоритетные источники финансирования			Ключевые механизмы финансирования и реализации
		Федеральный бюджет	Внебюджетные источники (средства компаний)	Региональный бюджет	
8.					в рамках реализации направления развития технологий сельскохозяйственного производства на северных и арктических территориях, постановления Правительства РФ от 15 июня 2022 г. № 1085 (акселерация студенческих команд в рамках реализации федерального проекта «Платформа университета»), преференциального технологического предпринимательства), преференциального режима для малых технологических компаний в сити-фермерстве
9.	Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК			+	Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса, заказывающего НИОКР в регионе, в рамках отдельных механизмов: гранты Краевого фонда науки, поддержка от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий. Поддержка проектов разработки и внедрения технологий точного растениеводства и животноводства на условиях внебюджетного финансирования, в том числе за счёт средств соответствующей отраслевой государственной программы. В рамках федеральной поддержки – участие в государственной программе – постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»
10.	Лесоклиматические проекты	+ (I)	+ (II)		На I этапе финансирование проекта в рамках программы деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь». На II этапе повышение вклада внебюджетных средств компаний, решающих задачи снижения углеродного следа и экологической нагрузки на леса («Роснефть», «Норникель» и др.), а также привлечение средств федеральной научно-технической программы экологического развития Российской Федерации
11.	Технологии для нефтегазодобывающего сектора		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний нефтегазодобывающего сектора.

					Средства федерального бюджета в рамках создания ИНТЦ – федеральный закон от 29.07.2017 г. № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах». Регион оказывает поддержку в рамках грантов Краевого фонда науки, грантов по закону Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края», а также оказывает административную поддержку и способствует хеджированию рисков бизнеса
12.	Технологии для Арктики	+			Привлечение средств в рамках участия университетов и НИИ региона в реализации ФНТП «Освоение арктических территорий» (проект)
13.	Химические исследования и технологии		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний нефтегазодобывающего и химического секторов. Выход в сотрудничество и участие в углехимических проектах в рамках КНТП «Чистый уголь – зелёный Кузбасс» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1144-р). Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса, в том числе в рамках грантовых конкурсов Краевого фонда науки
14.	Медицинские технологии	+			Привлечение средств федерального бюджета в рамках участия университетов и НИИ региона в создании и реализации экспериментального правового режима (ЭПР) в области цифровых технологий для удалённой реабилитации пациентов. Поддержка бизнеса, заказывающего НИОКР в регионе, из регионального бюджета в рамках грантов Краевого фонда науки, механизмов поддержки КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий
15.	Технологии беспилотных авиационных систем	+			Привлечение средств в рамках участия университетов и НИИ региона в реализации национального проекта по беспилотным системам и реализации перечня поручений Президента по вопросам развития БАС

№	Мероприятия	Приоритетные источники финансирования			Ключевые механизмы финансирования и реализации
		Федеральный бюджет	Внебюджетные источники (средства компаний)	Региональный бюджет	
16.	Исследования и разработки для ЛПК		+		Реализация технологических проектов в рамках заказов на разработки за счёт средств компаний ЛПК. Привлечение средств федерального бюджета в рамках механизмов постановления Правительства РФ от 1 августа 2020 г. № 1156 «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций», планов по импортозамещению Минпромторга России. Регион оказывает административную поддержку и хеджирование рисков бизнеса в рамках грантовых конкурсов Краевого фонда науки
1.2. Поддержка перспективных научных школ					
17.	Задельные поисковые исследования		+		Создание Фонда инициатив Красноярского края на средства бизнеса для финансирования проектов с неопределённым результатом (рисковые задельные исследования)
18.	Региональная лига резерва науки			+	Организация Корпоративного университета в сфере образования и научно-технологического развития Красноярского края, реализующего образовательные программы совместно с университетами и научными организациями региона
19.	Исследовательские консорциумы и научно-производственные кластеры		+		Создание объединений научных организаций, государства и бизнеса в форме консорциумов, предназначенных для проведения совместных исследований и разработок, выведения на рынок новой высокотехнологичной продукции или услуг
1.3. Развитие университетской науки – повышение престижа университетов					
20.	Подготовка руководителей научных исследований			+	Реализация образовательных программ, курсов подготовки и переподготовки руководителей исследований (руководителей научных групп, заведующих научными лабораториями и т.п.) с фокусировкой на тематических приоритетах развития науки и технологий в Красноярском крае
21.	Реформирование наукоёмкого			+	Масштабирование механизмов развития инженерного образования, в том числе создание условий для занятия Красноярским краем

	инженерного образования					системной позиции в сегментах инженерной подготовки на национальном уровне: 1) наукоёмкая инженерия для алюминиевой промышленности; 2) наукоёмкая инженерия для спутникостроения, 3) наукоёмкая инженерия в микроэлектронике
22.	Программа удержания и привлечения талантов				+	Формирование системы выявления талантов и подготовки научных кадров и реализация механизмов поддержки: 1) поддержка учеников школ физико-математического профиля – Постановление Правительства Красноярского края от 08.07.2020 № 488-п; 2) предоставление грантов на реализацию проектов, направленных на обеспечение потребности экономики региона в квалифицированных кадрах, – закон Красноярского края от 20.04.2023 года № 5-1754
2. Организационные преобразования в управлении наукой						
2.1. Выстраивание новой системы управления наукой						
23.	Реорганизация системы распределения ответственности государственного управления наукой в Красноярском крае				+	Разработка и принятие административных решений по распределению полномочий
24.	Утверждение Концепции научно-технологического развития Красноярского края				+	Разработка и принятие документа
25.	Разработка и утверждение государственной программы научно-технологического развития Красноярского края				+	Разработка и принятие документа
26.	Пересборка Совета по науке и высшему образованию при Губернаторе Красноярского края				+	Разработка и принятие административных решений по распределению полномочий
27.	Реинжиниринг деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь»	+				Обновление программы деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь», проведение реформы наблюдательного совета

№	Мероприятия	Приоритетные источники финансирования			Ключевые механизмы финансирования и реализации
		Федеральный бюджет	Внебюджетные источники (средства компаний)	Региональный бюджет	
28.					
2.2. Долина науки и технологий в Красноярском крае – ИНТЦ «Енисейская Сибирь»					
29.	Развитие и расширение локализация сектора корпоративных НИОКР	+			Создание привлекательных фискальных, инфраструктурных и финансовых условий для локализации и масштабирования центров исследований и разработок крупных региональных компаний, а также наукоёмких инженерных сервисов на территории Красноярского края
2.3. Развитие науки и технологий в городах Красноярского края					
30.	Научно-технологическое развитие в г. Красноярск			+	Реализация мероприятий по вовлечению предприятий и администрации города в реализацию мероприятий Концепции и в участие в деятельности консорциумов и производственных кластеров, формируемых в рамках Концепции
31.	Научно-технологическое развитие в ЗАТО г. Железногорск			+	Реализация мероприятий по вовлечению предприятий и администрации города в реализацию мероприятий Концепции и в участие в деятельности консорциумов и производственных кластеров, формируемых в рамках Концепции
32.	Научно-технологическое развитие в других муниципальных образованиях Красноярского края			+	Реализация мероприятий по вовлечению предприятий и местных администраций отдельных муниципальных образований в реализацию мероприятий Концепции и в участие в деятельности консорциумов и производственных кластеров, формируемых в рамках Концепции
2.4. Межрегиональное сотрудничество					
33.	Выстраивание кооперационных связей и партнёрских отношений с субъектами научно-технологического сектора вне региона	+	(II)		На I этапе координация переговоров по выстраиванию сотрудничества, в том числе на высшем уровне управления регионами, с потенциальными партнёрами Красноярского края в науке и технологиях: в регионах со схожей повесткой развития науки и технологий и связанных в рамках технологических цепочек. На II этапе участие научных организаций и университетов Красноярского края в реализации межрегиональных программ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Справочные материалы по флагманским проектам

Таблица 6. Оценка потенциальных эффектов флагманских проектов

№	Проект	Краткое описание задач	Объёмные показатели сектора	Эффекты для региона к 2035 году
1	Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями	- Разработка технологий для геологоразведки, в том числе для арктических территорий - Разработка безлюдных технологий: «безлюдный рудник», автоматизированные производства и др. «Чистые» технологии, в том числе реализация «Серной программы 2.0», модернизация медного производства и др.	Красноярский край: более 17 млн тонн руд полезных ископаемых в год	- Увеличение объёмов добываемой руды до 25 млн т к 2025 г. - Снижение нагрузки на окружающую среду – сокращение выбросов SO₂ в Норильском районе на 90 % к уровню 2015 г. - Рост производительности компаний ГМК на 15–20 % - Обеспечение реализации НИОКР для решения задач развития центра компетенций в рамках комплексного плана социально-экономического развития мунципального образования г. Норильск (реконструкция очистных сооружений, организации водозабора, работы с отходами, создание программно-аппаратных комплексов и др.)
2	Технологии применения алюминия	- Развитие технологий вторичной переработки алюминия - Формирование сектора промышленного дизайна и НИОКР в производстве продукции из алюминия и других «лёгких» материалов	Спрос на алюминий глубокой переработки в России – 2 млн тонн к 2030 г.	- До 1000 новых рабочих мест, в том числе до 50 % в сфере высокотехнологичных производств, 15–20 % в НИОКР и 30–35 % в промышленном дизайне и инжиниринге - Дополнительный заказ на НИОКР около 500 млн руб.
3	Промышленные биотехнологии	- Увеличение глубины переработки упорных руд - Развитие технологий переработки отходов и рекультивации объектов размещения отходов	Красноярский край: 810 тонн выявленных упорных золотых руд, 17,4 тыс. га нарушенных земель	- Решение проблемы промышленных отходов, которые образуются в размере более 150 млн тонн в год - Повышение уровня извлечения цветных и редкоземельных металлов - До 500 новых рабочих мест в биотехнологическом секторе - Дополнительный заказ на НИОКР – около 700 млн руб. в год

№	Проект	Краткое описание задач	Объёмные показатели сектора	Эффекты для региона к 2035 году
4	Технологии гибких производств в космической промышленности	- Создание опытных производств следующего поколения, в том числе: создание научно-производственного объединения на базе СибГУ и АО «Решетнёв», создание новых конвейерных линий - Развитие подготовки кадров в области спутниковых систем - Локализация НПО космической промышленности в Красноярске и Железногорске	Поточное производство спутников в размере 309 космических аппаратов в год (на мощностях АО «Решетнёв»)	- Выход на большой системный заказ от космической промышленности на поточное производство спутников (100–250 спутников в год) - Дополнительный заказ на НПО – около 300 млн рублей в год; весь рынок НПО – до 145 млрд руб. к 2030 г. - Создание до 2,5 тыс. новых высокотехнологичных рабочих мест
5	Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга	- Технологии захвата объектов реальности - Развитие управления данными и ИИ в ТИМ - Создание научно-производственного кластера информационных технологий (разработка промышленного ПО, услуги ТИМ-инжиниринга для гражданского и промышленного строительства, технологии ИИ для ГМК и других секторов экономики края)	Российский рынок: до 10 млрд руб. к 2025 г.	- Более 1000 новых рабочих мест в ИТ-секторе - Более 2 млрд руб. – объём выручки компаний кластера в сегменте ТИМ-инжиниринга и более 20 млрд руб. в других сегментах ИТ - Повышение эффективности строительства на 20–30 % - Национальное лидерство в подготовке кадров для ТИМ
6	Микроэлектроника для промышленности и энергетики	- Развитие технологий IoT-датчиков для металлургии и нефтегазовой отрасли - Развитие технологий и контрольно-измерительной аппаратуры для арктических условий	Российский рынок: около 578 млрд руб. к 2025 г.	- Более 200 рабочих мест в электронной промышленности - От 600 млн до 2,5 млрд руб. – объём выпуска новой наукоемкой продукции и услуг
7	Технологии городского АПК (сити-фермерство)	- Создание научного института в генетике селекции, агро-и гидропонике - Развитие технологий получения сырья для фармацевтической и косметической промышленности	Мировой рынок: 24,9 млрд долл. к 2030 году (CAGR – 20,1 %)	- До 1500 новых рабочих мест в секторе современных пищевых производств 500 млн привлечённых инвестиций в вертикальные фермы, в том числе до 20 % в НПО - Более 4 компаний сектора с совокупной выручкой не менее 1 млрд руб.

		Разработка технологий вертикальных ферм для Арктики			
8	Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК	- Развитие и повышение уровня внедрения в сельском хозяйстве технологий точного земледелия и животноводства (БАС, ДЗЗ и цифровые системы) - Рост уровня устойчивости и конкурентоспособности АПК региона, достижение баланса производства и переработки сельскохозяйственной продукции; введение в экономический оборот продукции и сырья северных и арктических территорий	5 млн га – площадь сельскохозяйственных угодий в Красноярском крае Площадь сельскохозяйственной территории Красноярского края, на которых используются элементы точного земледелия – 372 тыс. га	Общий объём дополнительных внутренних затрат на исследования и разработки в сфере сельского хозяйства и пищевых производств достигнет 1,2 млрд руб.	
9	Лесоклиматические проекты	- Запуск пилотных лесоклиматических проектов с участием крупных компаний - Мониторинг углеродного следа - Оценка поглощения углерода лесами	Леса Красноярского края каждый год поглощают 53,9 млн тонн CO ₂	Достижение наибольшей доли рынка углеродных единиц среди субъектов Российской Федерации – более 15 %	
10	Технологии для нефтегазодобывающего сектора	- Создание сектора высокотехнологичных сервисов для нефтегазовой индустрии - Повышение рентабельности месторождений, в том числе добыча лития из попутных нефтяных вод - Снижение экологической нагрузки при разработке нефтегазовых месторождений	Доля отгруженной продукции, работ, услуг нефтегазового комплекса Красноярского края, 21 % в 2021 г.	- Повышение коэффициента извлечения нефти на цифровых месторождениях на 5–10 % - Снижение операционных затрат в разведке и добыче на 10 %, капитальных – на 15 % - Сокращение сроков ввода новых крупных проектов до 40 %	
11	Технологии для Арктики	Технологическое обеспечение задач освоения северных и арктических территорий	Более 80 % горючего природного газа и 17 % нефти в Российской Федерации добывается в Арктическом регионе. Рост перевозок по Севморпути к 2030 году: с 30 млн тонн – в 2020 году до 200 млн тонн грузов	- До 50 рабочих мест в секторе науки и технологий - Обеспечение вклада в реализацию комплексных мер социально-экономического развития г. Норильска до 2035 г. и Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г.	

№	Проект	Краткое описание задач	Объёмные показатели сектора	Эффекты для региона к 2035 году
12	Химические исследования и технологии	- Разработка технологий газификации, химии углеводородов «Зеленая химия» - Развитие предприятий нефтехимии и транспортной инфраструктуры для химической отрасли - Организация опытных производств в различных сегментах	Рост химического комплекса в структуре ВВП Российской Федерации с 1,8 % в 2023 г. до 2,01 % к 2035 г.	- Создать до 100 новых высокопроизводительных рабочих мест в области научных исследований и разработок - Нарастить объёмы внутренних затрат на НИОКР по тематике химических исследований и химического инжиниринга дополнительно на 300–500 млн руб. в год к 2030 г.
13	Медицинские технологии	Развитие средств и технологий реабилитации и абилитации (в том числе цифровых, удалённых)	12 млн чел. – лица с ограниченными возможностями здоровья в России, нуждающиеся в средствах реабилитации	- До 100 рабочих мест - Удалённая реабилитация до 5000 пациентов - Рост ожидаемой продолжительности жизни - Рост доли лиц с ОВЗ и инвалидов, систематически занимающихся спортом
14	Технологии беспилотных авиационных систем	- Создание научно-производственного кластера в области БАС - Развитие рынка сервисов БАС, в том числе гибридная геологоразведка для нефтегазового сектора и ГМК	Объём российского рынка услуг БАС к 2035 г. – 220 млрд руб. и 200 тыс. реализованных БАС	- До 180 новых высокопроизводительных рабочих мест - Рост объёма услуг БАС в регионе до 700 млн руб. в год - Рост объёма отгрузки БПЛА до 900 млн руб. в год
15	Исследования и разработки для ЛПК	- Технологии мониторинга состояния лесов - Производственные технологии для ЛПК - Новые продукты и применения древесины: биоразлагаемые полимеры, композиты, наноцеллюлоза, лигноцеллюлоза и др.	Объёмы лесозаготовки в крае – 24,7 млн м ³ (11 % от общероссийских показателей). Общий запас древесины в Красноярском крае составляет 14 % от общероссийского объёма	- До 500 новых высокопроизводительных рабочих мест в секторе ЛПК, включая исследования и разработки для ЛПК - Дополнительный заказ на НИОКР около 100 млн руб. в год

Таблица 7. Нормативные акты и грантовые программы, в рамках которых возможно привлечение средств

№	Проект	Механизмы и возможные организационные форматы реализации	Соответствующие НПА и источники финансирования
1.	Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями	• Мобильный научно-испытательный и опытно-производственный комплекс • Сеть исследовательских лабораторий	• Гранты Краевого фонда науки • Закон Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края»
2.	Технологии применения алюминия	• Центр литья под высоким давлением • Кластер промышленного дизайна по алюминию • Сетевая межрегиональная исследовательская программа по облегчённым сплавам и конструкциям	• Гранты Краевого фонда науки • Поддержка от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий • Блочный грант на создание молодёжных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты» • Федеральный проект «Передовые инженерные школы» • Постановление Правительства №162 от 19.02.2019 «Об утверждении правил разработки, утверждения, реализации, корректировки и завершения КНТП»; • Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1439
3.	Промышленные биотехнологии	• Исследовательский консорциум по промышленным биотехнологиям • Национальная лаборатория по биотехнологиям в ГМК, включая сеть опытных полигонов	• КНТП развития промышленных биотехнологий и горной химии • Пр-800, п.1 в)-2 – обеспечить создание, функционирование и финансирование национальных биоресурсных центров • Гранты Краевого фонда науки • Закон Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края»
4.	Технологии гибких производств в космической индустрии	• Опытные производства на базе вузов • Локализация компаний космической индустрии	• Гранты Фонда науки Красноярского края • Федеральный проект «Комплексное развитие космических информационных технологий» («Сфера») • Блочные гранты на создание молодёжных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты» • Дорожная карта по развитию высокотехнологичного направления «Перспективные космические системы и сервисы» • Федеральный закон от 29.07.2017 г. № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах»

№	Проект	Механизмы и возможные организационные форматы реализации	Соответствующие НПА и источники финансирования
5.	Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга	- Кластер ТИМ-инжиниринга - Исследовательский центр Гипроникеля	- Гранты Краевого Фонда науки - Федеральный проект «Передовые инженерные школы» - Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 3883-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 г.» - Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах» - Центры искусственного интеллекта (Федеральный проект в области искусственного интеллекта)
6.	Микроэлектроника для промышленности и энергетики	- Центр дизайна и прототипирования микроэлектроники - Технопарк в сфере электронной промышленности	- Гранты Краевого фонда науки - Закон Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края» - Постановление от 19 сентября 2022 года № 1659 «Поддержка проектов создания, развития и (или) модернизации объектов инфраструктуры промышленных технопарков в сфере электронной промышленности» - Блочные гранты на создание молодёжных лабораторий в рамках нацпроекта «Наука и университеты»
7.	Технологии городского АПК (сити-фермерство)	- Институт гидропоники и аэропоники (частн. или РАН) - Гастрономический R&D-парк - Лаборатории техн. компаний в сити-фермерстве (вкл. фарму)	- Гранты Краевого фонда науки - Поддержка от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий - ФНТП «Освоение арктических территорий» (проект), в том числе в рамках реализации направления развития технологий сельскохозяйственного производства на северных и арктических территориях - Постановление от 15 июня 2022 г. № 1085 (акселерация студенческих команд в рамках реализации федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства») - Преференциальный режим для малых технологических компаний в сити-фермерстве
8.	Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК	- Научно-производственный испытательный центр АПК - Тестовый полигон для отработки технологий точного земледелия	- Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» - Гранты Красноярского краевого фонда науки - Поддержка от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий

9.	Лесоклиматические проекты	Национальный центр компетенций в области реализации лесоклиматических проектов	- Программа деятельности НОЦ «Енисейская Сибирь» - Федеральная научно-техническая программа экологического развития Российской Федерации
10.	Технологии для нефтегазодобычи	- R&D центр по экологии - Инициатива по повышению рентабельности месторождений	- Гранты Краевого фонда науки - Закон Красноярского края от 20.04.2023 № 5-1754 «О грантах федеральным государственным организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования на территории Красноярского края» - Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах»
11.	Технологии для Арктики	- Создание штаба федеральной программы (координационного межрегионального центра) - Сетевой исследовательский центр – распределённые лаборатории на базе вузов и ФИЦ КНЦ СО РАН	ФНТП «Освоение арктических территорий» (проект)
12.	Химические исследования и технологии	Создание опытной производственной площадки при университете или ФИЦ для малотоннажных опытных партий	- Гранты Краевого фонда науки - КНТП «Чистый уголь – зелёный Кузбасс» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р)
13.	Медицинские технологии	- Исследовательский центр - Опытный полигон на базе поликлиники/больницы	- Экспериментальный правовой режим (ЭПР) в области цифровых технологий для удалённой реабилитации пациентов - Гранты Краевого фонда науки - Поддержка от КГАУ «КРИТБИ» для малых инновационных предприятий
14.	Технологии беспилотных авиационных систем	Научно-производственный центр (НПЦ) по БАС	- Перечень поручений Президента по вопросам развития беспилотных авиационных систем - Национальный проект по беспилотным системам
15.	Исследования и разработки для ЛПК	- Центр обратного инжиниринга для ЛПК - Тестовый полигон	- Постановление Правительства РФ от 1 августа 2020 г. № 1156 «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций» - Планы по импортозамещению Минпромторга^[17] - Гранты Краевого фонда науки

Таблица 8. Взаимосвязь фламандских проектов с перечнем критических технологий, сквозных технологий и индустриальными мегапроектами

№	Проект	Соответствие перечню критических технологий Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899, в редакции Указа Президента Российской Федерации от 16.12.2015 г. № 623)	Соответствие перечню сквозных технологий (технологических направлений) (Концепция технологического развития России на период до 2030 года)	Соответствие перечню мегапроектов технологического суверенитета
1.	Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями	20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи	Новое индустриальное и общесистемное программное обеспечение Перспективные космические системы и сервисы	–
2.	Технологии применения алюминия	16. Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов 17. Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов	Технологии новых материалов и веществ, их моделирования и разработки	–
3.	Промышленные биотехнологии	10. Технологии биоинженерии 19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения	Технологии управления свойствами биологических объектов	–
4.	Технологии гибких производств в космической индустрии	24. Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения	Технологии компонентов робототехники и мехатроники Перспективные космические системы и сервисы	Станки и инструмент
5.	Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга	–	Новое индустриальное и общесистемное программное обеспечение	–
6.	Микроэлектроника для промышленности и энергетики	25. Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств	Технологии сенсорики	Радиоэлектроника
7.	Технологии городского АПК (сити-фермерство)	–	Ускоренное развитие генетических технологий Технологии компонентов робототехники и мехатроники	Лекарства (производство фармзубстанций)
8.	Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК	–	Технологии управления свойствами биологических объектов	–

9.	Лесоклиматические проекты	19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения	Перспективные космические системы и сервисы	–
10.	Технологии для нефтегазодобывающего сектора	20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи 19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения	–	–
11.	Технологии для Арктики	19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения	Технологии новых материалов и веществ, их моделирования и разработки Перспективные космические системы и сервисы	–
12.	Химические исследования и технологии	–	Технологии новых материалов и веществ, их моделирования и разработки	Химические технологии
13.	Медицинские технологии	22. Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний	–	Медицинские изделия
14.	Технологии беспилотных авиационных систем	23. Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта	–	Беспилотные авиасистемы
15.	Исследования и разработки для ЛПК	19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения	Перспективные космические системы и сервисы	Станки и инструмент

Таблица 9. Реализация промышленных мегапроектов на территории Красноярского края

№	Мегапроект ⁹⁰	Мероприятие КНТР Красноярского края	Формат локализации мегапроекта на территории края (что именно КНТР предусматривает к реализации)
1	Производство линейки гражданской авиатехники, включая беспилотные авиационные системы	Флагманский проект «Технологии беспилотных авиационных систем»	Научно-производственный центр по БАС двойного назначения – геологоразведка, АПК, климатический и лесной мониторинг, освоение Арктики, предупреждение ЧС, ОПК (в рамках нацпроекта по беспилотным авиационным системам)
2	Разработка и производство станков и робототехники	- Флагманский проект «Технологии гибких производств в космической индустрии» - Комплексный план развития г. Железногорска - Флагманский проект «Исследования и разработки для лесопромышленного комплекса»	Центр развития передовых производственных технологий, состоящий из инжинирингового центра и учебной фабрики со специализацией в космической промышленности (поточное производство спутников 300 ед. в год). 1) Создание городского университета Железногорска, который обеспечит подготовку кадров под растущие объёмы производства АО «Решетнёв». 2) Локализация поставщиков услуг и оборудования на предприятия АО «Решетнёв». Научно-производственный и инжиниринговый кластер под технологические нужды ЛПК – импортозамещение оборудования для лесохимии
3	Оборудование для производства сжиженного природного газа	Прочие направления развития науки и технологий КНТР	Поддержка развития производства оборудования для добывающих площадок (улавливание и сжижение газа), разработка и производство мини-НПЗ контейнерного типа (с опорой на проект строительства газопровода «Сила Сибири – 2»)
4	Разработка и производство микроэлектроники	- Флагманский проект «Микроэлектроника для промышленности и энергетики» - Закон Красноярского края от 20.04.2023 года № 5-1754 «О грантах федеральным гос. организациям, осуществляющим образовательную деятельность по образовательным программам ВО на территории Красноярского края»	Создание первого сибирского технопарка электронной промышленности (в т.ч. центр дизайна и прототипирования, производство электроники и датчиков для ГМК, космической, радиоэлектронной, энергетической промышленности и др.). Развитие программ высшего инженерного образования, а также сопутствующих ему исследований и программ технологического предпринимательства в секторах экономики Красноярского края, включая микроэлектронную промышленность

5	Разработка и производство малотоннажной химии	Флагманский проект «Химические исследования и технологии»	Развитие производства предприятий химической промышленности по направлениям: полимерные соединения, высокоэнергетические соединения (порох и ракетное топливо), органическая химия, включая производство полилактида (биополимера) и молочной кислоты из растительного сырья, газохимическое производство удобрений
6	Разработка и производство фармацевтических субстанций	- Флагманский проект «Технологии городского АПК («сити-фермерство»)» - ИНТЦ «Енисейская Сибирь»	Локализация и развитие производства биологически активных веществ из растительного сырья, полученного на аэропортовой установке (натуральный хлорофилл, сульфорофан, бета-каротин и др.), для нужд фармацевтической промышленности
7	Судостроение	Прочие направления развития науки и технологий	Развитие действующих предприятий края в области малого судостроения, производства аэролодок, в т.ч. разработка и производство полимерных композитных корпусов, силовых агрегатов, сборка готовых транспортных средств
8	Производство средне- и высокооборотных дизельных двигателей	Участие Красноярского края в данном мегапроекте не предполагается	Проекты отсутствуют
9	Производство турбин	Участие Красноярского края в данном мегапроекте не предполагается	Проекты отсутствуют

⁹⁰ Указанные в рамках Концепции технологического развития Российской Федерации до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 года № 1315-р)

Таблица 10. Оценка уровня технологической готовности флагманских проектов

№	Проект	Средний TRL	Продукт	TRL	MRL
1	Технологии геологоразведки и добычи для ГМК – партнёрство с ГМК «Норильский никель» и другими компаниями	5	Мобильные комплексы для добычи и обогащения металлов	4	5
			Безлюдный рудник	3	5
			Комплексирование геологоразведки металлов с помощью ИИ	3	5
2	Технологии применения алюминия	3	Производственные технологии и оборудование для повышения эффективности алюминиевой промышленности	3	3
			Аддитивные производства, литьё, сварка прокат	3	3
			Промышленный дизайн изделий	0	3
			Инновационные сплавы	7	7
3	Промышленные биотехнологии	2	Биотехнологии для извлечения золота	9	9
			Биотехнологии для полиметаллов: никель, медь, платина, молибден, свинец, цинк и др.	2	3
			Биотехнологии для угольной и нефтегазовой промышленности	1	1
			Биотехнологии для очистки отходов	1	2
4	Технологии гибких производств для космической индустрии	7	Конвейеры для производства спутников	7	7
			Спутниковые платформы	7	7
			Системы спутниковой связи	7	7
			ЭКБ для спутников	3	4
5	Исследования и разработки в области ТИМ-инжиниринга	4	Системы ИИ для создания информационных моделей	3	4
			Системы ИИ для расчёта проектно-сметной документации	3	4
			Аппаратно-программные ИИ-комплексы захвата реальности	2	3

6	Микроэлектроника для промышленности и энергетики	3	Датчики на основе МЭМС и МОЭМС Датчики на основе карбида кремния АСУ ТП	5 1 3	5 2 8
7	Технологии городского АПК (сити-фермерство)	7	Биотехнологии и геномная селекция Алгоритмы прогнозирования производства биомассы Городские фермы с возможностью выращивания декоративных растений и цифровыми двойниками Технологии производства БАД из растений Продукты с заданными вкусоароматическими характеристиками Технология аэропного производства картофеля	6 6 3 4 2 3	7 7 6 7 2 7
8	Лесоклиматические проекты	3	ГИС для моделирования и анализа экосистемных услуг Технологии повышения секвстрационной способности в отношении углерода лесных и других природных экосистем	3 3	3 3
9	Точное сельское хозяйство и технологии повышения глубины переработки сырья в АПК	7	Технологии снижения углеродного следа в АПК Геномные методы селекции в семеноводстве, производство ферментов для кормов животноводстве Производство и глубокая переработка с/х сырья, отходов, продукции пищевого и непищевого назначения Логистические модели перемещения сельскохозяйственного продукции Электронные карты полей и ферм и ПО для автоматизации	2 3 3 2 2	7 6 3 7 7
10	Технологии для нефтегазодобывающего сектора	6	Технологии моделирования и прогнозирования естественных сред Технологии дистанционного управления оборудованием на месторождениях Технологии извлечения попутного лития и редкоземельных металлов	3 1 3	6 6 6

Окончание табл. 10

№	Проект	Средний TRL	Продукт	TRL	MRL
11	Технологии для Арктики	3	Технологий добычи руд удалённых месторождений, расположенных в арктических территориях	4	5
			Технологий переработки промышленных отходов в условиях низких температур	3	2
			Технологии и продукция контрольно-измерительной аппаратуры для контроля состояния объектов промышленной и гражданской инфраструктуры (для эксплуатации в условиях Арктики)	4	4
			Технологии ТИМ-проектирования объектов строительства в условиях вечной мерзлоты	3	4
			Технологии вертикальных ферм для Арктики	3	4
			Технологии добычи трудноизвлекаемых запасов нефти и газа в Арктике	4	5
			Разработка БАС, приспособленных к экстремальным условиям Севера	3	5
			Технологии моделирования сценариев лесоклиматических проектов для Арктики	3	3
			Технологии домостроения в условиях Арктики	3	4
			Морозостойкие материалы, изделия и порошки для 3D-печати	3	4
12	Химические исследования и технологии	4	Технологии получения химических веществ из углеводородного сырья для создания упаковочных материалов	2	3
			Удобрения для сельского хозяйства и «зелёная химия»	4	5
			Технология получения углеродного сорбента	5	4
13	Медицинские технологии	5	Технологии удалённой реабилитации и абилитации	3	5
			Реабилитация при нейродегенеративных заболеваниях	4	5
			Цифровые технологии и «бережливая клиника»	4	6

			Медицинская генетика и фармакогенетика, аптамеры	6	7
			Биополимеры медицинского назначения	6	7
			Аддитивные технологии для медицины	3	5
14	Технологии беспилотных авиационных систем	7	Комплексы БАС для геологоразведки, включая комплексирование методов	6	6
			Облегчённые материалы для БАС	3	7
			Конструкционные решения для БАС в Арктике	2	2
			ЭКБ для БАС	2	7
			Логистические системы на основе БАС	3	7
			Автономная навигация для БАС	2	7
15	Исследования и разработки для ЛПК	5	Комплексы для мониторинга состояния лесов	7	7
			Машины для лесных работ	3	5
			Оборудование для ЦБК	2	5
			Экологичные стройматериалы из древесины	2	5

Таблица 11. Связь показателей и мероприятий концепции

№ п/п	Наименование целевого показателя	ед. изм.	Мероприятия
1	Внутренние затраты на исследования и разработки	млрд руб.	- Поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях - Гранты Краевого фонда науки - Региональная лига резерва науки - Организация ИНТЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае
2	Доля внутренних затрат на исследования и разработки в валовом региональном продукте	%	- Региональная лига резерва науки - Поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях - Гранты Краевого фонда науки - Организация ИНТЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае
3	Доля исследователей в возрасте до 39 лет, работающих в Красноярском крае, в общей численности исследователей, работающих в Красноярском крае	%	- Региональная лига резерва науки - Поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях
4	Доля исследователей Красноярского края, имеющих учёную степень	%	- Поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях - Гранты Краевого фонда науки - Поддержка школ физико-математического профиля – Постановление Правительства Красноярского края от 08.07.2020 № 488-п - Создание благоприятной среды, привлекательной для людей науки, молодых учёных и инноваторов - Создание программ выявления и привлечения талантов в университетах - Региональная лига резерва науки
5	Затраты на инновационную деятельность организаций в процентах от общего объёма отгруженных товаров, выполненных работ, услуг	%	Организация ИНТЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае

6	Доля внутренних затрат на НИОКР из внебюджетных источников (предпринимательский сектор, частные НКО) в общем объеме внутренних затрат на НИОКР	%	- Поддержка рискованных междисциплинарных исследований с высокой неопределённостью результата с помощью организации фонда - Организация ИИПЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае - Организация ИИПЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае
7	Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками	чел.	
8	Количество отечественных патентных заявок на изобретения, промышленные образцы, полезные модели	ед.	- Организация ИИПЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае - Поддержка перспективных научных школ: поддержка рискованных междисциплинарных исследований с высокой неопределённостью результата с помощью организации фонда, поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях - Региональная лига резерва науки - Выстраивание кооперационных связей и партнёрских отношений между субъектами научно-технологического сектора
9	Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте	%	- Организация ИИПЦ «Енисейская Сибирь» в Красноярском крае - Поддержка рискованных междисциплинарных исследований с высокой неопределённостью результата с помощью организации фонда
10	Численность студентов (обучающихся по программам подготовки высшего профессионального образования, бакалавриата, магистратуры, специалитета, аспирантуры)	чел.	- Поддержка научных школ - Работа фонда науки - Поддержка школ физико-математического профиля – Постановление Правительства Красноярского края от 08.07.2020 № 488-п - Создание благоприятной среды, привлекающей для людей науки, молодых учёных и инноваторов - Создание программ выявления и привлечения талантов в университетах
11	Выпуск из аспирантуры с защитой диссертации	чел.	- Поддержка научных школ - Поддержка учеников школ физико-математического профиля – Постановление Правительства Красноярского края от 08.07.2020 № 488-п - Создание благоприятной среды, привлекающей для людей науки, молодых учёных и инноваторов - Создание программ выявления и привлечения талантов в университетах - Региональная лига резерва науки

Окончание табл. 11

№ п/п	Наименование целевого показателя	ед. изм.	Мероприятия
12	Удельный вес стоимости грантов, субсидий, конкурсного финансирования в общей сумме внутренних затрат на исследования и разработки	%	- Поддержка научных коллективов в рамках сформированных научных дисциплин и направлений, работающих в действующих научных организациях, с помощью субсидий - Обеспечить проработку механизмов реализации закона о региональном грантовом конкурсе по развитию инженерного образования в Красноярском крае - Предоставление грантов на реализацию проектов, направленных на обеспечение потребности экономики региона в квалифицированных кадрах, – закон Красноярского края от 20.04.2023 года № 5-1754