



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

ЕНИСЕЙСКАЯ
СИБИРЬ
YENISEY
SIBERIA

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ ХАКАСИЯ ТЫВА
KRAISNOYARSKAYA KRAIA KHAKASSIA TYVA

КОРПОРАЦИЯ
РАЗВИТИЯ
ЕНИСЕЙСКОЙ
СИБИРИ

ЭКОСИСТЕМА НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ: ИДЕЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОЕКТЫ

Аналитический доклад

Красноярск
СфУ
2020

УДК 378.4
ББК 74.480
Э405

Научный редактор

Ефимов В. С., канд. физ.-мат. наук, доцент, директор Центра стратегических исследований и разработок Сибирского федерального университета.

Авторский коллектив

Ефимов В. С., канд. физ.-мат. наук, доцент, директор Центра стратегических исследований и разработок Сибирского федерального университета.

Румянцев М. В., канд. философ. наук, ректор Сибирского федерального университета.

Лаптева А. В., сотрудник Центра стратегических исследований и разработок Сибирского федерального университета.

Ефимов А. В., заместитель генерального директора АО «Корпорация развития Оренбургской области».

Э405 Экосистема науки, образования и инноваций Красноярского края: идея, перспективы, проекты : аналит. докл. / под ред. В. С. Ефимова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 130 с.

ISBN 978-5-7638-4324-8

Рассмотрены необходимость и возможность формирования экосистемы образования, науки и инноваций в Красноярском крае, прецеденты формирования «интеллектуальных экосистем» в мире и в России. Представлены результаты исследования позиций края в области науки и образования в сравнении с другими сибирскими регионами, исследования существующей практики сотрудничества университетов и крупных компаний в регионе. Изложена концепция формирования научно-образовательной экосистемы Красноярского края, описаны ее основные компоненты и перспективные проекты. Рассмотрены возможности цифровых платформ как инфраструктуры науки и образования в условиях цифровой революции. Представлена модель цифровой платформы «интеллектуальной экосистемы» Красноярского края.

Предназначено специалистам в области государственного управления, регионального развития, управления развитием образования и науки, преподавателям вузов, аспирантам и студентам экономических и социальных направлений подготовки.

Доклад подготовлен при поддержке АО «Корпорация развития Енисейской Сибири».

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований № 18-410-242007 и КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» – проект «Региональная «интеллектуальная экосистема» (R&D, образование, инновации) Красноярского края: научно-методологический анализ новых возможностей исследовательской, образовательной, инновационной деятельности в условиях цифрового мира; разработка системной модели «интеллектуальной экосистемы» региона; создание действующей цифровой платформы как основы данной экосистемы».

УДК 378.4
ББК 74.480

ISBN 978-5-7638-4324-8

© Сибирский федеральный университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
ОТ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ...	5
РАЗДЕЛ 1	
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	9
1.1. Экосистемы как форма связности в экономике и обществе	9
1.2. Прецеденты создания «интеллектуальных экосистем»	12
1.3. Образовательные экосистемы – характеристики и преимущества в сравнении с централизованными образовательными системами	25
РАЗДЕЛ 2	
ПОЗИЦИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В СРАВНЕНИИ С ВЕДУЩИМИ СИБИРСКИМИ РЕГИОНАМИ.	27
2.1. Показатели научной деятельности	29
2.2. Показатели инновационной деятельности	31
2.3. Выводы	32
РАЗДЕЛ 3	
ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ	34
3.1. Взаимодействие университетов и бизнеса в Красноярском крае – содержание и масштабы.	35
3.2. Перспективы сотрудничества бизнеса и университетов в области НИОКР, консалтинга, подготовки кадров	40
3.3. Перспективы сотрудничества бизнеса и университетов в контексте формирования цифровой экономики в регионе.	43
3.4. Выводы	44
РАЗДЕЛ 4	
КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ	46
4.1. Цели и задачи формирования экосистемы образования, науки и инноваций в Красноярском крае.	48
4.2. Приоритетные направления научных исследований, технологических разработок, образовательных практик	51
4.3. Механизмы и инструменты формирования экосистемы	54

РАЗДЕЛ 5

ОБРАЗ БУДУЩЕГО. КАКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАЕТ ЭКОСИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И ИННОВАЦИЙ?

- 5.1. Образовательное пространство региона.
Новые возможности для студентов и преподавателей
- 5.2. Научные коллаборации: новые возможности для исследований и разработок
- 5.3. Расширение сотрудничества с бизнесом:
от заказов к совместным проектам
- 5.4. Коллективное использование активов: оборудование, лаборатории, инфраструктура

РАЗДЕЛ 6

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

- 6.1. Вузы и научные институты
- 6.2. Ведущие научные школы
- 6.3. Лидерские научные и научно-технологические направления и проекты
- 6.4. Бизнес-партнеры: крупные, малые и средние предприятия
- 6.5. Инфраструктура и институты развития, интерфейсы для формирования экосистемы
- 6.6. Молодежные образовательные, научные, инновационные площадки

РАЗДЕЛ 7

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

- 7.1. Окно в мир: пять международных конгрессов
- 7.2. Научно-образовательный центр мирового уровня: коллаборация лидеров и бизнеса
- 7.3. Красноярский технопарк «R&D парк»: инфраструктура для инноваций
и технологических решений
- 7.4. Digital Humanities: гуманитарии, объединяйтесь
- 7.5. «Инженерное образование в XXI веке»: инженерный городок
Сибирского федерального университета (концепция)

РАЗДЕЛ 8

ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ – ИНФРАСТРУКТУРА ЭКОСИСТЕМ ЗНАНИЙ,
ИННОВАЦИОННЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

- 8.1. Цифровые платформы как инфраструктура экономики
- 8.2. Цифровые платформы в науке и образовании
- 8.3. Конструкции цифровых платформ

РАЗДЕЛ 9

МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

- 9.1. Необходимость, сверхзадачи, цели и задачи цифровой платформы региональной
интеллектуальной экосистемы
- 9.2. Функции цифровой платформы
- 9.3. Структура цифровой платформы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕРАМ ПОДДЕРЖКИ СОТРУДНИЧЕСТВА
В РАМКАХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ.

ОТ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Для современного мира характерна высокая динамика социальных, экономических, технологических, демографических и других процессов, принимающих глобальный масштаб. Происходящая в мире цифровая революция создает новые возможности для экономического и технологического развития, организации образования, поддержки научных исследований и инновационной деятельности. Повышение скорости коммуникации и расширение ее масштабов, снижение транзакционных издержек в производственных и административных процессах за счет использования цифровых технологий создает условия для качественных изменений во всех секторах экономики, в социальной и культурной сферах.

Переход к экономике знаний требует изменения всей «архитектуры» взаимосвязей между экономическими субъектами и становления систем нового типа, основанных на сетевой кооперации и сетевых взаимодействиях. Если для индустриальной эпохи базовыми были два способа координации экономической деятельности: иерархический с административным принятием решений и рыночный на основе ценовых сигналов, то в постиндустриальном мире разворачивается третий – сетевой механизм координации деятельности, который основан на горизонтальных связях, постоянном обмене информацией и непрерывных согласованиях – такие интерактивные взаимодействия именуется коллаборацией.

С 2000-х годов на смену классическим транснациональным корпорациям приходят компании нового типа, деятельность которых вовлекает множество независимых организаций и отдельных лиц, включая потребителей, поставщиков, партнеров и даже конкурентов – мультилокальные сетевые компании. Для кластерно-сетевых структур постиндустриального общества характерен переход к коллективным формам самоуправления; организация интерактивной координации деятельности с использованием Web-платформ; коллективная адаптация субъектов к изменениям среды.

Перечисленные феномены начинают «схватываться» через метафору (в дальнейшем – концепцию и модель) экосистемы. При этом различные содержательные аспекты экосистемы отражаются в концептах «предпринимательской экосистемы», «бизнес-экосистемы» (или «деловой экосистемы»), «венчурной экосистемы», «экосистемы знаний», «экосистемы инноваций». Экосистемы начинают рассматриваться как новое поколение институциональных решений, обеспечивающих более высокий уровень продуктивности всех участ-

ников и способность реагировать на быстрые технологические, экономические и социальные изменения.

Перспективы технологического и экономического развития России определены рядом соответствующих стратегических документов, при этом поставлены задачи глубокой модернизации производственной сферы, научных исследований и образования. Важным элементом такой модернизации является создание региональных «интеллектуальных экосистем» (экосистем науки, образования и инноваций), действующих в условиях формирующегося «цифрового мира». Цифровые технологии создают принципиально новые возможности для повышения продуктивности и снижения издержек научной, образовательной и инновационной деятельности; позволяют выйти на новое качество управления и организации интеллектуальной деятельности в регионах и в стране в целом.

Для полноценной реализации новых возможностей для коммуникации и деятельности в постиндустриальном мире необходимо понятийное осмысление реализующихся моделей экосистем. Это позволит не просто «складывать» имеющиеся компоненты в экосистему, но начать формирование региональной «интеллектуальной экосистемы» как системы деятельностей с пониманием существующих барьеров, разрывов и возможностей их преодоления.

Принципиальной особенностью «интеллектуальной экосистемы» является наличие нескольких уровней коммуникации, включая рефлексивную коммуникацию всех участников – исследовательских и проектных групп, научных и образовательных организаций, обучающихся и преподавателей, технологичных компаний, держателей инновационной инфраструктуры и др. При этом предметом рефлексивной коммуникации являются не только совершаемые действия и происходящие процессы, но и мотивы, цели и задачи агентов экосистемы и ключевых стейкхолдеров. Все это делает «интеллектуальную экосистему» – как систему с рефлексией – эффективной и динамично развивающейся институцией с широкими возможностями для самоорганизации, координации усилий, кооперации для достижения целей всех ее участников.

Значимой для Красноярского края практической задачей является создание действующей региональной «интеллектуальной экосистемы», которая позволит «мобилизовать» всех участников научной, образовательной и инновационной деятельности и вовлечь их в формирующиеся коллаборации. Базовым инструментом, обеспечивающим формирование и поддержку «интеллектуальной экосистемы» региона, является специальная цифровая платформы, которая строится с учетом с интересов и потребностей всех потенциальных участников экосистемы.

Цель доклада – инициировать обсуждение перспектив формирования экосистемы науки, образования и инноваций Красноярского края.

На наш взгляд, существующие управленческие и институциональные решения (стратегии научно-технологического развития, формирование особой группы национальных исследовательских университетов, создание инфраструктуры поддержки инноваций и др.) должны быть дополнены практикой формирования «интеллектуальных экосистем», задающих новые нормы отношений, коммуникации и сотрудничества между всем участниками научно-технологического и образовательного процесса в регионах.

Основное требование к формирующейся научно-образовательной экосистеме региона заключается в том, что уровень взаимодействия университетов, исследовательских институтов и бизнес-компаний, организаций инновационной инфраструктуры и органов власти

в сфере научных исследований, технологических разработок и образования должен соответствовать современным вызовам и обеспечивать решение стратегических задач развития региона с учетом возможностей цифровой революции:

- технологическую модернизацию в базовых отраслях экономики, социальной сфере и системе государственного управления, направленную на усиление позиций в страновом и международном разделении труда, производство современной конкурентоспособной продукции, повышение производительности;
- модернизацию системы высшего и профессионального образования для подготовки высококвалифицированных специалистов в соответствии с перспективами развития ключевых секторов экономики и социальной сферы;
- повышение качества жизни населения Красноярского края за счет глубокой модернизации деятельности системы здравоохранения, образования, социальных услуг совместно с органами государственной и муниципальной власти;
- генерацию инновационных стартапов, формирование «поясов» малых инновационных предприятий, создание секторов «экономики знаний», обеспечивающих появление новых конкурентоспособных рабочих мест, привлекательных для молодежи, зарубежных специалистов;
- сотрудничество с ведущими российскими и зарубежными научно-образовательными центрами и институтами развития (Агентство стратегических инициатив, Национальная технологическая инициатива, Российский венчурный фонд, Фонд СКОЛКОВО и др.); вхождение в лидерские международные и российские научно-технологические и образовательные программы и проекты; трансферт новых знаний, технологий и компетенций; привлечение дополнительных финансовых средств, формирование привлекательного имиджа регионов (брендинг);
- повышение инновационной и предпринимательской активности молодежи, обеспечивающей «энергетику развития» – вовлечение студенческой молодежи в современные форматы коммуникации, образования, творческой деятельности в научно-технической, социальной, экономической и культурной сферах.

Создание региональной экосистемы образования, науки и инноваций должно опираться на основные действующие нормативные и программные документы Российской Федерации и регионов, а также учитывать реализуемые на территории региона крупные проекты в экономике и научно-образовательной сфере. Для Красноярского края перечень таких документов будет следующим:

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
- Закон Красноярского края от 01.12.2011 № 13-6629 «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в Красноярском крае».
- Закон Красноярского края от 26.06.2014 № 6-2519 «Об образовании в Красноярском крае».
- Закон Красноярского края от 04.02.2016 № 10-4187 «О государственной поддержке Сибирского федерального университета».
- Стратегия социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года¹.
- Стратегия развития научно-технического творчества и технологического предпринимательства детей и молодежи до 2020 года.

¹ http://www.econ.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/11637_647_p.pdf

- Распоряжение правительства Российской Федерации от 29.03.2019 г. № 571-р. Об утверждении плана мероприятий по реализации инвестиционных проектов, реализуемых в составе комплексного инвестиционного проекта «Енисейская Сибирь»².

- Государственная программа Красноярского края «Развитие и повышение глобальной конкурентоспособности научно-образовательного комплекса и инновационной системы», утвержденная постановлением Правительства Красноярского края от 07.10.2016 № 501-п.

- Постановление Законодательного Собрания Красноярского края от 07.07.2009 № 8-3635П «Об утверждении приоритетных направлений государственной поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности в Красноярском крае.

- Программа Красноярского края «Повышение глобальной конкурентоспособности инновационного территориально-производственного кластера Красноярского края «Технополис «Енисей» на 2017–2020 гг.

- Приоритетный проект Красноярского края «Зеленогорск – территория промышленного роста и инновационной экономики» на 2017–2025 гг.

- Проект Красноярского края «Железногорск – территория новых знаний и инноваций» на 2017–2020 гг.

- Проект Красноярского края «Кадровое обеспечение технологического лидерства» («Кадры для передовых технологий») на 2018–2020 гг.³

² <http://static.government.ru/media/files/lqccOnaWNa6FyGM2LDmldjCx0Ybirbgp.pdf>

³ Проект реализуется в рамках Приоритетного проекта Российской Федерации «Подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров с учетом современных стандартов и передовых технологий» («Рабочие кадры для передовых технологий»).

РАЗДЕЛ 1. НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

1.1. Экосистемы как форма связности в экономике и обществе

Экономика знаний предполагает новую «архитектуру» связей между экономическими субъектами и становление систем нового типа, основанных на сетевой кооперации и сетевых взаимодействиях. Масштаб изменений таков, что можно говорить о «цивилизационном сдвиге» и смене парадигмы развития – становлении «нового универсального способа производства общественных благ»⁴. При этом меняется «организационный код» экономических систем – они переходят к кластерному строению и сетевому способу координации. В индустриальную эпоху базовыми были иерархическая координация (через административные решения) и рыночная – на основе ценовых сигналов. В постиндустриальном мире разворачивается сетевой механизм координации деятельности – горизонтальные связи и непрерывные согласования; такой интерактивный механизм называют коллаборацией⁵.

С 2000-х годов на смену классическим транснациональным корпорациям приходят компании нового типа, которые вовлекают в свою деятельность множество независимых организаций и отдельных лиц – потребителей, поставщиков, партнеров и даже конкурентов. Для кластерно-сетевых структур характерны: коллективное самоуправление, интерактивная координация деятельности через Web-платформы, коллективная адаптация субъектов к изменениям среды⁶.

Все эти феномены «схватываются» через метафору (в дальнейшем – концепцию и модель) экосистемы. Обсуждаются «предпринимательские экосистемы», «бизнес-экосистемы» (или «деловые экосистемы»), «венчурные экосистемы»⁷, «экосистемы знаний», «экосистемы инноваций»⁸.

⁴ Смородинская Н. Инновационная экономика: от иерархий к сетевому укладу // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2013. № 2. С. 87–111.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

⁷ Каурова Е. Э., Толстель М. С. Индустрия венчурного капитала в России: формирование венчурной экосистемы // Фундаментальные исследования. 2015. № 9. С. 565–568.

⁸ Дагаев А. А., Яковлева А. Ю. Экосистема инноваций (региональные особенности формирования и развития) // Федерализм. 2011. № 4(64). С. 55–64.

Применительно к бизнесу концепт экосистемы был предложен в 1990-х гг. Дж. Муром⁹. Он отметил, что в современной экономике компании, которые стремятся вывести на рынок новые продукты, не могут сделать это в одиночку. Каждый шаг на этом пути требует взаимодополняющих инноваций – ни одна фирма по отдельности не обладает всеми необходимыми знаниями или управленческими ресурсами. Инновационное решение, которое будет устраивать потребителей, может потребовать участия десятков и сотен разных организаций или персон, каждая из которых высоко компетентна в своей области. Исторический пример – развертывание производства автомобилей, которое было невозможно без одновременного строительства дорог с твердым покрытием, сетей заправочных станций, запуска производств необходимых марок стали, различных компонентов, таких как шины, подшипники и т. д. В некотором смысле противоположный пример – создание компьютеров, которое потребовало согласованной разработки и производства не столько материальных компонентов, сколько идей и парадигм (к примеру, модульной архитектуры), моделей и даже культурных паттернов.

Экосистема включает, кроме производящей компании и ее поставщиков, также потребителей, рыночных посредников, различных заинтересованных лиц, правительственные ведомства и регулирующие учреждения, различные организации, обеспечивающие соблюдение стандартов и представляющие потребителей и поставщиков¹⁰.

Экосистема, по Дж. Муру¹¹, это сеть взаимосвязанных «ниш», которые могут быть заняты организациями, причем эти организации должны согласованно развивать свои продукты и услуги, должны выстроить согласованную перспективу (vision), чтобы их разработки были взаимно поддерживающими, а инвестиции и текущая деятельность давали эффект синергии. При этом Дж. Мур отмечал, что для многих компаний характерна «закрытость», установки на конкуренцию, отсутствие явных стратегий, и это препятствует формированию экосистем. Тем не менее, экосистемная организация стала преобладающей в ряде секторов, в особенности ИТ; именно в этой форме существует в настоящее время «пространство возможностей» для бизнесов. В то же время экосистемы – не идиллическая среда для бизнес-активности, где все существует в симбиозе; в них возникают новые формы «агрессии» и злоупотреблений. Конкуренция в мире экосистем не исчезает, а переходит на новый уровень – конкурентным преимуществом становится способность строить экосистемы и управлять ими, обеспечивая их рост и совершенствование.

Предпринимательская экосистема – среда, благоприятная для появления быстро растущих предприятий. Ее ядро – крупные устоявшиеся предприятия; ее рост основан на реинвестировании успешными предпринимателями ресурсов (времени, денег и опыта) в новые предприятия в условиях «богатой» информационной среды. Ключевыми являются активные игроки, участвующие одновременно в нескольких предпринимательских проектах и развивающие связи между ними. Предпринимательская экосистема включает субъектов предпринимательства (фирмы, венчурный капитал, бизнес-ангелов, банки), различные учреждения (университеты, государственные агентства, финансовые органы), которые соединены формальными и неформальными связями. Показатели развитости такой экосистемы – «уровень рождаемости» новых бизнесов, число быстроразвивающихся

⁹ Moore J. F. Business ecosystems and the view from the firm. In: The Antitrust Bulletin, 2006, 51(1), pp. 31–75.

¹⁰ Дорошенко С. В., Шеломенцев А. Г. Предпринимательская экосистема в современных социоэкономических исследованиях // Журнал экономической теории. 2017. № 4. С. 212–221.

¹¹ Moore J. F. Business ecosystems and the view from the firm. In: The Antitrust Bulletin, 2006, 51(1), pp. 31–75.

фирм и фирм-лидеров, численность серийных предпринимателей, развитость предпринимательского менталитета и уровень амбиций¹².

Деловая экосистема состоит из компаний, которые причастны к созданию ценности, ее основная цель – развитие и/или коммерциализация инноваций. Такие компании, как Microsoft, Apple, Wal-Mart, Mozilla предоставляют свои платформы для экосистем, которые в результате создают ценность для всех членов в виде новых продуктов, технологий, потоков новых клиентов или лояльности существующих. Например, экосистема Microsoft включает тысячи организаций – системных интеграторов, сервисных компаний, независимых вендоров, перепродавцов, провайдеров хостинга, бизнес-консультантов, производителей потребительской электроники, магазинов электроники, разработчиков приложений, дистрибьюторов самой компании, сетевых провайдеров, производителей сетевого оборудования и т. п. Сеть ценности является корневым слоем деловой экосистемы; другие слои включают компании, не являющиеся участниками сети, например, малые венчурные компании, которые только пытаются, используя ресурсы сети, создавать новые продукты или технологии¹³.

Инновационная экосистема – это сообщество, цель которого – обмен и распространение знаний, их трансформация в коммерческую инновационную продукцию. Для инновационных экосистем характерно большое число разнопрофильных участников¹⁴.

Инновационная экосистема включает: 1) вузы и научные организации, 2) высокотехнологичное производство, 3) стартапы, 4) венчурный капитал, 5) организации инновационной инфраструктуры. Научные организации и университеты поставляют инновационные идеи, знания, кадры, научно-техническую экспертизу; высокотехнологичное производство создает спрос на технологии, кадры и на продукцию стартапов; венчурный капитал предоставляет инвестиции и бизнес-компетенции, организации инновационной инфраструктуры – различные сервисы и фондирование на принципах ГЧП¹⁵. Для развития инновационных экосистем важна институциональная среда: формальные и неформальные институты, предпринимательская культура, коммуникационные каналы¹⁶.

Предпринимательские и инновационные экосистемы можно разделить на два типа: 1) территориальные – существующие на определенных территориях; 2) продуктно-технологические – привязанные к определенным продуктам и технологиям (пример – экосистемы мобильных технологий¹⁷).

¹² Mason C. & Brown R. Entrepreneurial ecosystems and growth oriented entrepreneurship. Background paper prepared for the workshop organised by the OECD LEED Programme and the Dutch Ministry of Economic Affairs. The Hague, Netherlands, 7th November 2013.

¹³ Трефилова И. Н. Деловая экосистема как новая форма организации рынков: осмысление феномена на основе анализа современных зарубежных исследований // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2017. № 1. С. 133–147.

¹⁴ Дагаев А. А., Яковлева А. Ю. Экосистема инноваций (региональные особенности формирования и развития) // Федерализм. 2011. № 4(64). С. 55–64.

¹⁵ Трофимова Л. А., Трофимов В. В., Кулев А. Ю. Информационное сопровождение создания и развития инновационной экосистемы российских университетов // Вестник СибАДИ. 2014. Вып. 6(40). С. 129–135.

¹⁶ Дубина И. Н., Кожевина О. В., Чуб А. А. Инновационно-предпринимательские экосистемы как фактор устойчивости регионального развития // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 4. С. 4–19.

¹⁷ Грозин А. Н., Третьяк Н. В., Саруханян Х. С. Мобильные экосистемы – разновидность инновационных экосистем // Проблемы современного педагогического образования. 2016. № 52–5. С. 178–185.

Для деловых и инновационных экосистем характерны:

- многочисленность и разнообразие участников;
- многочисленные горизонтальные связи между участниками (сети взаимодействия, обмены);
- разнообразие отношений – сотрудничество и конкуренция, сосуществование, симбиоз и др.;
- самоорганизация и гибкость;
- открытость, динамическая устойчивость;
- коэволюция участников / компонентов.

Отдельный вопрос – применимость представлений об экосистемах в ситуации управления развитием российских регионов. Есть, по крайней мере, три разные позиции:

1) акцентирующая значение государства – в Российской экономике сложилась полурыночная система, бизнес и наука строят отношения не напрямую, а через ведомства и чиновников; инновационный процесс попадает в устойчивые институциональные ловушки¹⁸;

2) акцентирующая роль крупнейших компаний – экосистемы должны создать ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть» и т. п., которые уже выстроили свои внутренние экосистемы в виде широко разветвленных внутренних структур; на следующем этапе такие экосистемы должны «разомкнуться» и включить в себя малый и средний бизнес, университеты и научные организации, создать платформы для инновационного развития¹⁹;

3) акцентирующая роль университетов – ядром формирующихся экосистем должны стать университеты, в особенности предпринимательские, как субъекты, наиболее заинтересованные в развертывании инновационных процессов и сетевого партнерства²⁰.

1.2. Прецеденты создания «интеллектуальных экосистем»

В настоящее время осмысление практики создания «интеллектуальных экосистем» находится на стартовом уровне. Выделены как особый тип «экосистемы инноваций», «экосистемы знаний»²¹ – это позволяет фокусировать внимание на особенностях масштабных «распределенных» систем, генерирующих знания и инновации. Также анализируются прецеденты создания эффективных интеллектуальных экосистем ведущими университетами или высокотехнологичными компаниями.

¹⁸ Смородинская Н. Инновационная экономика: от иерархий к сетевому укладу // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2013. № 2. С. 98.

¹⁹ Трефилова И. Н. Деловая экосистема как новая форма организации рынков: осмысление феномена на основе анализа современных зарубежных исследований // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2017. № 1. С. 143–144.

²⁰ Трофимова Л. А., Трофимов В. В., Кулев А. Ю. Информационное сопровождение создания и развития инновационной экосистемы российских университетов // Вестник СибАДИ. 2014. Вып. 6(40). С. 129–135.
Тойвонен Н. Р. К вопросу о понятийном аппарате формируемых университетских инновационных образований: Кейс СПбГУ ИТМО // Инновации. 2011. № 10(156). С. 70–80.

²¹ Bray, D.A. Knowledge Ecosystems: A Theoretical Lens for Organizations Confronting Hyperturbulent Environments. 2007. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=984600

Ниже представлены три прецедента экосистем, в которых ключевыми участниками являются университеты. Первый прецедент – экосистема Стэнфордского университета (США), второй – экосистема, в которую включен Университет ИТМО (Россия), третий – экосистема Томского политехнического университета (Россия).

1.2.1. Экосистема Стэнфордского университета

Стэнфорд – яркий пример университета, выстроившего масштабную инновационную систему в регионе своего присутствия. Университет можно считать главным субъектом экосистемы, так как многие другие ее участники – это инновационные компании, созданные выпускниками Стэнфорда и при его содействии.

Университет им. Леланда Стэнфорда-младшего (англ. Leland Stanford Junior University, сокращенно – Стэнфордский университет или Стэнфорд) – частный исследовательский университет, расположенный в г. Стэнфорде (пригороде г. Сан-Хосе), в штате Калифорния, США; является одним из ведущих университетов мира. Уникальность университета заключается в его интеграции с окружающим инновационным регионом – всемирно известной Кремниевой долиной. Поворотным моментом в формировании самой «долины» стало создание на земле, принадлежащей университету, научно-промышленного территориального комплекса – Стэнфордского научно-исследовательского парка. Начиная с 1953 г. на территории парка стали открывать свои офисы компании – Eastman Kodak, General Electric, Shockley Semiconductor Laboratory, Lockheed, Hewlett-Packard и многие другие. Выпускники университета получили возможность трудоустройства в высокотехнологичных компаниях либо сами становились основателями новых бизнесов.

Такие отношения стали складываться уже в конце 1930-х годов, поскольку Университет начал использовать свой ключевой актив, принадлежащую ему землю, предлагая ее в аренду компаниям на выгодных условиях. В результате высокотехнологичные компании открыли на землях университета офисы и исследовательские лаборатории, на доходы от аренды университет построил индустриальный парк – ядро Кремниевой долины, что стало основой для новой волны наращивания бизнес-окружения университета. В период «компьютерной революции» и далее «цифровой революции» Стэнфорд сконцентрировал вокруг себя множество инновационных компаний: Google, Silicon Graphics, Cisco Systems, Coursera и многие другие. Часть своей прибыли эти компании направляют в эндаумент-фонд университета.

На рис. 1.1 схематично показана структура инновационной экосистемы Стэнфордского университета. Она включает, с одной стороны, множество компаний, которые связаны с университетом узами партнерства: Cisco Systems, eBay, Electronic Arts, Logitech, LinkedIn, Google, Instagram, IDEO, MIPS Technologies, Yahoo!, Tesla Motors, VMware, Zillow, Sun Microsystems, Silicon Graphics, NVIDIA, Atheros Communications, Cypress Semiconductor, E*Trade, Hewlett-Packard, Odwalla, Netflix, SunPower Corp. и др. Часть компаний-партнеров (более 150) базируется непосредственно в Исследовательском парке университета; другие расположены в различных городах штата Калифорния или в иных штатах США. С другой стороны, экосистема «крепится» с помощью специальных структурных подразделений университета – исследовательских центров, лабораторий и институтов, специального Офиса лицензирования технологий.

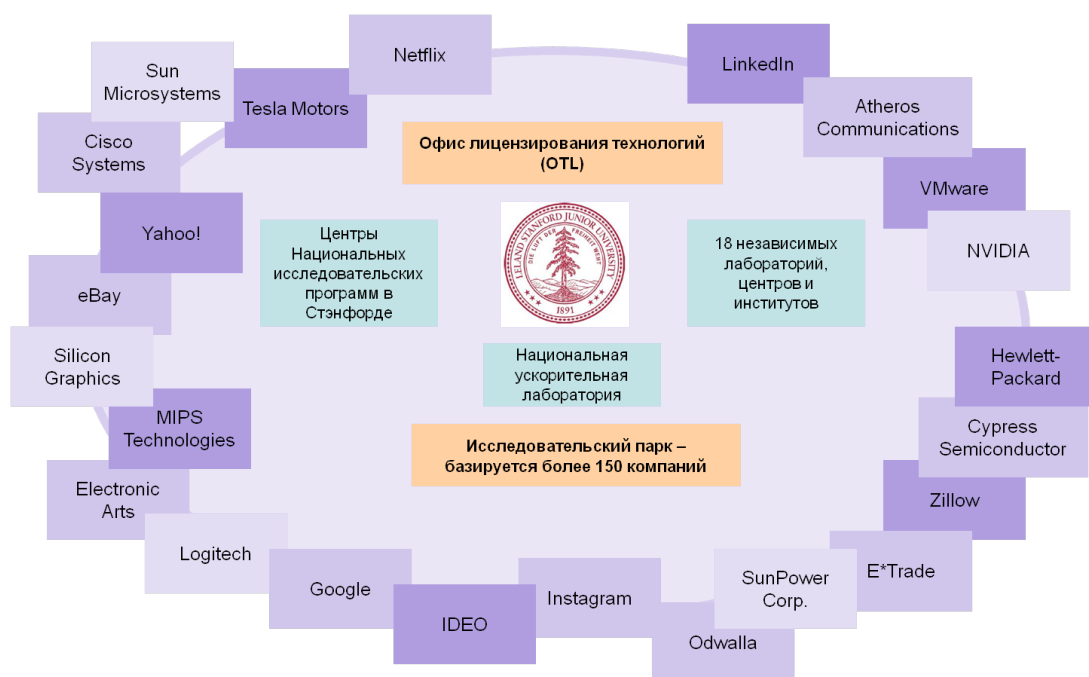


Рис. 1.1. Инновационная экосистема Стэнфордского университета

Инфраструктура исследовательской и инновационной деятельности Стэнфордского университета довольно компактна, особенно в части, отвечающей за менеджмент. Университет стремится скорее создавать и поддерживать предпринимательскую культуру всех участников инновационного процесса, включая профессоров и студентов, чем компенсировать отсутствие таковой с помощью специальных оргструктур, «ответственных за предпринимательство». В число подразделений, обеспечивающих исследования и разработки, коммерциализацию технологий и взаимодействия с бизнесом, входят:

- 18 независимых лабораторий, центров и институтов;
- Центры Национальных исследовательских программ в Стэнфорде;
- Национальная ускорительная лаборатория;
- Офис лицензирования технологий (OTL);
- Исследовательский парк, в котором базируются более 150 компаний.

В обобщенном виде, основные слагаемые создания инновационной экосистемы Стэнфорда:

1) привлечение на территорию университета технологичных компаний, создание благоприятных условий для их деятельности;

2) вхождение в число глобальных лидеров на волне цифровой революции – НИОКР университета были сфокусированы на «технологическом фронтире»: технологии полупроводников, технологии вычислений, компьютеры, далее широкий круг «цифровых технологий», в настоящее время – новейшие технологии шестого уклада, включая нанотехнологии и новые материалы, геномные и клеточные технологии, нейронауки, технологии искусственного интеллекта; в результате Стэнфорд стал уникальным партнером для других университетов и высокотехнологичного бизнеса;

3) создание в университете предпринимательской среды и предпринимательской культуры – Стэнфорд отбирает студентов и профессоров по критерию принадлежности к этой культуре; инициативы поддерживаются и поощряются различными способами; предпринимательские компетенции «сквозным» образом культивируются на всех стадиях образовательного процесса;

4) использование институциональных условий, созданных на уровне страны в целом: в США университеты владеют землей и имеют право сдавать ее в аренду, получая при этом и доходы, и возможность взаимодействовать с компаниями-арендаторами в разных формах; действуют налоговые преференции для небольших высокотехнологичных компаний, что стимулирует инвесторов вкладывать средства в такие компании, создаваемые при университетах, в университетских технопарках.

1.2.2. Экосистема Университета ИТМО

Университет ИТМО (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики») – государственный вуз в г. Санкт-Петербурге, в настоящее время имеет статус национального исследовательского университета.

Становление вуза в качестве инновационного хаба, нацеленного на трансфер технологий и коммерциализацию собственных и сторонних результатов интеллектуальной деятельности, являлось одним из приоритетов реализации Программы развития НИУ ИТМО. В свою очередь, развитие инновационной экосистемы, обеспечивающей рост потенциала Университета в области трансфера знаний и технологий, утверждено в качестве одной из шести стратегических инициатив Программы 5–100.

Важнейшим механизмом создания и наращивания «интеллектуальной экосистемы» стало участие Университета ИТМО в консорциумах.

1. Центр национальной технологической инициативы «Сенсорика»²²

Консорциум «Сенсорика» сформирован из образовательных, научных организаций, малого и среднего бизнеса, крупного бизнеса, объединений предприятий, институтов развития. Он сбалансирован по компетенциям, ресурсам и функциям, что позволяет реализовать полный цикл «исследования – разработка – проектирование – прототипирование – производство – коммерциализация – сбыт». В состав Консорциума вошли партнеры по направлениям:

- научные исследования, разработка и реализация образовательных программ: Санкт-петербургский политехнический университет, Университет «ИННОПОЛИС», Сколковский институт науки и технологий (Сколтех), Университет ИТМО, Московский Технический Университет Связи и Информатики, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, ГНЦ РФ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», АО «НИИМА «Прогресс»;

- производство сенсоров, сенсорных микросистем и микроэлектронных компонентов: АО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор», АО «НПП «Исток им. Шокина», АО «Оптрон», Зеленоградский нанотехнологический центр, АО «НПЦ «ЭЛВИС»;

²² <https://miet.ru/structure/s/3076/e/108542/422>

- производство интегрированных и распределенных сенсорных систем: АО «Российская электроника», АО «Калужский завод электронных изделий «Автоэлектроника», АО «Завод «Компонент», АО «Завод «ПРОТОН», ООО «Анкад»;
- производство конечной продукции для рынков НТИ и Цифровой экономики: ПАО «КАМАЗ», ООО «Нейроботикс», ГЛОНАСС, НПК «ЭЛАРА» им. Г. А. Ильенко, АО «Элвис-НеоТек», НПФ «БИОСС», АО «НТЦ «ЭЛИНС», Группа «Систематика»;
- коммерциализация технологий и продукции на российских и международных рынках: Фонд содействия инновациям, Союз инновационных центров России, Корпорация развития Зеленограда, Фонд инфраструктурных образований РОСНАНО.

Консорциум обеспечит конечную продукцию рынков НТИ отечественными цифровыми сенсорными системами на собственной компонентной базе.

2. Консорциум по развитию квантовых технологий²³

Университет ИТМО стал инициатором создания в декабре 2015 года профильного консорциума с целью развития квантовых коммуникаций и других технологий на квантовых принципах. Участники – вузы, научно-исследовательские центры, инновационные компании и некоммерческие ассоциации, в том числе: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева; Казанский физико-технический институт им. Е. К. Завойского Казанского научного центра РАН; Институт физики им. Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси; НИЦ «Курчатовский институт»; Международный лазерный центр Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова; ООО «Международный центр квантовых технологий»; Институт проблем химической физики РАН; СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»; Некоммерческое партнерство разработчиков программного обеспечения РУССОФТ; ООО «Квантовые Коммуникации»; ООО «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»; ОАО «Супертел».

3. Консорциум «Цифровое здравоохранение»^{24, 25}

Меморандум о создании консорциума был подписан в феврале 2018 года, в его работе принимают участие холдинг «Швабе» (структура ГК «Ростех»), Министерство связи и массовых коммуникаций России, «Русатом Хэлскеа», НМИЦ им. В. А. Алмазова, МГУ им. М. В. Ломоносова, Университет ИТМО и инжиниринговый центр «ЭлТех СПб». Задачей консорциума является разработка и согласование общего видения развития цифрового здравоохранения в России и его воплощение в технологических стандартах для цифровой медицины.

4. Национальный центр когнитивных разработок (НЦКР)²⁶

НЦКР получил государственную поддержку в рамках национальной технологической инициативы (НТИ) по направлению «Технологии машинного обучения и когнитивные технологии». Задача центра – создание отечественной экосистемы разработки и внедрения технологий машинного обучения и когнитивных технологий для систем прикладного искусственного интеллекта. В консорциуме 17 постоянных участников, кроме Университета ИТМО:

- постановщики задач, представляющие запросы рынков – ПАО «МТС», ООО «ЦРТ», АО «Диаконт», ООО «Газпромнефть НТЦ», ООО «Мэйл.Ру», ООО «Деловые линии»,

²³ <http://www.tadviser.ru>

²⁴ <http://www.tadviser.ru>

²⁵ <https://digital.gov.ru/ru/events/37934/>

²⁶ http://www.ifmo.ru/ru/viewdepartment/480/nacionalnyy_centr_kognitivnyh_razrabotok.htm

ООО «НЦИ», ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, АО «Эр-Телеком Холдинг», ООО «НИВАЛ ВР»;

- разработчики – ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, ИСП РАН, ООО «Открытый код» и др.;
- «диссеминаторы», использующие результаты в образовательной сфере – ООО «НЦЭО», вузы-партнеры: ННГУ, ДВФУ, НовГУ, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;
- потребители продукции, обеспечивающие внедрение результатов работы центра, и представители промышленности (ПАО «ФИЦ», АО «ОДК», ООО «Центр Программ-Систем», ООО «Дистанционная медицина», ООО «Генотек» и др.); инвестиционные фонды (ООО «ВЭБ Инновации», ООО «Цифра», Фонд «Сколково», АО «Технопарк Санкт-Петербурга» и пр.);
- регуляторы: ФОИВ, рабочие группы по разработке и реализации дорожных карт рынков НТИ, органы стандартизации (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»).

Организационные механизмы поддержки инновационной экосистемы Университета ИТМО включают различные управления, департаменты, центры, которые сформировались в течение ряда лет на базе типовой вузовской системы, состоявшей из научно-исследовательской части (НИЧ), включающей отдел интеллектуальной собственности и научно-технической информации²⁷:

- Управление стратегического развития отвечает за оформление научно-технологических, инновационных и образовательных приоритетов, развитие партнерств Университета ИТМО; обеспечивает прогностическую поддержку научно-технического развития университета;
- Центр прогнозирования научно-технического развития координирует проведение форсайтов и разработку прогнозов межвузовским сообществом в области информационно-телекоммуникационных систем;
- Управление по развитию проектной деятельности поддерживает общеуниверситетскую систему проектного менеджмента;
- Отдел информационного сопровождения открытых конкурсов оказывает консультативную и техническую поддержку НПП и обучающихся при подготовке и подаче заявок в программы, инициированные государственными органами власти всех уровней;
- Департамент по взаимодействию с высокотехнологичными отраслями промышленности содействует трансферу технологий, разработанных в университете, на предприятия посредством «заказных» НИОКР;
- Департамент научных исследований и разработок обеспечивает охрану результатов интеллектуальной деятельности;
- Управление инновационной деятельности координирует инновационную деятельность в университете, включая процессы коммерциализации;
- Центр трансфера технологий обеспечивает процессы передачи разработок Университета ИТМО в промышленность;
- Бизнес-инкубатор (на Биржевой) обеспечивает размещение, консалтинговую поддержку для университетских бизнес-команд и МИП, содействует их финансированию предпроевными и венчурными фондами;

²⁷ Васильев В. Н., Тойвонен Н. Р., Казин Ф. А., Яныкина Н. О. Инновационная экосистема Университета ИТМО. Итоги и перспективы программ развития // Инновации. 2014. № 8 (190). С. 27–33.
 Отчет о реализации программы развития федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» в 2015 году.

• Межвузовский молодежный бизнес-инкубатор «QD» – МСБИ «QD» и центр содействия развитию молодежных инноваций и технологического предпринимательства привлекают молодежь к различным видам инновационно-предпринимательской деятельности;

• Фаблаб «Project Factory» вовлекает обучающихся в проектную и предпринимательскую деятельность через реализацию проектов;

• Технологический парк НИУ ИТМО предоставляет МИПам комплекс услуг – консалтинг (юридический, бухгалтерский), размещение, обеспечение коммуникациями и др.

Эффективность работы обеспечивается: 1) единой системой информационной поддержки всех стадий инновационных процессов – все подразделения встроены в единую ИСУ университета; 2) деятельностью фондов поддержки университетских стартапов – инвестиционного фонда «QD», созданного членами ассоциации выпускников университета, и совместного российско-американско-израильского фонда Startup-Accelerator «IDealMachine».

Схематически инфраструктурный «каркас» инновационной экосистемы Университета ИТМО представлен на рис. 1.2.

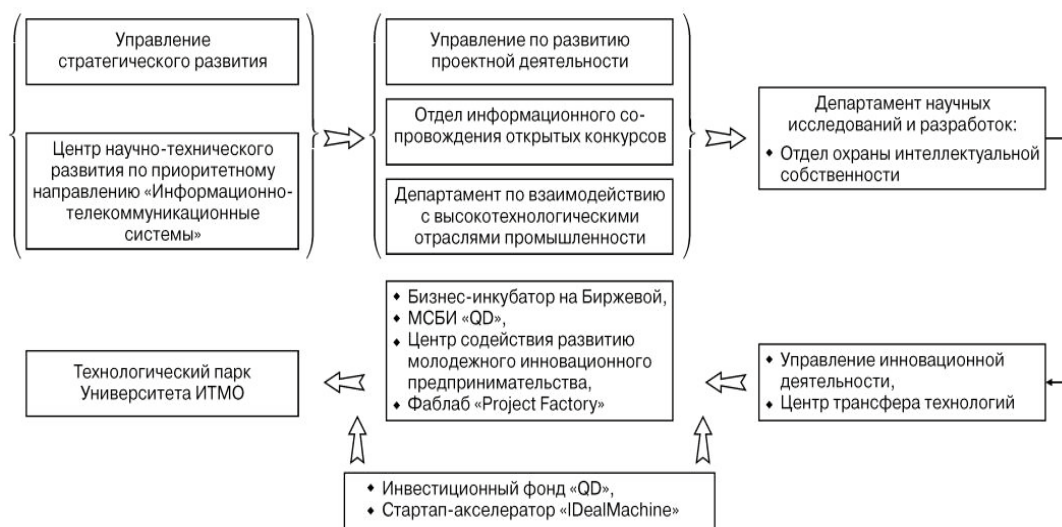


Рис. 1.2. Система развития НИОКР Университета ИТМО²⁸

Университет ИТМО действует в качестве инновационного хаба, выполняя роль:

• консалтинговой компании, обеспечивающей заказчика необходимыми сервисами для решения задач коммерциализации объекта инновационной деятельности, в том числе привлекая сторонние организации и ресурсы;

• научно-образовательного учреждения, способного организовать и провести НИОКР, реализовать образовательные программы и т. д.;

²⁸ Источник: Васильев В. Н., Тойвонен Н. Р., Казин Ф. А., Яныкина Н. О. Инновационная экосистема Университета ИТМО. Итоги и перспективы программ развития // Инновации. 2014. № 8 (190). С. 27–33.

- владельца/учредителя организаций инновационной инфраструктуры;
- производственной компании, решающей задачи финальных этапов коммерциализации – разработки прототипов или образцов товаров или услуг (для этого есть инжиниринговые центры и фаблабы)²⁹.

Согласно стратегии развития Университета ИТМО, инновационная экосистема разворачивалась в два этапа:

- 1 этап – 2013–2015 гг.: формирование полноценной системы сервисов для внедрения в практическую деятельность РИД, охраняемых зарубежными патентами, через механизмы трансфера технологий и коммерциализации, включая развитие компетенций в области коммерциализации и трансфера технологий у представителей НИУ ИТМО;
- 2 этап – 2016–2020 гг.: масштабное расширение и формирование новых механизмов сотрудничества НИУ ИТМО с субъектами инновационной экосистемы и формирование международного инновационного хаба³⁰.

В обобщенном виде, основные слагаемые создания инновационной экосистемы Университета ИТМО:

- 1) ИТМО стал лидером технологической волны (цифровые технологии) в России, создав НИИ, лаборатории и стартапы по направлениям лидерства: квантовые коммуникации, фотоника, интеллектуальные системы, машинное обучение, телемедицина и др.;
- 2) университет вошел в национальные и международные сети ведущих университетов, образовательных и инновационных центров;
- 3) университет создал и обустроил «площадки» для проведения передовых R&D и сотрудничества с компаниями в данной сфере. Создана разветвленная система специальных центров, проектных офисов, действует технопарк. Новым масштабным проектом станет создание «ИТМО Хайпарка» – инновационного научно-технологического центра нового поколения, включающего научные корпуса, международные лаборатории, бизнес-инкубаторы и кластер инновационных производств.

1.2.3. Экосистема Томского политехнического университета (ТПУ)

Томский политехнический университет (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет») – один из лидеров среди вузов Российской Федерации по объемам внебюджетных НИОКР и зарубежных контрактов. При университете работают 48 МИПов, более 100 стартапов. Оборот компаний инновационного пояса университета превышает 1 млрд руб. в год.

ТПУ отличается масштабами сотрудничества с крупным бизнесом, в качестве механизма используется участие в реализации программ инновационного развития (ПИР) крупнейших российских госкорпораций и других предприятий: ПАО «Газпром», ГК «Росатом», АО «Информационные спутниковые системы им. акад. М. Ф. Решетнева», ФГУП «НПО «Микроген», ОАО «Системный оператор ЕЭС», ОАО «РАО «Энергетические системы Востока», ГК «РОСКОСМОС», ОАО «НК Роснефть», ПАО «Транснефть», ОАО «АК «АЛРОСА»; ОАО «ФСК ЕЭС», ГК «Ростехнологии», ОАО «РЖД»,

²⁹ Васильев В. Н., Тойвонен Н. Р., Казин Ф. А., Яныкина Н. О. Инновационная экосистема Университета ИТМО. Итоги и перспективы программ развития // Инновации. 2014. № 8 (190). С. 27–33.

³⁰ Там же.

ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С. П. Королева», ФГУП «ВИАМ», ПАО «КАМАЗ»³¹.

ТПУ в полной мере использовал возможности, созданные для партнерства университетов и промышленных компаний Постановлением Правительства Российской Федерации № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства». Университет вошел в число победителей конкурсов и реализовал с 2013 г. пять крупных проектов.

Университет стал участником 24 из 36 технологических платформ и двух консорциумов³²:

- «Роботизированный кластер малоразмерных космических аппаратов» (ОАО «РКК «Энергия» им. С. П. Королева», АО «Информационные спутниковые системы им. акад. М. Ф. Решетнёва», ОАО «Российские космические системы», ИФПМ СО РАН, МАИ, НИУ СГАУ и др.);

- Консорциум по трудноизвлекаемым запасам (ПАО «Газпром нефть», ТПУ, ТГУ, ОАО «ТомскНИПИнефть», ООО «Геопрайм»).

ТПУ выстраивает партнерство с предприятиями как многоуровневую систему, включающую множество направлений взаимодействий, в том числе³³: 1) разработку, оценку и реализацию основных и дополнительных профессиональных образовательных программ; 2) целевую подготовку кадров по программам высшего образования и программам аспирантуры; 3) переподготовку и повышение квалификации кадров; 4) проведение практик студентов с перспективой их трудоустройства на предприятиях-партнерах; 5) создание совместных интегрированных структур (базовых кафедр, лабораторий, научно-образовательных центров и др.); 6) проведение НИОКР по заказам партнеров.

В систему партнерств университета включены компании Microsoft, Danfoss, Lapp Group, Hughes, Woodward, SAP, Siemens PLM, Schlumberger, Dr. Web, ОАО «Сибирский химический комбинат», ООО «Томскнефтехим», ОАО «Концерн Росэнергоатом», Урановый холдинг «Атом-редметзолото», ОАО «Томскнефть ВНК», ОАО «АК «Транснефть», ЗАО «Р-Фарм», Электрохимический завод (г. Зеленогорск), Горно-химический комбинат (г. Железногорск) и др.

ТПУ последовательно повышает свою значимость для партнеров, разрабатывая уникальные технологии и оборудование, которые применяются в передовых отраслях российской промышленности и пользуются устойчивым спросом за рубежом. В частности, ТПУ³⁴:

- единственный в мире разработчик и поставщик малогабаритных бетатронов, на базе которых ведется разработка досмотровых комплексов контроля крупногабаритных грузов, промышленных томографов и др.;

- разработчик установки для осаждения алмазных покрытий методом горячей нити;

³¹ Сотрудничество ТПУ с ГК и крупными компаниями с государственным участием. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://inno.tpu.ru/ru/novosti/sotrudnichestvo-tpu-s-gk-i-krupnymi-kompaniyami-s-gosudarstvennym-uchastiem.html>

³² Национальный исследовательский Томский политехнический университет: паспорт. 2019. С. 28. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpu.ru/download/document?id=336>

³³ Лучшие практики : сборник / под общ. ред. П.С. Чубика ; Томский политехнический университет. 3-е изд., перераб. и доп. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 103 с.

³⁴ Там же.

- создатель установки для выпуска пластин, которые защищают спутники «Глонасс» от солнечной радиации; оборудования для плазменной обработки материалов космических летательных аппаратов;
- разработчик уникального робота-сварщика для производства элементов атомных реакторов (по техническим характеристикам он превосходит все существующие аналоги);
- разработчик наноструктур на основе гидроксида алюминия, воздействующих на опухолевые клетки;
- разработчик конструкторско-технологических решений для нового поколения газогенераторных установок для объектов энергетики.

Университет инициирует и реализует «знаковые проекты», которые создают и поддерживают имидж ТПУ как технологического лидера на глобальном масштабе. В их число можно включить:

1. Сотрудничество с Европейским центром ядерных исследований (ЦЕРН).
2. Проекты, реализованные на Международной космической станции (МКС):
 - создание и запуск с борта МКС в открытый космос спутника «Томск-ТПУ-120» – первого российского космического аппарата, созданного с использованием 3D-технологий и уникальных материалов;
 - разработка первого российского 3D-принтера для работы в условиях невесомости (в рамках долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов на российском сегменте МКС);
 - уникальные многослойные нанокompозитные покрытия для иллюминаторов российского сегмента МКС в рамках масштабного космического эксперимента «Пересвет».
3. Прорывные научные и инженерные проекты:
 - технология производства первого отечественного бериллия – стратегически значимого металла;
 - исследования в системе «суша-шельф-атмосфера» в Арктике;
 - антибактериальные имплантаты и материалы для клеточных технологий;
 - ядерные технологии персонализированной терапии диссеминированных форм рака;
 - промышленное производство нанокерамики для высокотехнологичных отраслей;
 - «зеленая химия» – экологически чистые технологии и материалы для химической промышленности;
 - технологии преобразования твердого топлива в экологичный газ.

ТПУ эффективно использует все возможности, которые возникают для университетов в рамках Национальной технологической инициативы России:

- в 2018 г. вошел в консорциум с МЭИ с целью создания центра компетенций по EnergyNet;
- выступил оператором межрегиональной программы «Технет-Сибирь» для обеспечения синхронных действий регионов Сибири по организации производства продукции и услуг для рынков НТИ и внедрению передовых производственных технологий;
- участник консорциумов: 1) Технологии хранения и анализа больших данных; 2) Технологии управления свойствами биологических объектов; 3) Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности.
- по программе УМНИК – НТИ выиграны 2 проекта в рамках AutoNet и MariNet.

Партнерство ТПУ с промышленными компаниями опирается на развитую инфраструктуру НИОКР, которая включает научные мега-площадки, лаборатории, научно-

образовательные центры, специальные структурные подразделения, обеспечивающие инновационную деятельность³⁵.

1. Научные мега-площадки ТПУ: Центр RASA в Томске, Центр космических технологий, Центр 3D-печати в условиях космоса, Центр ресурсоэффективного недропользования, Центр метрологии, Лаборатория промышленной робототехники, Центр коллективного пользования «Состав веществ и материалов».

2. Приборы и оборудование в режиме коллективного пользования: университет владеет почти 800 единицами современного научного и технологического оборудования на сумму около 2 млрд руб., в том числе единственным в России действующим исследовательским ядерным реактором (ИРТ-Т), суперкомпьютерным кластером «СКИФ-Политех». Оборудование эксплуатируется в режиме коллективного пользования, на нем могут проводить работы научно-образовательные, научно-исследовательские организации и коммерческие предприятия города Томска и других регионов России³⁶.

3. Лаборатории и научно-образовательные центры, действующие в рамках сетевого взаимодействия с российскими и зарубежными вузами, научными организациями и промышленными предприятиями, в том числе: Сетевая научно-образовательная лаборатория «Динамическое моделирование и контроль ответственных конструкций», Сетевая научно-образовательная лаборатория «Медицинское материаловедение», Международная научно-образовательная лаборатория «Изучение углерода арктических морей», Лаборатория технологий улучшения благополучия пожилых людей, Лаборатория фундаментальных основ ресурсоэффективных и безопасных технологий тушения лесных пожаров с применением авиации, Российско-китайская научная лаборатория «Радиационный контроль и досмотр» и другие³⁷.

4. Инфраструктура инновационной деятельности, включающая: Центр трансфера технологий, Отдел правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности, Бизнес-инкубатор, ООО «Технологический инкубатор ТПУ, Проектно-конструкторский институт, институт экспертов, Центр управленческих компетенций и деловых коммуникаций «Центр МВА», Выставочный центр «Наука и образование в ТПУ: традиции и новации».

Образовательная структура ТПУ отражает, с одной стороны, стратегические научно-образовательные приоритеты университета, с другой – потребности и интересы индустриальных партнеров. В частности, выстроена система инженерных школ, которые обеспечивают реализацию индустриально-ориентированных образовательных траекторий учащихся. В нее входят: Школа базовой инженерной подготовки, Инженерная школа ядерных технологий, Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, Школа инженерного предпринимательства, Инженерная школа энергетики, Инженерная школа природных ресурсов, Инженерная школа новых производственных технологий, Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов.

Среди «школ» следует выделить Школу инженерного предпринимательства, цель которой – формирование внутри и вокруг университета предпринимательской экосистемы

³⁵ Национальный исследовательский Томский политехнический университет: паспорт. 2019. С. 23. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpu.ru/download/document?id=336>

³⁶ Лучшие практики : сборник / под общ. ред. П. С. Чубика ; Томский политехнический университет. 3-е изд., перераб. и доп. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 103 с.

³⁷ Там же.

на основе модели «открытых инноваций», предполагающей выполнение научно-исследовательских и научно-производственных проектов совместно с внешними партнерами³⁸.

В интересах промышленных партнеров в ТПУ разработаны и действуют:

- 1200 электронных курсов в составе очного и заочного обучения;
- 146 программ повышения квалификации;
- 37 программ профессиональной переподготовки.

В 2004 г. в ТПУ была введена в действие система элитного технического образования (ЭТО) для наиболее способных и мотивированных студентов³⁹. Программа ЭТО соответствует международным требованиям и стандартам – аналогичные программы подготовки реализуются в ведущих университетах мира: Массачусетском технологическом институте, Инженерном колледже Ф. Олина, университете Торонто и пр.

В ТПУ создана и успешно функционирует система дополнительного непрерывного образования, которая включает следующие компоненты⁴⁰:

- профессиональную переподготовку для выполнения нового вида деятельности, в том числе по индивидуальным программам под заказ крупных компаний, среди которых: Сибирская генерирующая компания, ООО «Газпромтрансгаз Томск», ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Томской области», ТОО «Казахстанский ядерный университет» и др. По 31 программам ежегодно обучаются 430–480 человек;

- повышение квалификации и стажировки специалистов организаций и предприятий реального сектора экономики по приоритетным направлениям. Ежегодно более 3500 человек повышают квалификацию по 280 программам. Заказчиками курсов являются 400 предприятий и организаций (ООО «Томскнефтехим», ОАО «СХК», ОАО «Газпром», ОАО «ЕВРАЗ – Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», ООО «Тобольск-Полимер», АО «Ульбинский металлургический завод», ОАО «Информационные спутниковые системы им. акад. М. Ф. Решетнева»);

- специальную подготовку в области неразрушающего контроля. Функционирует Региональный центр аттестации, контроля и диагностики по 12 методам неразрушающего контроля с целью обеспечения безопасности при эксплуатации и строительстве опасных производственных объектов;

- профессиональную подготовку по рабочим профессиям, которая предоставляется как дополнительная составляющая конкурентоспособности выпускников – ежегодно более 100 человек по 11 программам;

- стажировки для ведущих специалистов на базе уникальных лабораторий ТПУ (SolidWorks, Woodward, SAP, Hughes, Lapp Group, Danfoss, Microsoft). Заказчики: ОАО «АК «АЛРОСА», ООО «Томский кабельный завод», ОАО «Сургутнефтегаз», ЗАО «Рэйс Телеком», АО «Казтелерадио», Макрорегиональный филиал «Дальний Восток», ООО «Информационно-технологическая сервисная компания». ТПУ включен в систему непрерывного профессионального образования ОАО «Газпром» и является базовым центром по подготовке энергоаудиторов Министерства энергетики Российской Федерации.

³⁸ Чубик П. С. Год испытаний, преобразований и прорывов: Об итогах работы Национального исследовательского Томского политехнического университета в 2017 году и задачах на 2018 год. Презентация. 15 февраля 2018 г. С. 8. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpu.ru/download/document?id=1061>

³⁹ Лучшие практики : сборник / под общ. ред. П. С. Чубика ; Томский политехнический университет. 3-е изд., перераб. и доп. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 103 с

⁴⁰ Там же.

Взаимодействие заказчиков образовательных услуг с профилирующими подразделениями ТПУ в сфере дополнительного профессионального образования обеспечивается специальным Центром, работающим в режиме «единое окно». Он выполняет все компоненты заказа «под ключ», начиная от мониторинга рынка и привлечения потенциальных заказчиков, выявления потребности предприятия, организации и сопровождения обучения до контроля качества обучения, соблюдения договорных обязательств, оформления документов об обучении и учета финансовых потоков⁴¹.

В обобщенном виде, основные слагаемые создания инновационной экосистемы Томского политехнического университета:

1) университет в полной мере использовал инициативы и возможности, возникающие на уровне Российской Федерации – он участвует в программах инновационного развития крупнейших компаний, является при этом опорным вузом для шести госкорпораций; участвовал в ряде крупных комплексных проектов с предприятиями-партнерами в рамках постановления Правительства РФ № 218. В настоящее время ТПУ участвует в программах и консорциумах Национальной технологической инициативы;

2) университет выстроил инфраструктуру НИОКР и поддержки трансфера технологий, в составе которой – научные мега-площадки, уникальные объекты (исследовательский ядерный реактор, суперкомпьютерный кластер). Выстроена система завершеного инновационного цикла – научные и инфраструктурные подразделения, обеспечивающие полный цикл работ от поисковых исследований до правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности и использования этих результатов малыми инновационными предприятиями как основы создания и вывода на рынок наукоемкой продукции;

3) выстроено инженерное образование, ориентированное на запросы промышленных партнеров – система инженерных школ, система дополнительного непрерывного образования; работа с предприятиями и организациями, заказчиками образовательных услуг, организована по принципу «единого окна»;

4) университет развернул прорывные проекты, закрепляющие имидж технологического лидера. Выстроено сотрудничество с Европейским центром ядерных исследований;

Форсайт-флот Агентства стратегических инициатив⁴²

С 2012 года Агентство стратегических инициатив ежегодно проводило Форсайт-флот, цель которого – совместное проектирование дорожных карт отраслевого и территориального развития, развитие компетенций стратегического видения в предпринимательской среде, формирование кадрового резерва для государственного управления и реального сектора экономики. В 2015 году именно на Форсайт-флоте была проведена первая сборка рыночных направлений и рабочих групп Национальной технологической инициативы, а в 2016 году Форсайт-флот в составе 700 участников разработал проект стратегии реализации НТИ на ближайшую и среднесрочную перспективу.

Форсайт-флот неоднократно становился отправной точкой для успешных технологических стартапов, ярких образовательных и социальных проектов, но самое главное – сформировал и укрепил устойчивое сообщество активных успешных людей с разделяемым видением будущего и четким пониманием дальнейших шагов по его достижению. За 5 лет в проведении Форсайт-флота приняли участие свыше 2300 человек, было создано 155 проектов и проектных команд. Многие из проектов получили успешное развитие на региональном и федеральном уровнях, стали заметной частью государственной и международной повестки в экономике, образовании, государственном управлении.

⁴¹ Лучшие практики: сборник / под общ. ред. П. С. Чубика; Томский политехнический университет. 3-е изд., перераб. и доп. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 103 с.

⁴² <https://asi.ru/foresighttrip/>

реализован ряд проектов на Международной космической станции; разработаны технологии – производства бериллия, нанокерамики, экологичного газа, гибридных материалов, диагностики рака, обработки больших данных, ториевой энергетики и др. Эти проекты и разработки закрепляют в сознании партнеров образ ТПУ как технологического лидера, обладателя уникальных компетенций.

1.3. Образовательные экосистемы – характеристики и преимущества в сравнении с централизованными образовательными системами

Описание образовательных экосистем представлено в докладе «Образовательные системы для общественной трансформации», подготовленном Global Education Futures⁴³. При формировании экосистемы поставщики образования вступают во взаимовыгодные отношения, создают и перераспределяют между собой ресурсы, включая заинтересованных учащихся, образовательный контент, инструменты контроля качества, финансовые ресурсы. Полноценно развитая образовательная экосистема – это открытое и развивающееся сообщество различных поставщиков образования, которые обслуживают широкий спектр запросов учащихся в определенной области знаний и компетенций или на определенной территории. Территория или регион – минимальный масштаб образовательной экосистемы, в то время как отдельное учреждение (школа, университет и пр.) не способно стать такой системой само по себе, хотя может обладать «экосистемными» свойствами и стать центром ее формирования. Экосистеме требуются не только поставщики образовательных возможностей, но и различные интеграторы, которые создают траектории движения учащихся в ее пространстве, помогают учитывать и фиксировать их достижения, находят и соединяют общедоступные ресурсы и т. д.

Поскольку в экосистеме складывается кооперация и совместное использование ресурсов, она обладает многими преимуществами в сравнении с образовательными организациями и централизованными образовательными системами:

- экосистема создает «максимальное благо», например, обеспечивает обучение при большем качестве и меньших издержках;
- экосистема высоко адаптивна – способна быстро реагировать на запросы учащихся и изменения в институциональной среде;
- экосистемы масштабируемы – создаваемые конфигурации участников и ресурсов применимы на разных масштабах, от групп учащихся или отдельных учреждений до масштабов всей планеты⁴⁴.

Таким образом, образовательная экосистема всегда локализована, она отвечает местным потребностям и объединяет учащихся в этом контексте. Вместе с тем, в глобализованном мире учащиеся обращаются к множеству «нелокальных» источников, которые обеспечивают более качественный образовательный опыт – например, многопользовательским онлайн-курсам (МООС), распределенным онлайн-сообществам, блоггерским платформам, образовательным играм и др. Реальность образовательных экосистем является «глокальной» – они связывают глобальные и местные модели, глобальных и местных

⁴³ Образовательные системы для общественной трансформации: Доклад Global Education Futures. М., 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNiTXpUZ2QwZkttiR0pzSmJR/view>

⁴⁴ Там же, с. 52.

поставщиков компетенций. Для местных образовательных сообществ рост доступности глобальных образовательных ресурсов может быть как стимулирующим, так и разрушительным. С одной стороны, глобальные ресурсы могут значительно расширить возможности отдельных учащихся и групп, что особенно важно, если местные образовательные ресурсы и возможности ограничены. С другой – доминирование глобальных ресурсов может обесценивать местное образование и вести к «культурному колониализму»⁴⁵.

Образовательные экосистемы создают большее многообразие образовательных возможностей по сравнению с традиционными образовательными системами. Они включают самые различные организации, активности и ресурсы: школы, колледжи, библиотеки, спортивные клубы, клубы практик, общественные центры, онлайн-курсы, форумы, мобильные приложения, игровые онлайн-вселенные и многое другое. Экосистема не заменяет существующие образовательные форматы, а «доразвивает» образовательную систему за счет новых форматов и инструментов связности, создавая многомерное пространство обучения с уникальными возможностями для персонального и коллективного образования⁴⁶.

С позиции учащегося, одни возможности строятся вокруг локального контента и прямого физического контакта (например, групповые проекты), в то время как другие основаны на глобальном контенте и удаленном взаимодействии (например, обучение на глобальных онлайн-платформах). Основными «измерениями» образовательного пространства экосистемы могут быть:

- контакт человека с человеком / человека с технологией: одни образовательные процессы происходят в виде взаимодействия с наставниками или ровесниками, а другие – на основе технологий, онлайн-ресурсов, видеоигр, использования носимых устройств;
- глобальность / локальность: глобальные образовательные онлайн-платформы станут конечными поставщиками знаний и образовательного контента, в то время как локальные форматы образования продолжают развиваться в ответ на потребности учащихся, которые можно определить только внутри города или региона;
- индивидуальность / коллективность: пространства непрерывного образования будут построены вокруг персонализированного образовательного опыта, получаемого с помощью высоких технологий, а также коллективного опыта человеческого взаимодействия и совместного творчества⁴⁷.

⁴⁵ Образовательные системы для общественной трансформации: Доклад Global Education Futures. М., 2018. С. 52-53 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNITXpUZ2QwZktiR0pzSmJR/view>

⁴⁶ Там же, с. 63.

⁴⁷ Там же, с. 63–64.

РАЗДЕЛ 2. ПОЗИЦИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В СРАВНЕНИИ С ВЕДУЩИМИ СИБИРСКИМИ РЕГИОНАМИ

Для формирования региональной «интеллектуальной экосистемы» важно понимать, что представляет собой Красноярский край в настоящее время в качестве стартовой площадки. Для этого необходимо сравнить показатели развития науки и инновационной деятельности Красноярского края и других ведущих сибирских регионов. В качестве регионов сравнения выступают Новосибирская, Томская и Иркутская области, которые претендуют на лидерские позиции в области научных исследований, образования и инноваций.

Красноярский край – один из крупнейших и экономически развитых регионов Российской Федерации (табл. 2.1). В рейтинге социально-экономического положения регионов (РИА) Красноярский край в 2018 г. занял 17 позицию (в 2017 г. – 14); Новосибирская область – 24 (в 2017 г. – 28); Иркутская область – 23 (в 2017 г. – 29). По рейтингу качества жизни в российских регионах (РИА) Красноярский край в 2018 г. занял 45 позицию (в 2017 г. – 38); Новосибирская область – 24 (в 2017 г. – 26). По рейтингу инновационных регионов России (АИРР) Красноярский край в 2018 г. занял 20 позицию (в 2017 г. – 16); Новосибирская область – 6 (в 2017 г. – 5); Томская область – 4 (в 2017 г. – 4).

Нужно отметить, что по всем указанным рейтингам Красноярский край ухудшил свои позиции в 2018 г. по сравнению с 2017 г., а реперные регионы улучшили или сохранили свои позиции.

По экономическим показателям (объем ВРП, объем инвестиций в основной капитал, объем основных фондов в экономике, объем производства, мощность электростанций, объем производства электроэнергии) Красноярский край в 2018 г. входил в лидерскую группу из 10 регионов (в 2017 г. занимал 9 позицию). Одновременно он оказался лидером по объему загрязнений окружающей среды в стране (объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу).

Показатели качества жизни и социальной ситуации не соответствуют экономическому лидерству региона: край занимает низкие позиции – 25–68 места (среднее значение – 48 среди 85 регионов.) по таким параметрам, как продолжительность жизни при рождении, среднедушевые денежные доходы в мес., коэффициент младенческой смертности, на 1000 род., ввод в действие жилых домов на 1000 чел. нас., общая площадь жилых помещений на 1 жит., число зарегистрированных преступлений на 100 000 нас. Критическими показателями являются: низкая продолжительность жизни, высокий уровень младенческой смертности, низкая обеспеченность жильем.

Таблица 2.1. Показатели развития Красноярского края и его позиции среди регионов России в 2018 г. и 2017 г.⁴⁸

Красноярский край	2017 год		2018 год	
	Показатели	Позиции в России	Показатели	Позиции в России
Площадь	2,37 млн км ²	2	2,37 млн км ²	2
Население	2,88 млн чел.	13	2,88 млн чел.	13
1. Экономика, производство, экология		6,7		6,3
Объем ВРП	1,9 трлн руб.	9	1,9 трлн руб. ⁴⁹	9
Объем инвестиций в основной капитал	424,7 млрд руб.	9	420,9 млрд руб.	9
Объем основных фондов в экономике	3,60 трлн руб.	9	3,95 трлн руб.	9
Объем производства:				
- добыча полезных ископаемых	552,4 млрд руб.	7	748,1 млрд руб.	7
- обрабатывающие производства	990,9 млрд руб.	9	1207 млрд руб.	9
- обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиц. воздуха	163,5 млрд руб.	6	174,9 млрд руб.	6
- водоснабжение; водоотведение, сбор и утилизация отходов, ликвидация загрязнений	28,9 млрд руб.	8	28,8 млрд руб.	10
Мощность электростанций	18,4 млн кВт	1	18,5 млн кВт	1
Объем производства электроэнергии	67,6 млрд кВт-ч	2	66,9 млрд кВт-ч	2
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух	2 363 тыс. тонн	1	2 319 тыс. тонн	1
2. Качество жизни, социальная ситуация		49,5		48,0
Продолжительность жизни при рождении	70,61 лет	69	70,71 лет	68
Среднедушевые денежные доходы в мес.	28 047 руб.	30	30 015 руб.	25
Коэффициент младенческой смертности, на 1000 род.	6,3	61	5,5	59
Ввод в действие жилых домов на 1000 чел. нас.	367 м ²	60	399,6 м ²	50
Общая площадь жилых помещений на 1 жит.	24,6	56	25,0	56
Число зарегистрированных преступлений на 100000 нас.	1776	21	1595,8 ⁵⁰	30
3. Наука, образование, инновации		19,6		19,1
Численность студентов на 10000 чел. нас.	267	32	257	33
Объем внутренних затрат на научные исследования и разработки	16,2 млрд руб.	10	22,6 млрд руб.	7
Количество разработанных передовых производственных технологий в год	31 техн.	12	46 техн.	10
Количество научных и исследовательских организаций	69 орг.	11	78 орг.	10
Численность профессорско-преподавательского состава	5060 чел.	11	4846 чел.	11
Количество ежегодно выдаваемых патентов на изобретения и полезные модели	407 патентов	18	452 патентов	14
Объем инновационных товаров, работ, услуг, в % от общего объема товаров, работ, услуг	3,3 %.	43	2,5 %.	49

⁴⁸ URL: https://gks.ru/bgd/regl/b19_14p/Main.htm⁴⁹ По данным Росстата за 2017 г.⁵⁰ По данным ЕМИСС Государственная статистика: URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58923>

По показателям развития науки, образования, инноваций Красноярский край занимает средние позиции – 7–49-е места, среднее значение – 19. Это такие параметры, как численность студентов на 10 000 чел. нас., объем внутренних затрат на научные исследования и разработки, количество разработанных передовых производственных технологий в год, количество научных и исследовательских организаций, численность профессорско-преподавательского состава, количество ежегодно выдаваемых патентов на изобретения и полезные модели, объем инновационных товаров, работ, услуг, в % от общего объема товаров, работ, услуг. Критически низкими показателями являются: численность студентов на 10 000 нас.; уровень инновационной деятельности.

Можно сделать вывод, что основной проблемой в развитии Красноярского края является «разрыв» между экономическим лидерством – сильными показателями экономического развития, с одной стороны, и низким качеством жизни – деградацией условий воспроизводства и развития человеческого капитала – с другой. Критическими показателями качества жизни являются: низкая продолжительность жизни, высокий уровень младенческой смертности, низкая обеспеченность жильем.

2.1. Показатели научной деятельности

Сравнение параметров развития науки, исследований и разработок в 2018 г. в Красноярском крае, в ведущих регионах Сибирского федерального округа и средних по России показателей проведено на основе данных Росстата и дополнительных расчетов (вычислены темпы роста показателей в период 2014–2018 гг.) и представлено на рис. 2.1 и в табл. 2.2.

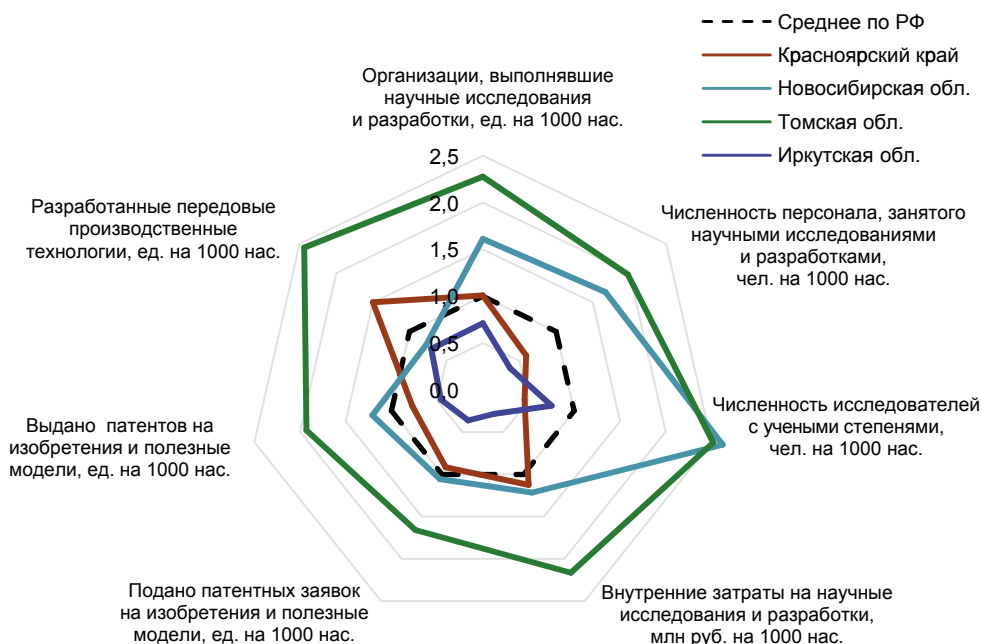


Рис. 2.1. Показатели научной деятельности ключевых регионов Сибирского федерального округа (на 1000 чел. населения) в 2018 г.

Таблица 2.2. Показатели деятельности в области R&D (на 1000 нас.)
и рост за 5 лет (2014–2018 гг.), %

Показатели	Среднее по РФ	Красноярский край	Новосибирская обл.	Томская обл.	Иркутская обл.
Организации, выполнявшие R&D, ед. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	0,027 / 9,0 %	0,027 / 49,0 %	0,043 / -1,0 %	0,061 / 39,7 %	0,019 / 2,9 %
Численность персонала, занятого R&D, чел. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	4,6 / -7,3 %	2,7 / 5,8 %	7,8 / -1,5 %	9,2 / 10,5 %	1,7 / -13,9 %
Численность исследователей с учеными степенями, чел. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	0,7 / -8,9 %	0,3 / 3,7 %	1,8 / -7,2 %	1,7 / 4,0 %	0,5 / -9,3 %
Внутренние затраты на R&D, млн руб. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	7,00 / 20,7 %	7,87 / 47,4 %	8,51 / 20,6 %	15,15 / 67,4 %	1,98 / 2,6 %
Подано патентных заявок на изобретения и полезные модели, ед. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	0,23 / -8,2 %	0,21 / 26,8 %	0,25 / -18,4 %	0,39 / -24,3 %	0,08 / -35,8 %
Выдано патентов на изобретения и полезные модели, ед. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	0,20 / -15,8 %	0,16 / -3,7 %	0,25 / 5,2 %	0,39 / -14,8 %	0,09 / -26,2 %
Разработанные передовые производственные технологии / рост за 5 лет %	0,0107 / 10,5 %	0,0160 / 75,7 %	0,0082 / -24,8 %	0,0260 / 178,6 %	0,0075 / -41,6 %

В развитии научной деятельности (2018 г.) Красноярский край отстает от среднероссийских значений по 5 из 7 показателей; своим главным конкурентам в Сибирском федеральном округе, Томской и Новосибирской областям, он проигрывает по 6 из 7 показателей. Для сравнения: показатели Томской области превышают средние по России в 1,6–2,5 раза, Новосибирской – превышают средние по России в 1,1–2,6 раза.

Лидером среди сибирских регионов является Томская область, показатели которой в 1,6–5,5 раз выше, чем в Красноярском крае. Красноярский край отстает от Томской области:

- по числу научных организаций – в 2,3 раза;
- по численности персонала, занятого в R&D – в 3,4 раза;
- по численности исследователей с научными степенями – в 5,5 раза;
- по внутренним затратам на R&D – в 1,9 раза;
- по поданным патентным заявкам – в 1,8 раза;
- по выданным патентам – в 2,5 раза;
- по разработанным производственным технологиям – в 1,6 раза;

В 2018 г. внутренние затраты на научные исследования и разработки на 1000 нас. в Красноярском крае были:

- на 7,5 % ниже, чем в Новосибирской области;
- в 1,9 раза ниже, чем в Томской области.

При этом по темпам роста числа организаций, выполнявших R&D, в 2014–2018 гг. Красноярск незначительно опережает Томскую область.

2.2. Показатели инновационной деятельности

Сравнение показателей инновационной деятельности в Красноярском крае и ведущих регионах Сибирского федерального округа в 2018 г. проведено на основе данных Росстата и дополнительных расчетов (вычислены темпы роста показателей в период 2014–2018 гг.) и представлено на рис. 2.2 и в табл. 2.3.

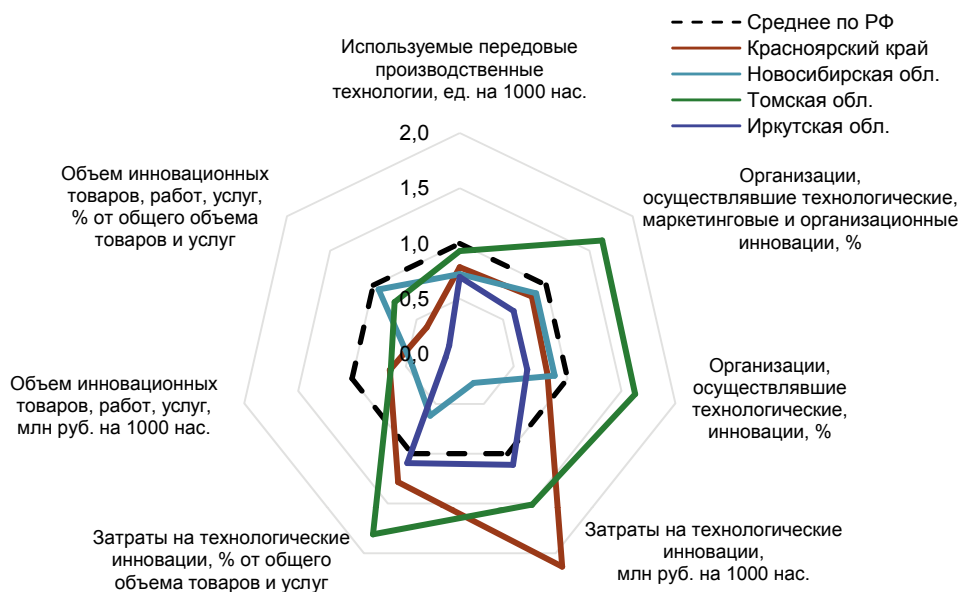


Рис. 2.2. Показатели инновационной деятельности ключевых регионов Сибирского федерального округа в 2018 г. в пересчете на 1000 чел. нас.

Красноярский край отстает от среднероссийских значений по 5 из 7 показателей инновационной деятельности, и лишь по двум – затратам на технологические инновации в млн. руб. на 1000 чел. нас. и в % от общего объема товаров и услуг – опережает. По большинству показателей Красноярский край уступает лидеру Сибирского федерального округа – Томской области.

Красноярский край имеет более низкие значения, чем в среднем в России по 6 из 7 показателям инновационной деятельности. При этом в последние 5 лет наблюдается негативная динамика по 5 из 7 показателей (либо меньший рост, либо большее снижение). Это означает, что существует риск увеличения отставания Красноярского края от среднероссийского уровня и сдвигание его на периферию инновационного развития.

Лидером среди сибирских регионов является Томская область, которая по 5 из 7 показателей опережает Красноярский край в 1,2–2,0 раза.

Красноярский край отстает от Томской области:

- по доле организаций, осуществлявших различные инновации – в 1,97 раза;
- по доле организаций, осуществлявших технологические инновации – в 2,0 раза;
- по затратам на технологические инновации в % от общего объема товаров и услуг – в 1,41 раза;

- по объему инновационных товаров и услуг в % от общего объема товаров и услуг – в 1,96 раза.

Доля организаций, осуществлявших технологические инновации, в Красноярском крае в 2018 г. была:

- в 1,23 раза ниже, чем в среднем в России;
- в 1,08 раза ниже, чем в Новосибирской области;
- в 2 раза ниже, чем в Томской области.

Таблица 2.3. Деятельность в области инноваций (на 1000 нас.) в 2018 г. и рост за 5 лет (2014–2018 гг.), %

	Среднее по РФ	Красноярский край	Новосибирская обл.	Томская обл.	Иркутская обл.
Используемые передовые производственные технологии, ед. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	1,74 / 24,0 %	1,36 / 59,3 %	1,26 / 23,4 %	1,62 / 18,8 %	1,21 / 97,8 %
Организации, осуществлявшие технологические, маркетинговые и организационные инновации, % / рост за 5 лет, п.п. ⁵¹	8,5 % / –1,4 п.п.	7,1 % / –2,2 п.п.	7,5 % / –2,2 п.п.	14,0 % / 0,3 п.п.	5,3 % / –1,1 п.п.
Организации, осуществлявшие технологические инновации, % / рост за 5 лет, п.п. ⁵²	7,5 % / –1,3 п.п.	6,1 % / –2,3 п.п.	6,6 % / –2,6 п.п.	12,2 % / –0,4 п.п.	4,7 % / –0,8 п.п.
Затраты на технологические инновации, млн руб. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	10,03 / 20,9 %	21,41 / –27,8 %	2,91 / 79,2 %	15,16 / 137,6 %	11,15 / 28,4 %
Затраты на технологические инновации, от общего объема товаров и услуг, % / рост за 5 лет, п.п.	2,1 % / –0,5 п.п.	2,7 % / –5,1 п.п.	1,3 % / 0,1 п.п.	3,8 % / 2,0 п.п.	2,3 % / –0,6 п.п.
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн. руб. на 1000 нас. / рост за 5 лет, %	30,76 / 25,5 %	19,97 / 14,4 %	13,60 / –4,1 %	19,69 / 90,4 %	4,05 / –13,1 %
Объем инновационных товаров, работ, услуг, от общего объема товаров и услуг, % / рост за 5 лет, п.п.	6,5 % / –1,5 п.п.	2,5 % / –0,7 п.п.	6,1 % / –1,7 п.п.	4,9 % / 1,8 п.п.	0,8 % / –0,8 п.п.

2.3. Выводы

Красноярский край обладает большим экономическим потенциалом и входит в число лидеров России по таким показателям, как объем ВРП (9-е место среди регионов страны), объем инвестиций в основной капитал (9-е место), объем основных фондов (9-е место). По мощности электростанций край находится на 1 месте в России, по производству электроэнергии – на 2-м, по добыче полезных ископаемых – на 7-м, по объему обрабатывающих производств – на 9-м.

⁵¹ Данные приведены за 2017 г., данные по росту показателя представлены за 2014–2017 гг. в связи с тем, что методика определения показателя в 2018 г. изменилась и сравнивать значения показателя в 2014–2017 и 2018 г. некорректно.

⁵² Данные приведены за 2017 г., данные по росту показателя представлены за 2014–2017 гг., в связи с тем, что методика определения показателя в 2018 г. изменилась и сравнивать значения показателя в 2014–2017 и 2018 г. некорректно.

Проблемой Красноярского края является выраженная диспропорция между большим вкладом в экономику страны и относительно слабо развитыми социальной сферой, наукой и образованием, что означает деградацию условий воспроизводства и развития человеческого капитала в регионе.

Низкий уровень развития науки, образования, инновационной деятельности в Красноярском крае особенно проявляется при сравнении его с другими ведущими сибирскими регионами – Томской и Новосибирской областями. Такое отставание несет в себе риск проигрыша в конкуренции за будущее (за молодежь и человеческий капитал) с другими регионами страны.

При этом отставание может стать «хроническим», поскольку сохраняется недофинансирование научной и инновационной деятельности со стороны бизнеса и органов власти. Так, в 2018 г. внутренние затраты на научные исследования и разработки на 1000 нас. в Красноярском крае были всего на 11 % выше, чем в среднем в России, но уже на 7,5 % ниже, чем в Новосибирской области и в 1,9 раза ниже, чем в Томской области.

Можно констатировать, что в настоящее время Красноярский край занимает слабые позиции по развитию научной, образовательной и инновационной деятельности в сравнении ведущими сибирскими регионами. Это означает, что формирование региональной «интеллектуальной экосистемы», с одной стороны, будет происходить в сравнительно «бедной» среде и потребует дополнительных административных, финансовых и организационных усилий. С другой стороны, работа по формированию «интеллектуальной экосистемы» края будет создавать новые центры активности, новые площадки коммуникации всех субъектов научной, образовательной и инновационной деятельности в регионе.

РАЗДЕЛ 3. ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Основа существования интеллектуальной экосистемы региона – это взаимодействие и сотрудничество университетов, академических институтов, бизнес-компаний и органов власти. Его ключевые компоненты:

1) оформление и предъявление заказа со стороны российского бизнеса и органов власти на исследования, разработки, инжиниринговые и консалтинговые услуги, экспертизу, подготовку и переподготовку кадров;

2) деятельность университетов и научных институтов, направленная на выполнение данного заказа;

3) выполнение университетами и академическими институтами опережающих исследований и разработок – опережающих по отношению к текущим запросам бизнес-компаний;

4) продвижение результатов научных исследований и технологических разработок на внешние рынки, формирование спроса компаний на такие разработки на уровне странового и мирового рынков;

5) разработка стратегий и программ развития региона с участием власти, бизнес-компаний, университетов, научных институтов, проведение отраслевых и общественных экспертиз;

6) формирование общего образовательного пространства для студентов университетов и учащихся колледжей для реализации их индивидуальных образовательных траекторий с использованием offline и online технологий и др.;

7) создание системы общего пользования лабораторным оборудованием и приборами, базами знаний и образовательных курсов, экспертной поддержкой ведущих специалистов из различных организаций и др.;

8) формирование инфраструктуры поддержки научно-исследовательской и инновационной деятельности в регионе (технопарков, бизнес-инкубаторов, фондов поддержки научных исследований, венчурных фондов и др.).

В настоящее время экосистема еще не сформирована, это проявляется в том, что бизнес-компании в основном адресуют заказы на исследования и разработки, подготовку кадров и повышение квалификации собственным подразделениям – промышленным лабораториям, исследовательским и инжиниринговым центрам, корпоративным университетам.

Университеты и академические институты определяют тематику своих исследований и разработок в логике «традиций научных школ» и на основе приоритетов научных

фондов, которые предоставляют гранты на исследования. Свои приоритеты в области образования университеты определяют, учитывая запросы населения на те или иные специальности и направления подготовки. Образовательные приоритеты и содержание образовательных программ слабо увязаны с потребностями будущих работодателей.

Тем самым воспроизводится «разрыв» между интересами компаний, с одной стороны, и деятельностью университетов, научных институтов – с другой. Ситуация изменится и развитие экосистемы станет возможным, когда бизнес-компании начнут отдавать на аутсорсинг исследования и разработки, инжиниринг, экспертизу, наращивание человеческого капитала, а высшая школа и академические институты будут учитывать запросы бизнеса.

Перспективы сотрудничества университетов и научных институтов с компаниями во многом определяются позицией компаний – их запросами на исследования, разработки, подготовку кадров; стратегиями развития бизнеса и технологической модернизации производств; объемами финансовых средств, которые направляются в настоящее время и в будущем на исследования, разработки, инжиниринг и развитие человеческого капитала.

В данном разделе показано, каковы существующая практика и перспективы партнерства университетов и бизнеса в Красноярском крае. На основе опроса представителей промышленных компаний определены:

- количественные показатели взаимодействия институтов образования и науки с компаниями – объемы расходов ведущих предприятий региона на НИОКР и подготовку кадров в прошедшие 5 лет;
- приоритеты бизнеса в области НИОКР и подготовки кадров, наиболее востребованные типы и направления работ (исследований, инжиниринга, консалтинга);
- перспективные масштабы запросов бизнеса в этих областях – планируемые на следующие 5 лет расходы финансовых средств на НИОКР и подготовку кадров.

Опрос представителей промышленных компаний, производства которых размещены или планируются к размещению в Красноярском крае, проводился в феврале 2019 г. В нем приняли участие 18 компаний: АО «РУСАЛ Ачинский Глиноземный Комбинат» (АО «РУСАЛ Ачинск»); ОК РУСАЛ; ПАО «ГМК «Норильский никель»»; АО «Васильевский рудник»»; ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова»; ООО «Новоангарский обогатительный комбинат»; ПАО «МРСК Сибири»; ООО «Красноярский металлургический завод»; АО «Красноярский машиностроительный завод»; АО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М. Ф. Решетнёва»; АО «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь»; ООО Фирма «Синтез Н»; ОАО «Горевский горно-обогатительный комбинат»; АО «Красноярскнефтепродукт»; ПО «Электрохимический завод»; ПАО «Росатом»; ПАО «Химико-металлургический завод»; ЗАО «Новоенисейский лесохимический комплекс»; ООО «Приангарский ЛПК».

3.1. Взаимодействие университетов и бизнеса в Красноярском крае – содержание и масштабы

Исследования и разработки, инжиниринг, консалтинг. Востребованность бизнесом различных видов НИОКР и консалтинга в последние 5 лет показана на рис. 3.1 – можно определить, какие работы чаще всего заказывали предприятия сторонним организациям (университетам, институтам, инжиниринговым и консалтинговым компаниям).



Рис. 3.1. Уровень востребованности НИОКР и консалтинга бизнесом в 2014–2018 гг. (% компаний, которые заказывали работы и имеют в них потребность)

Чаще всего бизнес заказывал:

- исследования, технологические разработки для производственного процесса, разработка новых продуктов;
- инжиниринг – предпроектные, проектные и постпроектные работы;
- разработку или внедрение новых цифровых решений, информационных систем для производственного процесса и/или управления;
- отдельные консультации по производственным, организационным и финансовым вопросам.

При этом более половины опрошенных представителей компаний указали на наличие в настоящее время потребностей в исследованиях и технологических разработках, инжиниринговых услугах, внедрении новых цифровых решений.

Наименее востребованными бизнесом в 2014–2018 гг. были: комплексный консалтинг в отношении бизнес-модели, производственных и бизнес-процессов; долгосрочный прогноз развития технологий, появления новых машин и оборудования; долгосрочный прогноз ситуации на страновом и глобальном рынках.

Выразительным показателем востребованности НИОКР и консалтинга служит объем финансирования данных работ, выполняемых собственными структурами компаний и внешними исполнителями. Объемы расходов всех опрошенных компаний суммировались по каждому году в период 2014–2018 гг., это дает оценочную картину динамики

заказов внешним исполнителям и собственным подразделениям в течение 5 лет (рис. 3.2). Следует отметить, что полученный результат относится к исследованной выборке компаний, а не к региону в целом.



Рис. 3.2. Динамика суммарного объема заказов на НИОКР и консалтинг со стороны опрошенных компаний внешним исполнителям и собственным подразделениям в период 2014–2018 гг.

Суммарный объем финансирования НИОКР за 5 лет составил 5,74 млрд руб., максимальный годовой объем был достигнут в 2016 г. – 2,05 млрд руб. В целом с 2014 г. по 2018 г. наблюдался рост объемов финансирования НИОКР в 2 раза. В среднем в данный период распределение заказов между «внешними исполнителями» и «собственными структурами» происходило в пропорции 62 % к 38 %; в 2018 г. увеличилась доля работ, выполняемых «собственными структурами», до 50,3 %, а доля работ, переданных «внешним исполнителям» была минимальной за пятилетний период – 49,7 %.

Таким образом, большую долю НИОКР и консалтинга компании передают на аутсорсинг, и это важно для формирования региональной «интеллектуальной экосистемы». Однако данный процесс во времени идет неравномерно: наблюдается общая тенденция роста объемов финансирования, при этом и объем заказов, и доля работ, передаваемых внешним исполнителям, варьируют в разные годы. Можно сказать, что существует значительный резерв для дальнейшего развития взаимодействий между предприятиями, университетами, научными институтами, инжиниринговыми и консалтинговыми компаниями, так как в настоящее время половина объемов «интеллектуальных» работ и услуг все еще выполняется собственными подразделениями предприятий.

Еще один показатель активности промышленных компаний как заказчиков на исследования и разработки – это доля выручки компаний, направляемая на НИОКР (табл. 3.1).

В среднем крупные компании региона расходовали на НИОКР и консалтинг 0,15–0,36 % от выручки, при этом низкотехнологичные – существенно меньше среднего (0,06–0,012 %), а высокотехнологичные – больше среднего (0,84–1,71 %). Для сравнения: в крупных

индустриальных компаниях мира расходы на НИОКР в 2017 г. составили в среднем 2,7 % от выручки. Таким образом, даже наиболее активные высокотехнологичные компании Красноярского края заметно отстают от среднего мирового уровня по расходам на исследование и разработки.

Таблица 3.1. Доля расходов на НИОКР, совершенных крупными компаниями Красноярского края, % от выручки⁵³

Компании \ годы	2014	2015	2016	2017	2018
Высокотехнологичные	1,308	1,707	0,837	1,441	1,281
Низкотехнологичные	0,010	0,012	0,010	0,006	0,012
В среднем, %	0,144	0,146	0,357	0,160	0,161

Подготовка, переподготовка, повышение квалификации персонала.

Текущие запросы бизнеса на подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала проявляются в том, какие виды работ выполнялись сторонними организациями (университетами, колледжами) в период 2014–2018 гг. (рис. 3.3).

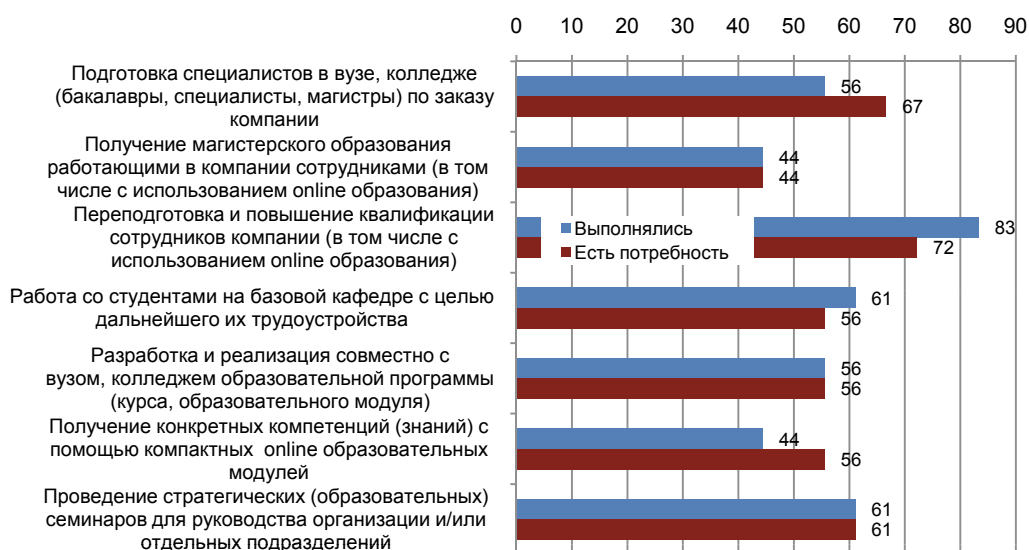


Рис. 3.3. Уровень востребованности работ в области подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала в 2014–2018 гг. (% компаний, которые заказывали работы и имеют в них потребность)

Наиболее востребована бизнесом в 2014–2018 гг. была переподготовка и повышение квалификации сотрудников – 83 % представителей предприятий указали, что такие работы выполнялись. Также были востребованы: работа со студентами на базовой кафедре с целью их дальнейшего трудоустройства – 61 %; проведение стратегических (образовательных)

⁵³ Вычислена на основе данных опроса.

семинаров для руководства организации – 61 %; разработка и реализация совместно с вузом образовательной программы – 56 %.

В настоящее время сохраняется потребность в переподготовке и повышении квалификации сотрудников – 72 %; подготовке специалистов, бакалавров, магистров в вузах и колледжах по заказам компаний – 67 %; проведении стратегических (образовательных) семинаров для руководства организации – 61 %; работе со студентами на базовой кафедре с целью их дальнейшего трудоустройства – 56 %; разработке и реализации совместно с вузом образовательной программы – 56 %; получении конкретных компетенций с помощью компактных online модулей – 56 %.

Сравнительно наименее востребованы в 2014–2018 гг. были: получение магистерского образования работающими в компании сотрудниками; получение конкретных компетенций с помощью компактных online образовательных модулей.

Оценочная картина динамики заказов внешним исполнителям и собственным подразделениям в течение 5 лет показана на рис. 3.4. Диаграмма построена на основе данных компаний об объеме финансирования работ по подготовке, переподготовке и повышению квалификации персонала, выполненных собственными структурами компаний и внешними исполнителями в период 2014–2018 гг. по годам; затраты всех компаний суммировались для каждого года⁵⁴.

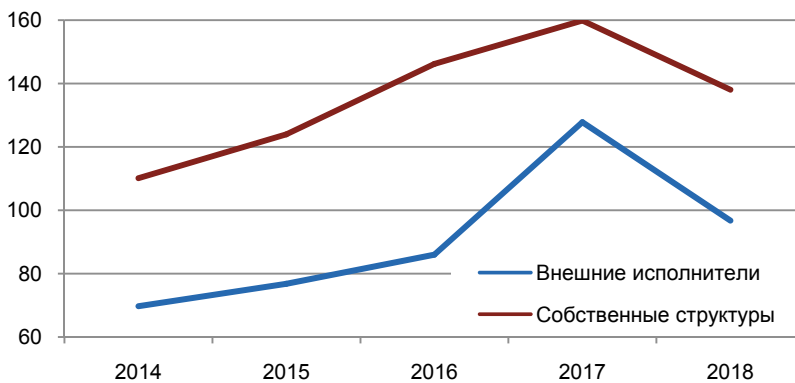


Рис. 3.4. Динамика объема работ по подготовке, переподготовке и повышению квалификации персонала, выполненных внешними исполнителями и собственными подразделениями суммарно в исследованных компаниях в период 2014–2018 гг.

В течение пяти лет объем затрат на подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала вырос в 1,3 раза – с 179,8 млн руб. в 2014 г. до 234,8 млн руб. в 2018 г. (сумма затрат опрошенных предприятий). Общий объем работ за пять лет составил 1135,1 млн руб. Максимальной за пятилетний период величина затрат была в 2017 г. – 288 млн руб. При этом объем работ, выполненных собственными структурами компаний, в среднем в 1,5 раза превышал объем работ, заказанных внешним исполнителям. Прирост объема финансирования работ за пять лет составил:

- выполненных внешними исполнителями – на 27,0 млн руб. или на 39 %;
- выполненных собственными структурами – на 27,9 млн руб. или на 25 %.

⁵⁴ Полученный результат относится к исследованной выборке компаний, а не к региону в целом.

Таблица 3.2. Структура рынка образовательных услуг, %

Организации	2014	2015	2016	2017	2018	Изменение доли на рынке, в п.п.
Вузы, колледжи, государственные образовательные центры Красноярского края	26,7	29,3	24,1	13,4	19,5	-7,2
Вузы, колледжи, государственные образовательные центры других регионов	4,9	5,5	4,4	2,1	2,8	-2,1
Другие организации (коммерческие)	68,4	65,2	71,5	84,4	77,8	9,4

Вузы, колледжи и государственные образовательные центры Красноярского края занимают от 13,4 % до 29,3 % рынка обсуждаемых образовательных услуг (оценка на основе данных опроса); с 2014 по 2018 г. их доля на рынке уменьшилась на 7,2 п.п. (табл. 3.2). При этом доля рынка образовательных услуг для бизнеса, которую занимают коммерческие организации, в 2018 г. составила 77,8 %; увеличение с 2014 г. по 2018 г. составило 9,4 п.п.

3.2. Перспективы сотрудничества бизнеса и университетов в области НИОКР, консалтинга, подготовки кадров

Перспективы сотрудничества бизнеса и университетов в области НИОКР, консалтинга, подготовки кадров оценивались на основе результатов опроса представителей бизнес-компаний, которым предлагалось оценить потребности в данных услугах в период 2019–2023 гг.

Исследования и разработки, инжиниринг, консалтинг. В ближайшие годы (до 2023 г.) наиболее востребованными направлениями НИОКР и консалтинга (отмечены со стороны бизнеса как «обязательные») будут (рис. 3.5):

- инжиниринг – предпроектные, проектные и постпроектные работы;
- исследования, технологические разработки для производственного процесса, разработка новых продуктов;
- разработка или внедрение новых цифровых решений, информационных систем для производственного процесса и/или управления.

Несколько реже как «обязательная» отмечается экспертиза экологической ситуации, связанной с деятельностью компании.

Направления НИОКР и консалтинга, которые чаще всего были отмечены представителями бизнеса как «желательные» в период до 2023 гг.:

- технологический аудит – анализ действующего парка машин и оборудования с целью повышения эффективности;
- организационный, кадровый аудит – анализ организационных схем и кадрового состава с целью повышения эффективности;
- исследования, технологические разработки для производственного процесса, разработка новых продуктов;
- комплексный консалтинг в отношении бизнес-модели, производственных и бизнес-процессов.

Объем финансирования НИОКР и консалтинга, запланированный компаниями на 2019–2023 гг., показан на рис. 3.6. Если планы предприятий будут реализованы, суммарный объем затрат на НИОКР и консалтинг возрастет в 2,3 раза за пять лет и составит 13,2 млрд руб. за весь период.



Рис. 3.5. Основные направления НИОКР и консалтинга, по которым компании планируют работы в период до 2023 гг. (% ответов «обязательно» и «желательно»)



Рис. 3.6. Ожидаемые объемы финансирования по основным направлениям НИОКР и консалтинга (опрошенные компании суммарно) на период 2019–2023 гг., млн руб.

Согласно полученному оценочному прогнозу, в наибольших объемах в период 2019–2023 гг. опрошенные предприятия будут финансировать три направления:

- исследования, технологические разработки для производственного процесса, разработка новых продуктов – 7,6 млрд руб., при этом в 2023 г. объем финансирования достигнет 2,1 млрд руб.;
- разработка или внедрение новых цифровых решений, информационных систем для производственного процесса и/или управления – 4,7 млрд руб., в 2023 г. объем финансирования составит 1,15 млрд руб.;
- инжиниринг – предпроектные, проектные и постпроектные работы для модернизации производства – 0,64 млрд руб.

Подготовка, переподготовка, повышение квалификации персонала. Данные опроса о том, какие дополнительные компетенции будут востребованы на предприятиях в ближайшие 5 лет, отражены на рис. 3.7.

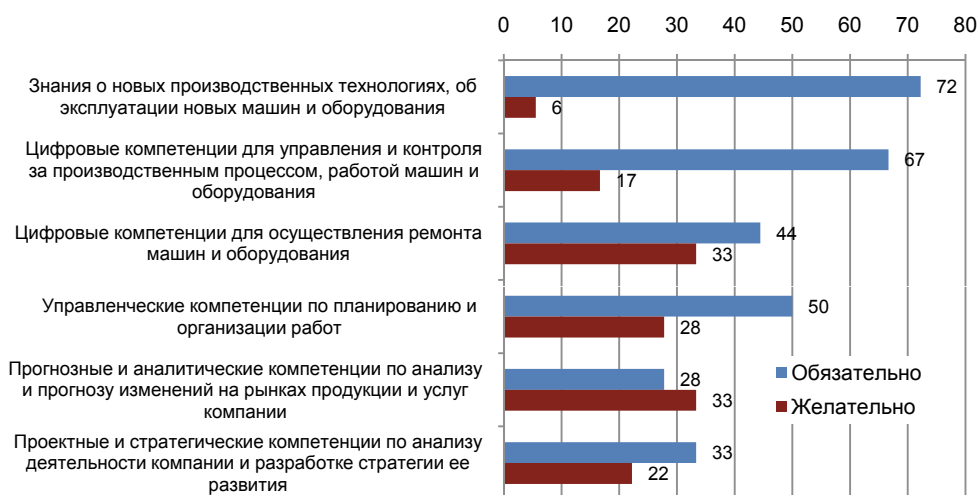


Рис. 3.7. Компетенции, которые будут востребованы бизнес-компаниями в ближайшие пять лет

Наиболее востребованными бизнесом будут:

- знания о новых производственных технологиях, об эксплуатации новых машин и оборудования;
- цифровые компетенции для управления и контроля за производственным процессом, работой машин и оборудования;
- управленческие компетенции по планированию и организации работ.

Компании предоставили данные о том, какие специалисты будут востребованы в рамках стратегий их развития и реализации инвестиционных проектов в ближайшие 5 лет.

Суммарное число необходимых специалистов в разных областях деятельности представлено на рис. 3.8.

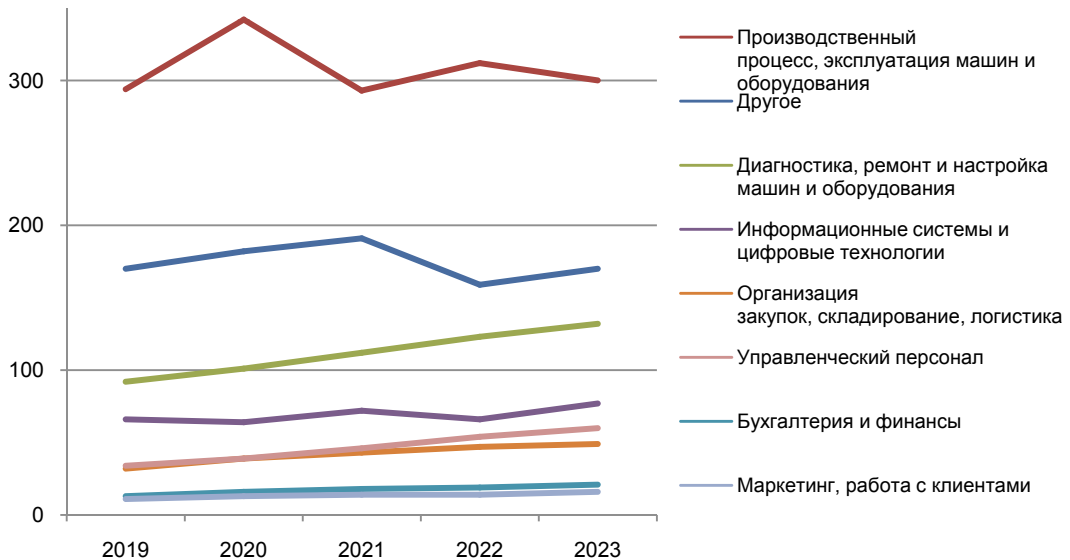


Рис. 3.8. Ожидаемый запрос на специалистов в 2019–2023 гг., чел. (опрошенные компании суммарно)

Общая ожидаемая потребность в специалистах в 2019–2023 гг. – 3916 чел., в том числе по областям:

- производственный процесс, эксплуатация машин и оборудования – суммарно за период 1541 чел.; в 2023 г. ожидаемая потребность составит 300 чел.;
- диагностика, ремонт и настройка машин и оборудования – суммарно 560 человек; в 2023 г. – 132 чел.;
- информационные системы и цифровые технологии – 345 чел., в 2023 г. – 77 чел.;
- другое – суммарно за период 872 чел., в 2023 г. предполагаемая потребность составит 170 чел.

Всего в 2019–2023 гг. компаниями в рамках стратегий развития и реализации инвестиционных проектов будет востребовано 3916 специалистов.

3.3. Перспективы сотрудничества бизнеса и университетов в контексте формирования цифровой экономики в регионе

Ключевым направлением технологической модернизации производства в ближайшие годы будет внедрение цифровых технологий. Оценочный прогноз динамики суммарного заказа опрошенных предприятий на работы по внедрению цифровых технологий представлен на рис. 3.9⁵⁵.

Финансирование работ по внедрению цифровых технологий планируется в объеме 4,4 млрд руб. на 5 лет (для группы опрошенных компаний суммарно); это 33 % от всех расходов на НИОКР и консалтинг. Наибольшие объемы финансирования будут выделены на три направления:

⁵⁵ Составлен на основе оценок представителями компаний планируемых расходов по различным направлениям «цифровизации» предприятий (на период до 2023 г.).



Рис. 3.9. Ожидаемые объемы финансирования работ по внедрению цифровых технологий (опрошенные компании суммарно) в период до 2023 г., млн руб.

- управление и контроль за производственным процессом, работой машин и оборудования – 1,7 млрд руб., при этом на 2023 г. планируется финансирование в объеме 0,26 млрд руб.;
- управление и контроль за бизнес-процессами – 1,5 млрд руб., в 2023 г. – 0,24 млрд руб.;
- автоматизация и роботизация производственных процессов – 0,67 млрд руб., на 2023 г. планируется финансирование в объеме 0,14 млрд руб.

3.4. Выводы

1. Активность крупных промышленных компаний, работающих в крае, как потребителей «интеллектуальных работ и услуг» остается крайне низкой в сравнении со средним мировым уровнем. В 2014–2018 гг. крупные компании региона расходовали на НИОКР и консалтинг 5,74 млрд руб., что составило в среднем 0,15–0,36 % от выручки. Для сравнения: крупные промышленные компании мира расходовали на эти цели в 2017 г. в среднем 2,7 % от выручки. Даже наиболее активные высокотехнологичные компании в Красноярском крае заметно отстают от среднего мирового уровня по расходам на исследования и разработки – их расходы составили 0,84–1,71 % от выручки. Расходы низкотехнологичных компаний на НИОКР и консалтинг еще ниже – 0,06–0,012 % от выручки. Распределение заказов на НИОКР, инжиниринг, консалтинг между «внешними исполнителями» и «собственными структурами» компаний составило в среднем за период 62 % и 38 %, соответственно.

2. Затраты крупнейших компаний на подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала в период 2014–2018 гг. составили 1135,1 млн руб. При этом объем образовательных услуг, выполненных собственными структурами компаний в 2014–2018 гг.

в среднем в 1,5 раза превышал объем работ, заказанных внешним исполнителям. Вузы, колледжи и государственные образовательные центры Красноярского края занимают лишь 13,4–29,3 % рынка образовательных услуг для бизнеса (по данным опроса), причем с 2014 по 2018 г. их доля на рынке уменьшилась на 7,2 п.п.

3. Существует значительный резерв для расширения взаимодействий бизнес-компаний с университетами и научными институтами в Красноярском крае. С одной стороны, он связан с позитивной, в целом, динамикой спроса компаний на «интеллектуальные услуги» (НИОКР, консалтинг, инжиниринг, экспертиза и др.) и подготовку кадров. С другой стороны, можно ожидать передачи на аутсорсинг работ и услуг, в настоящее время выполняемых собственными структурами компаний – при условии, что университеты и научные институты будут ориентированы на запросы бизнеса и будут предлагать конкурентоспособные услуги и продукты.

4. В период до 2023 г. промышленные компании планируют увеличить затраты на НИОКР и консалтинг до 13,2 млрд руб., что в 2,3 раза выше затрат за прошедшие 5 лет. Наиболее востребованными будут: инжиниринг – предпроектные, проектные и постпроектные работы; исследования, технологические разработки для производственного процесса, разработка новых продуктов; разработка или внедрение новых цифровых решений, информационных систем для производственного процесса и/или управления.

5. Ключевым направлением технологической модернизации производств в компаниях в ближайшие годы будет внедрение цифровых технологий. Наиболее востребованными со стороны бизнеса будут: знания о новых производственных технологиях, об эксплуатации новых машин и оборудования; цифровые компетенции для управления и контроля за производственным процессом, работой машин и оборудования; управленческие компетенции по планированию и организации работ.

Перспектива формирования научно-образовательной экосистемы Красноярского края будет связана с решением следующих значимых для региона задач:

- технологическая модернизация производств, внедрение новых производственных технологий с широким использованием возможностей цифровых решений;
- наращивание человеческого капитала компаний, в особенности цифровых компетенций, необходимых для осуществления производственной деятельности и управления производственными процессами;
- создание сложной образовательной среды, обеспечивающей широкие возможности для наращивания человеческого капитала, профессионального и личностного роста.

Данные задачи будут решаться за счет активного взаимодействия университетов и научных институтов региона с ведущими промышленными компаниями, организациями инновационной инфраструктуры и органами власти.

РАЗДЕЛ 4. КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Ведущие университеты развитых и развивающихся стран сегодня превращаются в эпицентры развертывания научно-образовательных и инновационных экосистем. При этом возникает новое качество образовательной и научной деятельности на основе сотрудничества университетов между собой и с внешними партнерами – бизнес компаниями, органами власти, городскими сообществами.

Экосистемы университетов включают бизнес-компании, которые выступают заказчиками и партнерами в подготовке кадров, научных исследованиях и инновационных разработках. Университеты и предприятия создают совместные исследовательские центры и лаборатории; также многие университеты формируют «пояса» собственных малых инновационных предприятий.

Формируются образовательные экосистемы групп университетов-партнеров – сложно устроенные, насыщенные разнообразными ресурсами и возможностями пространства, где студенты могут двигаться по индивидуальным образовательным траекториям. Именно в университетских экосистемах индивидуальные образовательные траектории становятся реальностью, так как они обеспечены ресурсами учебных и научных подразделений (кафедр, лабораторий, исследовательских центров) многих вузов и работой специальных площадок – семинаров, коворкингов и др.

Новый уровень возможностей для развития экосистем возник в результате цифровой революции – на основе ИК-технологий создаются специальные цифровые платформы для поддержки коммуникаций и сотрудничества, выстраивания горизонтальных связей между всеми участниками экосистем.

Развитие экосистем науки, образования и инноваций позволяет странам и регионам:

- выходить на лидерские позиции в производстве знаний, развитии человеческого капитала и на сильных позициях включаться в глобальное разделение труда;
- становиться лидерами в формировании глобальной повестки развития и решении актуальных проблем человечества;
- успешно конкурировать на рынках образования, знаний и инноваций, наращивать и капитализировать свой научный, образовательный и инновационный потенциал;
- строить цепочки создания стоимости и управлять ими – снижать институциональные, коммуникативные и смысловые барьеры, повышать продуктивность и эффективность экосистемы.

Для формирования региональной экосистемы науки, образования и инноваций необходимо выстроить и реализовать стратегию, которая включает:

- «умную специализацию» – выбор направлений специализации на наиболее перспективных инновационных рынках с учетом собственного накопленного потенциала и возможностей привлечения «сильных» партнеров из числа университетов или технологически передовых компаний;
- выстраивание коллабораций, в том числе создание технологических консорциумов и платформ, ориентированных на перспективные рынки;
- выявление и поддержку новых лидеров, реализующих прорывные исследовательские и технологические проекты;
- развитие интегрированной среды экосистемы, оптимальной для активности и сотрудничества большого числа акторов разного типа и масштаба;

Томский консорциум научно-образовательных и научных организаций⁵⁶

Ассоциация некоммерческих организаций «Томский консорциум научно-образовательных и научных организаций» была образована 4 апреля 2012 года 7 университетами, 10 академическими институтами и Томским научным центром СО РАН.

С 2013 года «Томский консорциум» внесен в качестве субъекта организационно-правового обеспечения научной и научно-технической деятельности в Закон Томской области «О научной деятельности и научно-технической политике Томской области».

Задачи «Томского консорциума»: повышение качества образования и подготовки научно-технических кадров; развитие фундаментальной науки; повышение конкурентоспособности на рынке труда выпускников томских вузов; разработка и распространение новых форм и технологий сотрудничества научных и образовательных организаций; содействие внедрению и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности; содействие в защите и эффективном использовании интеллектуальной собственности; международное сотрудничество в области науки и высшего образования.

«Томский консорциум» является связующим звеном между вузами и академическими институтами и предприятиями промышленности.

Проекты и направления деятельности консорциума:

- Проект «Профессор-ментор-наставник-инвестор» направлен на развитие наставничества в сфере науки и образования имеет своей целью повышение мотивации молодежи к обучению и научной деятельности через общение с учеными, имеющими богатый жизненный опыт в науке и высокотехнологичном бизнесе (реализуется при поддержке Фонда Президентских грантов).
- Территориальный образовательный комплекс. В Томске планируется реализовать модель «Город-лаборатория развития образования мирового уровня (город-университет)», ориентированная на производство, внедрение и тиражирование за пределами региона новых образовательных концептов, стандартов, технологий, отвечающих вызовам времени и направленных на решение значимых для страны задач в сфере новой индустриализации и развития человеческого капитала.
- Взаимодействие со странами БРИКС – реализация совместных проектов в области образования, науки и инноваций.
- Региональный инновационный портал – Интерактивная интернет-площадка региона, посредством которой инновационные компании могут оперативно узнавать о событиях и программах поддержки в сфере науки и инноваций, принимать участие в мероприятиях регионального и федерального уровней, взаимодействовать с властью, субъектами инновационной инфраструктуры⁵⁷.
- Пресс-служба инновационных организаций – команда пресс-служб инновационных организаций Томской области. Делает портал inotomsk.ru.
- Межвузовский лицей для одаренных детей.
- Музей науки и техники.

⁵⁶ <http://unitomsk.ru/>

⁵⁷ <http://inotomsk.ru/>

- стимулирование активности участников экосистемы, особенно нацеленной на достижение лидерства, переход к использованию передовых стратегий, организационных и технологических решений;
- создание инфраструктуры, обеспечивающей высокую плотность коммуникации и деятельности – интеллектуальных цифровых платформ, промышленных парков, технополисов и др.;
- расширение границ экосистемы – привлечение новых партнеров, носителей лучших практик, выход на новые рынки идей, технологий, продуктов.

4.1. Цели и задачи формирования экосистемы образования, науки и инноваций в Красноярском крае

Трансформация научно-образовательного комплекса Красноярского края в экосистему с многообразными и гибкими связями между всеми акторами будет способствовать ускоренному технологическому, экономическому и социально-культурному развитию региона. «Интеллектуальная экосистема» станет одним из ключевых факторов наращивания экономического потенциала, технологической конкурентоспособности и социальной привлекательности Красноярского края – это позволит в перспективе выйти на траекторию устойчивого экономического роста и повышения благосостояния жителей региона.

Для формирования научно-образовательной экосистемы необходимо существенно изменить масштабы и качество коммуникаций и взаимодействий между ее потенциальными участниками, снять существующие барьеры:

- *барьер незнания* – недостаточная информированность участников о том, какие есть коллективы и «команды», проекты и достижения, кто чем занимается и на что способен;
- *барьер недоверия* – недостаточность позитивного опыта сотрудничества, преобладание отношений конкуренции за ресурсы;
- *барьер некомпетентности* – отсутствие наработанных компетенций, необходимых для подготовки и реализации совместных проектов, построения сложной кооперации.

Всем участниками научно-образовательного комплекса (экосистемы) важно выработать и следовать принципам «этики сотрудничества», ее основными положениями могут быть следующие.

- **Открытость** для коммуникации и сотрудничества, открытость новым идеям и технологиям; восприимчивость к предложениям со стороны всех участников экосистемы; готовность делиться своим пониманием перспектив и возможностей, сочетать возмездную работу с работой в режиме «общественного блага».
- **Значимость** – участие в решении значимых мировых проблем, проблем развития Красноярского края, Сибири в целом и России; стремление работать на переднем крае науки и технологий; общественная значимость, социальная и экономическая полезность деятельности.
- **Ответственность** – персональная ответственность за выполнение принятых решений и договоренностей, полноценную реализацию проектов, соблюдение деловых и этических норм и принципов научно-образовательного сообщества.
- **Прозрачность** – прозрачность и обоснованность принимаемых организационно-управленческих решений, публичная отчетность о результатах выполнения принятых решений и реализованных проектах, включая финансовую прозрачность.

Результатом трансформации научно-образовательного комплекса должно стать создание экосистемы региона, в которой университеты и научные институты, действуя в тесном сотрудничестве:

- ведут передовые исследования и разработки – конкурентоспособные на мировом уровне фундаментальные исследования и прикладные разработки, соответствующие потребностям субъектов экономики и управления в регионе;
- иницируют проекты и программы развития различных секторов экономики и социальной сферы региона и обеспечивают их исследовательской и экспертной поддержкой;
- обеспечивают опережающую подготовку кадров для субъектов экономики региона – крупных компаний, средних и малых предприятий городской экономики, организаций социальной сферы, государственного и муниципального управления;
- занимают лидерские позиции в подготовке кадров и «экспорте» образования в другие регионы России, страны СНГ и дальнего зарубежья;
- входят в коллаборации с ведущими университетами и научными центрами России и зарубежных стран;
- формируют современный, значимый по масштабам сектор цифровой экономики в регионе;
- эффективно используют все виды ресурсов (человеческих, инфраструктурных, финансовых) за счет выстроенной кооперации и коллективного использования ресурсов;
- способствуют динамичному развитию экономики, социальной сферы, культуры и человеческого капитала Красноярского края.

Для формирования научно-образовательной экосистемы Красноярского края необходимо решить следующие задачи:

создать информационно-коммуникативную среду, обеспечивающую активное сотрудничество между вузами, научными институтами, бизнес-компаниями;

организовать проведение конкурентоспособных на российском и мировом уровнях научных исследований и технологических разработок по значимым для региона научно-технологическим направлениям, включая разработку и трансферт современных цифровых технологий в производственный сектор, социальную сферу и систему управления;

организовать разработку и реализацию образовательных программ нового поколения для подготовки востребованных кадров в соответствии с перспективами развития различных секторов экономики и запросами бизнеса; широко использовать возможности online-обучения; распространить практику междисциплинарных, межуниверситетских образовательных программ и академической мобильности;

модернизировать парк научного, учебно-лабораторного и научно-технологического оборудования; создать эффективную систему логистики, обеспечивающую возможности коллективного использования научного и учебно-лабораторного оборудования;

создать эффективную систему управления процессами развития в научно-образовательной экосистеме Красноярского края, в которой будут участвовать представители Правительства Красноярского края и отраслевых министерств, руководители университетов, научных институтов, представители крупных и высокотехнологичных компаний.

Ниже развернут перечень подзадач для каждой из этих задач.

Задача 1. Создание информационно-коммуникативной среды, обеспечивающей активное сотрудничество между вузами, научными институтами, бизнес-компаниями.

1.1. Создание цифровой платформы «Научно-образовательная экосистема Красноярского края», обеспечивающей: информационную открытость; предьявление всеми участниками

своих достижений и планов, возможностей и запросов; поддержку совместных научных исследований и технологических разработок, совместных образовательных программ; продвижение достижений научных и образовательных организаций края на внешние рынки.

2.2. Создание системы информационного наполнения и организационной поддержки деятельности платформы «Научно-образовательная экосистема Красноярского края».

Задача 2. Проведение конкурентоспособных на российском и мировом уровнях научных исследований и технологических разработок по значимым для региона научно-технологическим направлениям, включая разработку и трансферт современных цифровых технологий в производственный сектор, социальную сферу и систему управления.

1.1. Привлечение ведущих ученых, перспективных исследователей и разработчиков; партнерство с российскими и зарубежными научными и образовательными организациями, бизнес-компаниями на перспективных направлениях R&D.

1.2. Расширение областей прикладных исследований и технологических разработок для промышленных предприятий и высокотехнологичных компаний в базовых секторах экономики региона – горно-металлургическом, нефтегазовом, информационно-космическом, машиностроительном, агропромышленном, строительном и др.

1.3. Развитие кооперации научных коллективов с бизнес-предприятиями, организациями социальной сферы, государственного и муниципального управления – развертывание исследований и инновационной деятельности в соответствии с потребностями предприятий и организаций.

1.4. Поддержка на конкурсной основе деятельности высокоэффективных научных коллективов (групп, «команд»), способных выйти на лидерские позиции в науке и инновационной деятельности.

1.5. Формирование «поясов» малых инновационных предприятий при вузах, производящих наукоемкие продукты и сервисы, включенных в сети кооперации между вузами, промышленными предприятиями, государственными и муниципальными учреждениями и др.

1.6. Продвижение научных достижений, результатов и возможностей инновационно-технологической деятельности в регионе на внешние рынки – проведение серии крупных международных мероприятий (конгрессов, форумов, выставок и др.), представление научных и технологических достижений региона для широкой общественности.

Задача 3. Разработка и реализация образовательных программ нового поколения для подготовки востребованных кадров в соответствии с перспективами развития различных секторов экономики и запросами бизнеса; широкое использование возможностей online-обучения; распространение практики междисциплинарных, междуниверситетских образовательных программ; расширение академической мобильности.

3.1. Разработка модульных образовательных программ нового поколения для естественнонаучных и инженерно-технических направлений образования: инженерное образование по стандартам CDIO; дуальное образование; сетевые образовательные программы и др.

3.2. Разработка и утверждение нормативно-правовых документов, обеспечивающих возможности участия студентов и преподавателей в сетевых образовательных программах, расширения академической мобильности, вовлечения в образовательный процесс представителей бизнеса.

3.3. Разработка модульных образовательных программ экономического, социального и гуманитарного направлений образования для обучающихся всех возрастов – «обучения в течение всей жизни»; создание возможностей для реализации «индивидуальных образовательных траекторий» обучающихся.

3.4. Создание программ подготовки абитуриентов для новых программ естественно-научного и инженерного образования, в том числе иностранных абитуриентов.

3.5. Представление образовательных достижений и возможностей региона для широкой общественности и продвижение их на внешние рынки.

Задача 4. Модернизация парка научного, учебно-лабораторного и научно-технологического оборудования; создание эффективной системы логистики коллективного пользования оборудованием.

4.1. Инвентаризация современного научного, учебно-лабораторного и научно-технологического оборудования, находящегося на балансе вузов, научных институтов, промышленных предприятий и в организациях инновационной инфраструктуры.

4.2. Создание логистической цифровой платформы, обеспечивающей возможности коллективного пользования научного, учебно-лабораторного и научно-технологического оборудования.

4.3. Подготовка перечня необходимого научного, учебно-лабораторного и научно-технологического оборудования для научных исследований и технологических разработок по значимым для региона научно-технологическим направлениям.

4.4. Разработка плана обновления научного, учебно-лабораторного и научно-технологического оборудования с использованием возможностей федеральных и региональных программ поддержки научных исследований и разработок.

Задача 5. Создание эффективной системы управления развитием научно-образовательной экосистемы Красноярского края, включающей координацию деятельности, сопряжение целей, запуск совместных проектов, объединение ресурсов и др.; вовлечение высшего руководства и профильных министерств субъекта федерации, руководителей университетов, научных институтов, представителей крупных и высокотехнологичных компаний.

5.1. Создание эффективной структуры подготовки, принятия и реализации стратегических решений по опережающему развитию научно-образовательного комплекса (экосистемы) Красноярского края.

5.2. Анализ результативности и модернизация действующих государственных программ и приоритетных проектов по развитию научно-образовательного комплекса Красноярского края. Разработка новых программ и проектов.

5.3. Создание системы мониторинга процессов развития и контроля выполнения государственных программ и приоритетных проектов, реализуемых в рамках научно-образовательного комплекса (экосистемы) Красноярского края.

5.4. Разработка необходимой нормативно-правовой базы деятельности в области образования, науки и инноваций; нормативной базы для кооперации учреждений науки и образования, партнерства учреждений науки и образования с бизнес-предприятиями, государственными и муниципальными учреждениями.

4.2. Приоритетные направления научных исследований, технологических разработок, образовательных практик

Проводимые в Красноярском крае исследования и разработки должны быть направлены на создание нового знания и технологических решений для производственного и общественного секторов, формирование (развитие) региональных научно-образовательных и производственных кластеров.

Направления научных исследований, технологических разработок и образовательных практик для производственного сектора Красноярского края.

Стратегическое планирование, прогнозирование технологического, социально-экономического и пространственного развития Красноярского края. Проведение исследований, включая форсайт-исследования, разработка прогнозов, стратегий, дорожных карт; мониторинг процессов технологического, экономического, социального, пространственного развития региона и муниципальных образований.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для горно-металлургического комплекса. Проведение исследований и разработок в областях: добыча, обогащение сырья, производство цветных металлов, специальных сплавов и материалов, продуктов с использованием аддитивных технологий; использование беспилотных летательных аппаратов для задач геологоразведки, мониторинга производственных процессов и экологических загрязнений. Цифровое моделирование месторождений и производственных процессов, цифровое проектирование приборов и оборудования для горно-металлургического комплекса. Создание научно-технологической базы для алюминиевого кластера – производства современных сплавов и материалов, для кластера сервисного приборостроения и машиностроения в рамках горно-металлургического комплекса. Подготовка кадров нового поколения для горно-металлургических производств.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для нефтегазового комплекса. Проведение исследований и разработок в областях: геологоразведка, добыча, транспортировка, переработка углеводородов; нефтехимия, газохимия и углехимия; использование беспилотных летательных аппаратов для задач геологоразведки, мониторинга производственных процессов и экологических загрязнений. Цифровое моделирование месторождений и производственных процессов, цифровое проектирование приборов и оборудования для нефтегазового комплекса. Создание научно-технологической базы для кластера сервисного машиностроения в рамках нефтегазового комплекса. Подготовка кадров нового поколения для нефтегазовой промышленности.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для информационно-космического кластера. Проведение исследований и разработок в областях: функционирование приборов, оборудования и систем в космической среде; повышение помехозащищенности и надежности работы космических аппаратов; разработка и создание испытательных стендов и технологий двойного назначения. Цифровое моделирование физических, физико-химических процессов, свойств новых материалов, функционирования приборов в условиях космической среды. Цифровое проектирование новых материалов, приборов и оборудования для работы в условиях космической среды. Создание научно-технологической базы для информационно-космического кластера – создания космических аппаратов нового поколения для связи и навигации. Подготовка кадров нового поколения для информационно-космического кластера.

Энергетика, энергоэффективность и энергосбережение. Проведение исследований и разработок в области производства, передачи и распределения тепловой и электрической энергии. Цифровое моделирование производственных процессов (SMART энергетика), цифровое проектирование приборов и оборудования для тепло-, электроэнергетики. Подготовка кадров нового поколения для энергетики.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для агропромышленного комплекса. Проведение исследований и разработок, необходимых для повышения эффективности агропромышленного производства, производства продукции с высокой добавлен-

ной стоимостью. Цифровые технологии для транспортно-логистических систем, точного земледелия, эффективной работы животноводческих комплексов, контроля качества продукции. Цифровое проектирование современного оборудования и техники для агропромышленного комплекса. Создание научно-технологической базы для агропромышленных кластеров на территории Красноярского края. Подготовка кадров нового поколения для агропромышленных производств.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для лесопромышленного комплекса. Проведение исследований и разработок в области лесопроизводства, лесопользования, лесопереработки, лесохимии, создания продукции с высокой добавленной стоимостью. Создание и внедрение современных инновационных технологий комплексного использования лесных ресурсов. Использование цифровых технологий для контроля состояния лесных массивов, профилактики и предотвращения лесных пожаров. Цифровое проектирование современного оборудования и техники для лесопромышленного комплекса. Подготовка кадров нового поколения для лесного комплекса.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для строительного комплекса (производства строительных материалов и строительства). Проведение исследований и разработок в области производства строительных материалов и конструкций с повышенными эксплуатационными характеристиками. Использование цифровых технологий для проектирования объектов строительства, контроля за процессом строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Использование технологий SMART CITY и SMART HOME. Подготовка кадров нового поколения для строительного комплекса.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для кластера ядерных технологий. Проведение исследований и разработок в областях: добыча, обогащение сырья, производство ядерных материалов; технологии заключительной стадии ядерно-топливного цикла (бэк-энд). Цифровое моделирование производственных процессов, цифровое проектирование приборов и оборудования для ядерного комплекса. Создание научно-технологической базы для кластера ядерных технологий. Подготовка кадров нового поколения для ядерного комплекса.

Биотехнологический и медицинский кластер. Проведение исследований и разработок в областях: экологический мониторинг загрязнений окружающей среды; анализ токсичности материалов медицинского назначения, пищевых добавок и др.; создание и использование разлагаемых полимеров и пластиков медицинского назначения. Разработка современных биотехнологий для производства сельхозпродукции и продуктов питания. Создание новых технологий диагностики, лечения, реабилитации и сохранения здоровья человека, включая возможности генетического анализа, телемедицины, визуализации медико-биологических данных, использования «больших данных» (Big Data) и «искусственного интеллекта» (Artificial Intelligence) для диагностики, лечения и профилактики заболеваний; технологий «блокчейн» (Blockchain) для ведения истории болезни и сохранения сведений о здоровье человека. Подготовка кадров нового поколения для здравоохранения и биотехнологических производств.

Технологии, материалы, оборудование и кадры для освоения Арктики и Севера. Проведение исследований и разработок, направленных на эффективное освоение существующих и новых месторождений труднодоступных и трудноизвлекаемых природных ресурсов Севера и Арктики; производство и использование новых материалов, оборудования и машин для деятельности в экстремальных условиях; новых материалов и технологий для строительства зданий и сооружений. Создание эффективных интеллектуальных технологий и производств с использованием возможностей комплексной роботизации, управления процессами посредством цифровых технологий BigDATA и «Искусственного

интеллекта»; переход к использованию ресурсосберегающих, природоохранных, мало- и безотходных технологий. Исследование рисков глобального потепления, в том числе растепления многолетнемерзлых грунтов и пород (приводящего к разрушению зданий и сооружений); разработка предложений по купированию данных рисков. Исследование техногенных загрязнений и влияния на окружающую природную среду, разработка предложений по снижению техногенной и экологической нагрузок. Подготовка кадров нового поколения для работы в Арктике.

Направления научных исследований, технологических разработок и образовательных практик для общественного сектора Красноярского края.

1. **Этнокультурная перспектива народов Красноярского края и регионов «Енисейской Сибири».** Проведение этнокультурных исследований в областях: общественное сознание, социальные нормы и традиции, процессы воспроизводства/деградации культур, языков и традиций индигенных народов Красноярского края, Республики Хакасия, Республики Тыва. Разработка дорожных карт «движения в будущее» с использованием технологий форсайта. Разработка гуманитарных технологий (на основе современных цифровых решений), направленных на поддержку воспроизводства культуры и идентичности народов Красноярского края и регионов «Енисейской Сибири».

2. **Образовательные технологии.** Разработка, трансферт и использование лучших практик в области общего, профессионального и высшего образования, направленных на становление субъектности, формирование общекультурных, профессиональных, социальных и личностных компетенций. Создание площадок общественной и профессиональной коммуникации для генерации и продвижения идей, решений, технологических разработок в области образования.

3. **«Умный город» – «умное общество».** Разработка социальных и гуманитарных технологий, необходимых для формирования «умных сообществ», повышения «социального доверия», развития общественного самосознания, снижения коммуникативных барьеров и уровня конфликтности в городах и поселениях Красноярского края, Сибири и России; создание необходимых цифровых решений для задач общественного развития.

4. **Цифровая гуманитаристика (Digital Humanities).** Разработка цифровых технологий, обеспечивающих визуализацию, исследование и актуализацию культурного наследия Красноярского края, Сибири и России; создание «цифровых двойников» существующих и возможных культурных объектов. Формирование новых объектов гуманитаристики – «актуальные смысловые поля», «ментальные карты стран и регионов», «креативный потенциал нации» и др.

5. **Технологии в области культуры, креативные индустрии.** Разработка, трансферт и использование лучших практик в области сохранения, воспроизводства и развития культуры с опорой на «культурный капитал» Красноярского края, республики Хакасия, республики Тыва и других регионов Сибири и России. Поддержка новых лидеров в области креативных индустрий, культурных инициатив, новых социокультурных практик.

4.3. Механизмы и инструменты формирования экосистемы

Для запуска и поддержки процессов развития в научно-образовательном комплексе Красноярского края и формирования «интеллектуальной экосистемы» необходимы специальные организационные «инструменты». В качестве механизмов и мер поддержки активности и коммуникации участников экосистемы будут использованы:

- участие университетов и научных организаций в федеральных и международных программах и проектах – привлечение дополнительных внешних финансовых и интеллектуальных ресурсов для развертывания исследований и разработок по ключевым направлениям;
- деятельность существующих и новых технологических консорциумов (платформ) Красноярского края («Цветная металлургия», «Умная энергетика», «Нефтегазовый комплекс», «Цифровой космос», «SMART City» и др.) и других объединений, обеспечивающих кооперацию университетов и научных институтов с производственными предприятиями и органами власти для формирования высокотехнологичных промышленных кластеров;
- государственные программы Красноярского края в сфере научной и инновационной деятельности, высшего и профессионального образования и подготовки кадров по конкретным направлениям;
- развитие общей инфраструктуры поддержки образовательной, научной и инновационной деятельности (объектов инфраструктуры, центров коллективного пользования оборудованием, приборами, вычислительными мощностями): разработка регламентов пользования, обновление оборудования и приборной базы, расширение возможностей доступа;
- создание современной информационной платформы (интернет-портала), обеспечивающей широкие возможности для информационного обмена, запуска и реализации совместных проектов, поддержки сетевых исследовательских и образовательных проектов, проведения конкурсного отбора и поддержки проектов, продвижения научных и образовательных достижений университетов и научных институтов;
- создание эффективной системы взаимодействия с российскими и зарубежными институтами развития (Агентство стратегических инициатив; Национальная технологическая инициатива; Российская венчурная компания; Фонд Сколково и др.);
- проведение масштабных международных научных конгрессов, деловых форумов и выставок по ключевым и приоритетным направлениям развития Красноярского края, Сибири и России при активном участии ведущих компаний региона (Красноярский экономический форум, Международный конгресс «Сибирский плацдарм», Международный конгресс «Цветные металлы и минералы»);
- создание системы поддержки предпринимательской активности ученых, преподавателей и студентов, включая поддержку на конкурсной основе создаваемых ими малых инновационных предприятий;
- поддержка деятельности современных интеллектуальных площадок для молодежи (Хакатоны, «Точки кипения», Интеллектуальные марафоны, Rapid форсайты и др.), созданных на базе университетов и объектов инновационной инфраструктуры;
- создание гибкой и эффективной системы управления процессами развития в научно-образовательном комплексе (экосистеме) Красноярского края (Совет по научно-образовательной политике Красноярского края под руководством губернатора региона; Сибирский научно-образовательный консорциум и др.);
- обновление нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы поддержки и развития научной, образовательной и инновационной деятельности в Красноярском крае.

РАЗДЕЛ 5. ОБРАЗ БУДУЩЕГО.

КАКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАЕТ ЭКОСИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ?

Формирование экосистем науки, образования и инноваций предполагает организационные и инфраструктурные изменения, направленные на создание новых возможностей для сотрудничества всех участников: студентов и аспирантов, преподавателей и научных сотрудников, представителей бизнеса и органов власти.

Новые возможности возникают в рамках:

- формируемого открытого образовательного пространства региона;
- новых научно-исследовательских коллабораций и проектно-разработческих коллективов, которые создаются «поверх административных границ» между разными организациями;

Остров 10-21⁵⁸

«Остров 10-21» – первый в России проект интенсивной подготовки кадров для цифровой экономики и Национальной технологической инициативы. Проект обеспечивает развитие компетенций в области цифровых и сквозных технологий в сочетании с навыками управления личной и командной эффективностью. Это первый в России эксперимент по конструированию образовательного пространства нового типа, где человек является одновременно заказчиком, потребителем и конструктором образовательной программы. Организаторы: Университет НТИ «20.35» Агентство стратегических инициатив, Российская венчурная компания, АНО «Цифровая экономика», Дальневосточный федеральный университет.

«Остров 10-21» проходил с 10 по 21 июля 2018 года на о. Русский (г. Владивосток) на базе кампуса ДВФУ. В проекте приняли участие 1021 человек более чем из 70 субъектов Российской Федерации: технологические предприниматели, дата-аналитики, инженеры, студенты, талантливые школьники, региональные управленческие команды⁵⁹. Участники проекта прошли более 1000 образовательных модулей, в которых использовались новые образовательные форматы и игры, были выстроены персональные образовательные траектории. Количество приглашенных экспертов и преподавателей составило 320 человек.

Результаты «Острова 10-21»:

- Трансформация и мотивация: участники переосмыслили собственную деятельность, сформулировали цель своего развития.
- Инициация новых проектов: участники переосмыслили собственные проекты или увидели возможности для запуска нового проекта.
- Кооперация: участники увидели возможности для взаимодействия с другими участниками и договорились о совместных проектах.
- Формирование экосистемы: участники увидели возможности для построения общей, взаимовыгодной, устойчивой среды общения и развития.

⁵⁸ <https://2035.university/>

⁵⁹ <https://2035.university/upload/iblock/0a9/0a9231d2eeca8e5165a2cf38a5e488f.pdf>;
<https://2035.university/upload/iblock/73f/73ff6df4d0d737622d3f2e0fe10d9a97.pdf>

- коллективного использования учебного, научного, опытно-производственного оборудования, приборов и установок; использования общей инфраструктуры – помещений, залов, полигонов, баз и др.;
- расширения сотрудничества университетов с бизнесом через формирование открытых запросов на подготовку и переподготовку кадров, проведение экспертиз, исследований и технологических разработок;
- разворачивания совместных проектов университетов, научных институтов и бизнеса по технологическому развитию производств, широкому использованию цифровых решений, совершенствованию процессов управления производством и др.

Важным условием для перехода к новому типу отношений и взаимодействий в научной, образовательной и инновационной сфере является преодоление закрытости, недоверия, безынициативности, непродуктивной конкуренции. Фактически, должны измениться общественные установки, которые определяют поведение организаций и отдельных людей: от закрытости к открытости; от недоверия к доверию; от безынициативности к инициативе; от конкуренции к сотрудничеству. Это означает, что в рамках экосистемы начнет формироваться «новая этика» – система норм и принципов, на основе которых будет возможно движение к открытости и сотрудничеству.

5.1. Образовательное пространство региона. Новые возможности для студентов и преподавателей

Приоритетом современных систем образования является расширение возможностей для индивидуализации (персонализации) образования. Образование как «движение по единому конвейеру» учебной программы сменяется образованием как «движением по индивидуальной образовательной траектории» в соответствии с индивидуальными интересами и способностями студентов (рис. 5.1). В настоящее время отдельный вуз не может создать условия для индивидуализации образования – он располагает ограниченным числом качественных образовательных программ и высококвалифицированных преподавателей, учебных лабораторий и площадок практики. Активные студенты самостоятельно изучают различные online-курсы на существующих образовательных платформах, но такие курсы все еще мало задействованы в организованном учебном процессе. Существенным ограничением являются также нормативные требования и жесткий список обязательных для изучения курсов. Это означает, что индивидуализация (персонализация) образования невозможна без формирования открытого образовательного пространства – экосистемы региона; при этом должны складываться новые отношения сотрудничества между вузами и приниматься новые нормы организации обучения, допускающие использование студентами различных курсов, дисциплин, прохождения практик, участие в учебно-исследовательской деятельности в других вузах.

Расширение сотрудничества вузов и создание общего образовательного пространства позволит формировать распределенные учебные группы, в которые входят студенты из различных вузов, для обучения по новым перспективным образовательным программам. Появится возможность предлагать студентам эксклюзивные программы и курсы, которые не могут быть реализованы ни одним вузом по отдельности – межпредметные по содержанию; ориентированные на «передний край» технологического развития (цифровизация и др.); новые практики развития человека (социальные, культурные, педагогические; креативные и другие технологии; практики «когнитивного общества»).

Значимой частью образовательного пространства станут конкурсы студенческих проектов и стартапов, проводимые при поддержке бизнеса и региональных институтов развития – фондов, технопарков, бизнес-инкубаторов и др. На базе университетов будут действовать «точки кипения», коворкинги, открытые дискуссионные площадки, тренинги, «антропологические полигоны», в работе которых смогут принимать участие студенты и преподаватели всех вузов.

Важно, чтобы студенты и аспиранты не были «замкнуты» внутри отдельных вузов и научных школ. В рамках научно-образовательной экосистемы региона студенты смогут получать консультации и экспертное отношение (поддержку и критику), выполняя исследовательские и учебные задачи. Это могут быть консультации для определения тем и содержания выпускных, квалификационных, дипломных работ бакалавров, магистров и аспирантов. Это могут быть экспертные замечания и предложения, связанные с доработкой и развитием проводимых исследований.

Описанные возможности коммуникации «поверх административных границ» отдельных университетов, возможности участия в дискуссиях, тренингах, практиках и др. на общем пространстве экосистемы не могут быть реализованы без помощи цифровых

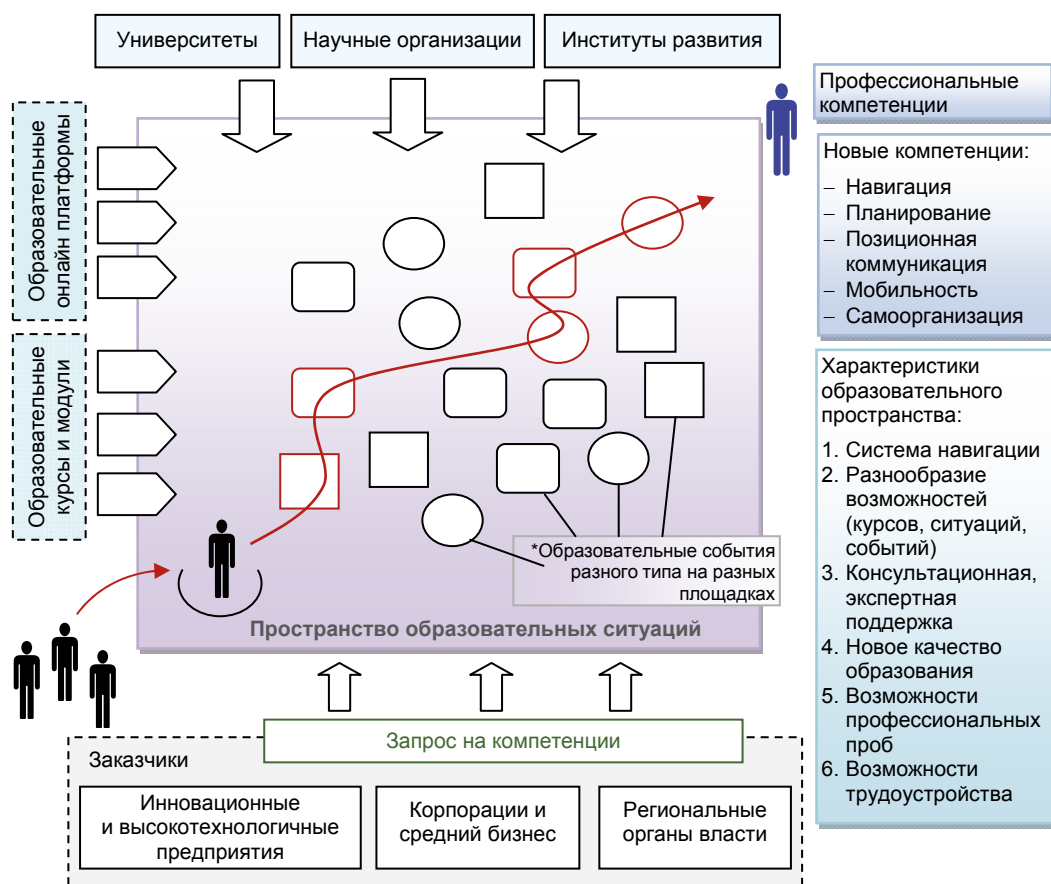


Рис. 5.1. Схема индивидуальной образовательной траектории

технологий. Именно цифровые технологии в настоящее время снимают коммуникативные барьеры и позволяют выстроить логику сложных процессов со многими участниками. Для поддержки процессов формирования региональной экосистемы науки, образования и инноваций планируется создание цифровой платформы, которая будет обеспечивать информационную представленность всех участников экосистемы, навигацию в пространстве образовательных возможностей, коммуникацию и организацию участников.

Остров 10-22

Образовательный интенсив «Остров 10-22» – мероприятие для лидеров в сфере образования, целью которого является организация работы лидеров и команд вузов по формированию и реализации траекторий развития вузов («дорожных карт») в соответствии с перспективами Национальной технологической инициативы.

Организаторы: Министерство науки и высшего образования, Университет 20.35, Платформа НТИ, Фонд «Сколково», Российская венчурная компания, Агентство стратегических инициатив, АНО «Цифровая экономика».

Остров проходил 9-22 июля 2019 года на территории инновационного центра «Сколково». В работе «Острова» приняли участие 1,5 тысячи человек, которые представляли 100 команд университетов и научно-образовательных центров из 72 регионов страны⁶⁰.

Общее число мероприятий «Острова» превысило 2 тыс., в том числе 239 лабораторных модулей, 231 мастер-класс (в том числе более 50 по тематике искусственного интеллекта), а также лекции и практические занятия, направленные на формирование команд, создание проектов, решение задач включения вузов в реализацию технологического прорыва.

В течение интенсива команды вузов запустили более 300 межвузовских проектов в области управления на основе данных, создания новых персонализированных образовательных форматов, совместного развития технологий искусственного интеллекта и других. Ректоры участвующих в интенсиве вузов подписали более 3000 соглашений – как между собой о взаимодействии, так и с участниками экосистемы технологического развития.

5.2. Научные коллаборации: новые возможности для исследований и разработок

В последние 30 лет происходят глубокие изменения в организации научных исследований и разработок: отдельные ученые и исследовательские лаборатории перестают быть основной действующей силой в этой сфере, что было характерно для XIX и первой половины XX века. Сегодня масштаб и новизна исследовательских задач, объемы исследовательских и проектных работ, сложность и стоимость научных приборов и установок таковы, что ведущими субъектами становятся исследовательские коллективы, создаваемые на основе коллаборации многих университетов и научных институтов на национальном и международном уровне. Примерами могут быть создание и запуск коллайдера в ЦЕРН, программы космических исследований и др. – они потребовали кооперации и совместного финансирования работ со стороны множества организаций.

Таким образом, на смену исследователям-одиночкам и небольшим коллективам пришли масштабные международные и национальные коллаборации и исследовательские консорциумы. Публикация, продвижение и обмен результатами научных исследований, научная

⁶⁰ <https://ntinews.ru/news/unti/ostrov/ostrov-10-22-100-vuzov-2000-meropriyatii-i-300-novykh-proektov.html>;
<https://asi.ru/news/107269/>

коммуникация вышли далеко за рамки научных журналов и конференций. Скорость и интенсивность современных научных коммуникаций обеспечивается международными сетями ученых, существующими на основе цифровых платформ – Google Scholar, Research Gate, Academia.edu и др.

Информационно-компьютерные технологии позволили снять барьеры пространственной удаленности ученых, сделали возможными коммуникацию и обмен результатами online «в любом месте и в любое время». Это привело к росту связности научного сообщества, уплотнению научной коммуникации, концентрации исследований на значимых для человечества проблемах.

В то же время для российских ученых, сотрудников университетов и академических институтов, остается характерной определенная «замкнутость» внутри своих научных школ или лабораторий; они слабо включены в новые форматы сетевого сотрудничества на уровне регионов, страны и мира в целом. Политика формирования экосистемы науки, образования и инноваций будет направлена на преодоление закрытости и взаимной отчужденности ученых. Это позволит повысить продуктивность научных работ, сформировать междисциплинарные исследовательские коллективы для решения масштабных научных и научно-технологических задач в интересах общества и бизнеса. Большая открытость, связность и готовность к сотрудничеству в научном сообществе позволит привлечь в науку молодых исследователей с целью решения значимых для общества и бизнеса задач. Схема организации исследовательской деятельности в экосистеме представлена на рис. 5.2.

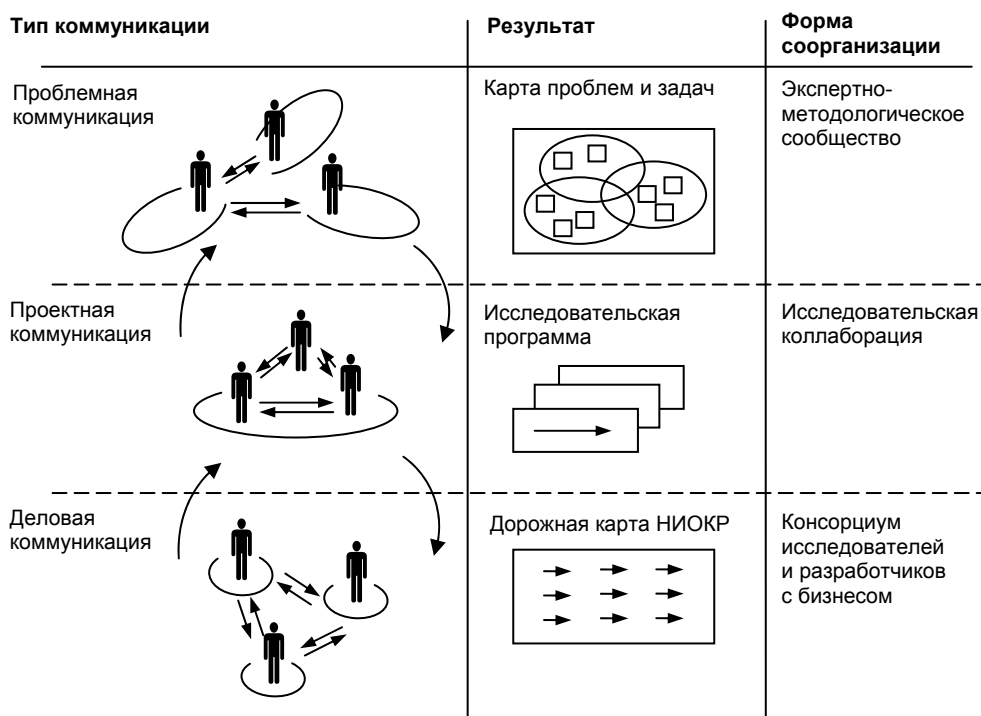


Рис. 5.2. Схема организации исследовательской деятельности в экосистеме

Конкретной мерой, направленной на расширение сотрудничества между учеными различных университетов и академических институтов, может быть определение органами власти тематики актуальных для региона междисциплинарных исследований, с финансированием проектов из регионального фонда поддержки научной деятельности. При этом поддержку должны получать достаточно масштабные проекты, предполагающие создание распределенных исследовательских коллективов (сетевое сотрудничество).

В Красноярском крае создается научно-образовательный центр мирового уровня (НОЦ), в задачи которого входит ускорение процессов технологического развития в ключевых секторах экономики региона за счет использования технологий Индустрии 4.0 (цифровые технологии, новые материалы, аддитивные технологии, нанотехнологии и др.). Деятельность НОЦ будет разворачиваться за счет активного сотрудничества лидерских исследовательских коллективов, бизнес-корпораций и высокотехнологичных инжиниринговых компаний. Сотрудничество исследователей и разработчиков с бизнесом и органами власти в рамках НОЦ будет задавать образцы, создавать прецеденты для интеллектуальной экосистемы региона. Таким образом, создание НОЦ должно стать флагманским проектом формирующейся экосистемы – планируется создание междисциплинарных коллективов исследователей и разработчиков по приоритетным направлениям: цветная металлургия; нефтегазовый комплекс; космические системы и технологии; геологоразведка, горное и дело; рациональное природопользование и экологические системы; управление производственными и бизнес-процессами.

Содержательная связность исследований и разработок больших сетевых коллективов ученых в рамках приоритетных направлений будет обеспечиваться специальными «картами проблем и задач». Такие «карты» должны создаваться коллективами самих ученых с помощью привлекаемых экспертов российского и международного уровня и служить основой для формирования конкретных исследовательских программ. Это позволит структурировать поле задач и сделает возможным сконцентрировать усилия ведущих ученых, молодых исследователей, включая аспирантов и магистров, на решении наиболее значимых для развития науки и прикладных, важных для общества и бизнеса задач. Таким образом может быть преодолена «беспредметность» многих выпускных и дипломных работ студентов и аспирантов; с другой стороны – это создаст новые возможности для научной коммуникации, повышения качества и продуктивности научных работ. Карты проблем и задач станут основой для разработки и реализации научных программ, ориентированных на получение результатов, значимых для региона и соответствующих актуальной повестке мирового научного сообщества.

Переход к программной организации исследований потребует существенно расширить взаимодействие ведущих ученых и экспертов с молодыми исследователями и студентами старших курсов: станет необходимым сотрудничество на уровне постановки исследовательских задач, определения тем исследований, консультаций по методам исследований, оформления и продвижения научных результатов.

Всем участникам экосистемы, в том числе научным фондам, руководству университетов и академических институтов, бизнес-организациям и органам власти, будет необходимо реализовать специальную «политику сотрудничества», поддерживая и стимулируя процессы сотрудничества между отдельными исследователями и коллективами. Это потребует создания «этики сотрудничества» – системы принципов, норм и правил – для формирования новых отношений и взаимодействий и внутри исследовательского сообщества, и с другими сообществами и партнерами.

5.3. Расширение сотрудничества с бизнесом: от заказов к совместным проектам

В настоящее время выполнение исследований и разработок вузами и академическими институтами по заказам бизнес-компаний строится в основном на основе личных связей и имеет ограниченный масштаб. Не выстроена объективированная система сотрудничества – открытые площадки, на которых была бы представлена информация о технологических проблемах производств, требующих привлечения экспертов, исследователей и разработчиков технических решений. Производственные предприятия предпочитают покупать готовые технологические решения и соответствующее оборудование, они предпочитают не вкладываться в исследования и технологические разработки. Все это, в конечном итоге, не способствует расширению сотрудничества между вузами и промышленными предприятиями.

В условиях 4-й промышленной революции, которая происходит в развитых странах мира, производственные компании выходят на новый уровень конкурентоспособности и снижения издержек, разворачивают производство нового поколения товаров и услуг. Происходит передел рынков в пользу технологических лидеров, и велик риск того, что российские компании окажутся среди аутсайдеров, вытесненных в зону низкорентабельного бизнеса. Ключевым фактором 4-й промышленной революции является широкое использование цифровых технологий, новых сплавов и материалов, новых способов обработки металлов и материалов (аддитивные технологии и др.). В странах-лидерах разработка новых технологий и создание прототипов необходимого оборудования происходит в университетских лабораториях и технопарках, а новые технологические решения и продукты возникают в форме стартапов, создаваемых молодыми учеными и инженерами.

Можно сказать, что в условиях быстрых технологических изменений ключевым фактором конкурентоспособности бизнеса и страны в целом является тесное сотрудничество между университетскими лидерскими группами исследователей и разработчиков и бизнес-компаниями, ориентирующимися на использование новых технологических решений.

В рамках «интеллектуальной экосистемы» сотрудничество университетов, научных организаций и бизнеса будет обеспечиваться (рис. 5.3):

- во-первых, пакетами исследовательских задач, которые могут быть сформулированы бизнесом для университетской и академической науки;
- во-вторых, заказами на разработку или модернизацию существующих технологий, адресованными университетским малым инновационным предприятиям и высокотехнологичным инжиниринговыми компаниям;
- в-третьих, потенциально значимыми предложениями бизнесу, сформированными университетами, академическими институтами и инжиниринговыми компаниями для решения технологических и производственных задач.

На следующем шаге развития экосистемы в рамках деятельности НОЦ университетами и бизнесом будут разработаны дорожные карты проведения исследований и разработок, обеспечивающих технологическую модернизацию основных и вспомогательных производств в соответствии со стратегиями технологического развития бизнес-предприятий. Такое долгосрочное планирование сотрудничества университетов и бизнеса в горизонте 10–15 лет сделает возможным широкое использование технологических решений Индустрии 4.0 для совершенствования производственных процессов, управления производством и бизнесом в целом.

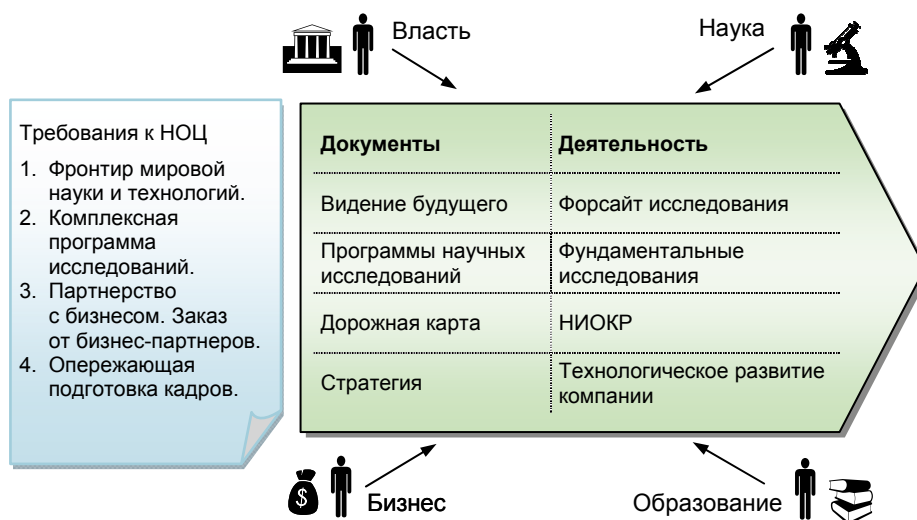


Рис. 5.3. Научно-образовательный центр: поле деятельности

Все это позволит сформировать большие практико-ориентированные исследовательские программы, эффектом которых будет синергия фундаментальных и прикладных исследований, технологических разработок и производственных решений. Реализация таких программ будет осуществляться распределенными исследовательскими коллективами с привлечением ведущих российских и зарубежных ученых, что позволит сформировать необходимые пакеты компетенций для решения сложных и нестандартных задач.

Западно-Сибирский межрегиональный научно-образовательный центр (г. Тюмень)⁶¹.

Центр создан по инициативе руководства трех территорий: Тюменской области, Ханты-Мансийского АО-Югра, Ямало-Ненецкого АО. Основные направления и ключевые проекты НОЦ нацелены на решение глобальных проблем и ориентированы на современные тренды развития⁶²:

- Биологическая безопасность человека, животных и растений.
- Цифровая трансформация нефтегазовой индустрии.
- Арктика: ресурсы «холодного мира» и качество окружающей среды, человек в Арктике.

Участники центра – 10 образовательных организаций высшего образования, 14 научных организаций, а также организации реального сектора экономики, в их числе: ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Газпром нефть», АО «Группа ГМС», ПАО «Новатэк», ООО «УГМК Агро», ООО «Синергия», 2050 DIGITAL.

В настоящее время в рамках НОЦ действуют: 5 полевых стационаров; 4 бизнес-инкубатора; 4 инжиниринговых центра; 10 базовых кафедр и учебных опытных хозяйств; 25 исследовательских лабораторий; 2 центра трансформации технологий; 3 уникальных установок; 8 центров коллективного пользования.

В планах по созданию новых объектов инфраструктуры: студенческий городок, экспериментальная биостанция, общежитие, исследовательский корпус биобезопасности, корпус по работе с одаренными детьми, учебно-лабораторный корпус. В результате деятельности НОЦ объем выполненных работ и услуг, завершившихся изготовлением, предварительными и приемочными испытаниями опытного образца (опытной партии) будет увеличен на 27 %, с 125 млн руб. в 2019 г. до 156 млн руб. в 2024 г.

⁶¹ <https://www.minobrnauki.gov.ru/ru/activity/act/dgnintp/nauka/notc/presentation/>

⁶² https://www.minobrnauki.gov.ru/common/upload/library/2019/09/Tumenskaya_oblast_NOTS.pdf

5.4. Коллективное использование активов: оборудование, лаборатории, инфраструктура

Важным ресурсом для развертывания научных исследований и технологических разработок является переход к коллективному использованию научного, учебного оборудования, приборов и установок. Формат коллективного использования позволяет существенно снизить издержки на приобретение и обеспечение работы дорогостоящего научного и опытно-производственного оборудования и приборов.

Практика создания центров коллективного пользования, обеспечивающая доступ к приборам и исследовательским установкам для ученых из других университетов и, более того, исследователей из других стран, широко распространена в развитых странах мира. В России также формально существует большое количество центров коллективного пользования, но отсутствие масштабных исследовательских программ не позволяет комплектовать их необходимым оборудованием (полным комплексом необходимых приборов). С другой стороны, традиция «феодалного владения» научными приборами и оборудованием не позволяет выстроить эффективную логистику для их коллективного использования.

Другим значимым направлением в переходе к политике «коллективного использования» является создание технопарков, инжиниринговых центров, бизнес-центров, которые предоставляют услуги пользования приборами и технологическим оборудованием для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В качестве такого технологического оборудования могут выступать 3D принтеры, установки лазерной

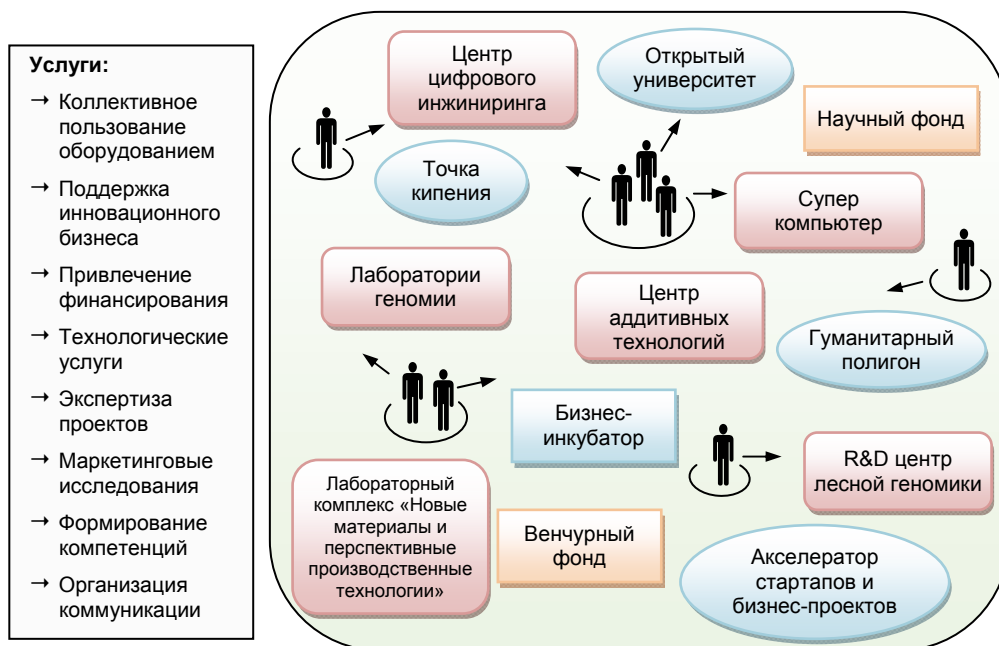


Рис. 5.4. Инфраструктура общего пользования

и плазменной резки, станки с ЧПУ для производства сложных деталей, оборудование для секвенирования генома и многое другое.

Современные исследования и технологические разработки невозможны без проведения высокопроизводительных компьютерных вычислений, использования современного специализированного программного обеспечения (программных пакетов для проведения расчетов, моделирования, создания цифровых двойников и др.). Это означает, что в рамках экосистемы должны предоставляться услуги вычислений в виде расчетов и моделирования на суперкомпьютерах, в центрах обработки данных (ЦОД), использования механизма облачных вычислений. Элементы инфраструктуры общего пользования представлены на рис. 5.4.

Основной активной силой инновационной экономики являются небольшие мобильные группы разработчиков, которые могут организационно оформляться как малые предприятия. Для таких групп собственные или постоянно арендуемые офисные помещения являются лишним обременением. Для «интеллектуальной экосистемы» важной инфраструктурой должны стать помещения различных типов в коллективном пользовании – коворкинги, переговорные комнаты, залы для конгрессной и выставочной деятельности и др.

На базе СФУ может быть создана постоянно действующая презентационная площадка для выставок научных достижений, представления студенческих проектов, стартапов и др. Университеты как наиболее мощные участники экосистемы должны поддерживать и предоставлять в пользование другим участникам различные компоненты научной инфраструктуры – базы полевых (экспедиционных) исследований, полигоны, клиники и др.

РАЗДЕЛ 6. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

В настоящее время научно-образовательный комплекс Красноярского края включает: 9 государственных вузов и 1 негосударственный, 10 научных институтов и организаций Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН). В университетах и колледжах края обучаются более 123 тыс. чел. Сфера науки, высшего и профессионального образования является одним из значимых секторов экономики по числу работающих – более 60 тыс. чел.



Рис. 6.1. Пространство сотрудничества субъектов научно-образовательного комплекса Красноярского края

Пространство сотрудничества субъектов научно-образовательного комплекса Красноярского края представлено на рис. 6.1. Структура формирующейся научно-образовательной экосистемы Красноярского края представлена на рис. 6.2.

Управление процессами развития в научно-образовательном комплексе обеспечивают:

- Совет по науке и высшему образованию Красноярского края под руководством губернатора края. Совет определяет приоритеты развития научной, образовательной и инновационной деятельности в регионе.
- Министерство образования Красноярского края – орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации; осуществляет нормативно-правовое регулирование, оказывает государственные услуги, распоряжается государственной собственностью в сфере

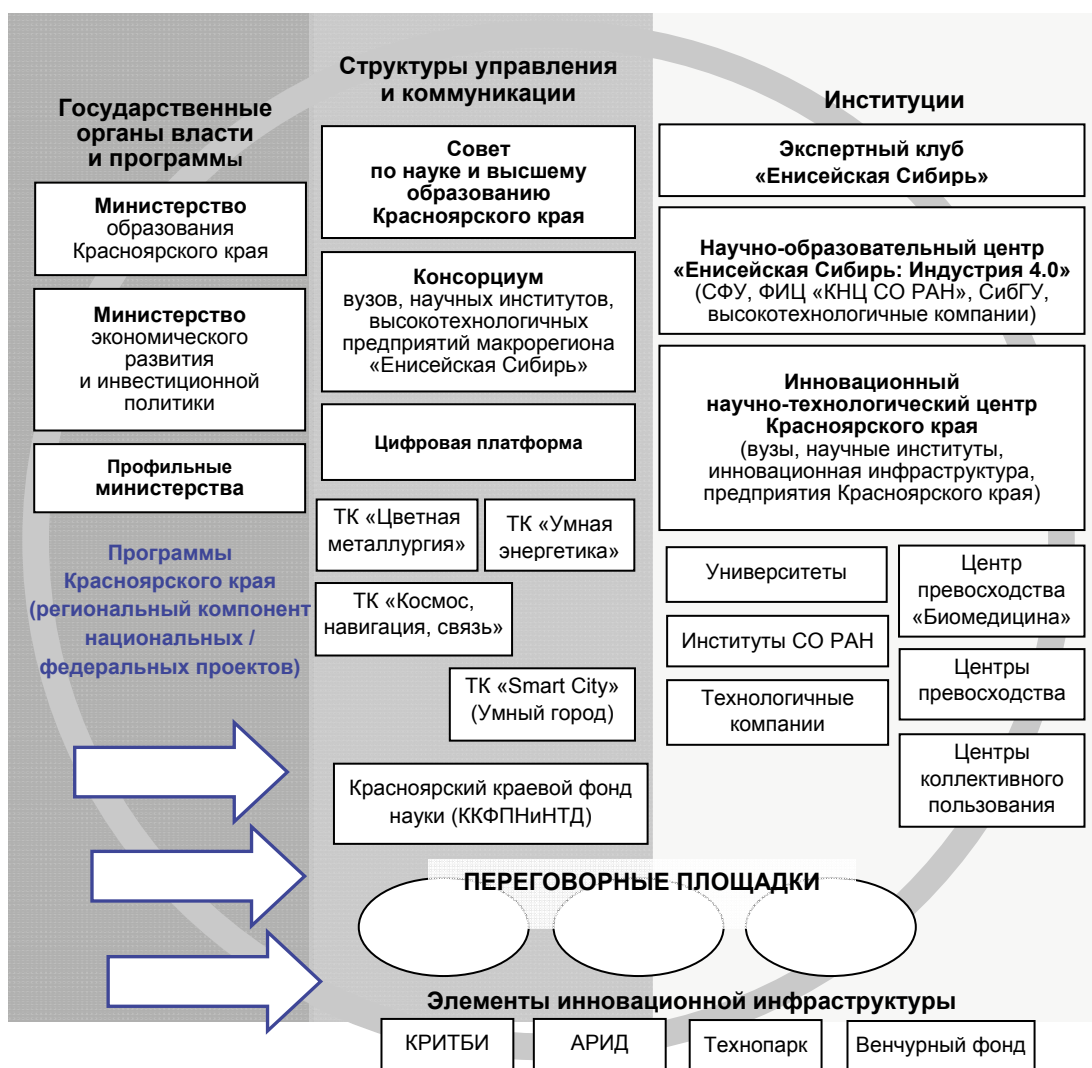


Рис. 6.2. Структура формирующейся научно-образовательной экосистемы Красноярского края

научной и научно-технической деятельности. К задачам министерства относятся: создание правовых, экономических и финансовых условий для функционирования и развития научной и научно-технической деятельности и организаций высшего образования в крае; поддержка научно-образовательных проектов и программ Красноярского края, их включение в федеральные программы развития образования, науки, научно-технической и инновационной деятельности.

Министерство образования Красноярского края для координации деятельности в сфере науки и высшего образования использует:

- Сибирский научно-образовательный консорциум, включающий представителей университетов, исследовательских институтов, бизнес-компаний и общественных организаций;
- Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности и создаваемые им экспертные советы;
- программы развития научных исследований, технологических разработок, поддержки сотрудничества и др.

Для координации деятельности, организации совместных проектов и программ развития науки и высшего образования в крае создается проектный офис.

6.1. Вузы и научные институты

На территории края действуют 9 государственных вузов и 1 негосударственный.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»⁶³

Университет является ведущим вузом Сибирского федерального округа, который обеспечивает кадрами и технологическими новшествами крупные государственные и частные компании, создает человеческий капитал для городской экономики.

В состав университета входят 21 институт и 3 филиала, в нем обучаются свыше 29 000 студентов (более половины – иногородние, 1000 иностранцев); 800 аспирантов. Действуют 203 программы бакалавриата и специалитета, 190 магистерских программ и 4 специальности среднего профессионального образования. В университете работают более 2 000 преподавателей, из них 1 833 – доктора и кандидаты наук, 8 – с ученой степенью PhD зарубежных университетов. Реализуются 100 программ аспирантуры по 28 направлениям и 35 специальностям докторантуры.

Рейтинговые агентства Times Higher Education (THE) и Quacquarelli Symonds (QS) включают СФУ в топ-1000 лучших университетов мира; он занимает 801+ место по физическим и инженерно-техническим наукам. СФУ входит в топ-20 лучших университетов Российской Федерации по версии рейтинговых агентств ARES, АЦ Эксперт, Эксперт РА; Рейтинга российских вузов Благотворительного фонда Владимира Потанина, Информационной группы «Интерфакс» и радиостанции «Эхо Москвы».

Важная составляющая инновационной активности университета – организация малых предприятий, которые создают новые продукты на основе новых знаний. В университете создано 21 малое инновационное предприятие, они работают в сфере технологий, наукоемких услуг и консалтинга.

⁶³ Информация с официального сайта университета <http://www.sfu-kras.ru/>

В университете работают 5 международных лабораторий:

- лаборатория биоломинесцентных технологий СФУ, возглавляемая нобелевским лауреатом по химии, профессором Осаму Шимомурой (США);
- лаборатория «Биотехнологии новых материалов», координатор – ведущий ученый, профессор, доктор Энтони Джон Сински, Массачусетский технологический институт (США);
- центральная сибирская лаборатория по глобальным изменениям климата «Sib-Lab», координатор – профессор Кристиане Шмуллиус, Йенский университет имени Фридриха Шиллера (Германия);
- лаборатория геномных исследований, возглавляемая ведущим ученым Константином Валерьевичем Крутовским, который также является профессором генетики Отделения лесной генетики и селекции Гёттингенского университета (Германия), заведующим лабораторией Лесной генетики и геномики, штат Техас, г. Колледж Стейшн (США);
- лаборатория «Комплексный анализ и дифференциальные уравнения» под руководством Ари Лаптева, известного специалиста по спектральной теории дифференциальных уравнений и комплексному анализу, профессора Королевского технологического института (Швеция) и Имперского колледжа Лондона (Великобритания).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»⁶⁴

СибГУ им. акад. М.Ф. Решетнёва – ведущий и единственный для Сибирского и дальневосточного регионов университет, ориентированный на подготовку кадров для высокотехнологичных предприятий ракетно-космической отрасли и смежных отраслей.

Реализацию программ среднего профессионального, высшего образования и дополнительного профессионального образования осуществляют 11 институтов, 10 факультетов, аэрокосмический колледж, 93 кафедры, 4 филиала. Научно-образовательная деятельность ведется в созданных совместно с базовыми предприятиями и институтами РАН научно-образовательных центрах и базовых кафедрах, созданных на партнерских предприятиях.

Всего по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и программам СПО (включая филиалы) обучаются около 18 000 студентов, из них по программам СПО – 2 617; число аспирантов – 288. Количество иностранных студентов составляет 458 человек.

СибГУ готовит кадры по 46 направлениям бакалавриата, 34 направлениям магистратуры, 6 специальностям высшего образования, 14 специальностям СПО, 18 направлениям подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, а также по программам дополнительного профессионального образования.

В СибГУ работают 1055 преподавателей. Среди штатных ППС имеют ученые степени и звания:

- степень доктора наук 88 человек, кандидата наук – 506;
- звание профессора 64 человека, доцента – 414.

С сентября 2014 г. СибГУ является членом Российско-Кыргызского консорциума технических вузов. В 2015 г. университет вошел в Ассоциацию технических университетов

⁶⁴ Отчет о самообследовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева» за 2018 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://sibsau.ru/sveden/document/Otchet_o_samoobsledovanii_zh_2018g

России и Китая. Ведется сотрудничество с Германской службой академических обменов, Акционерным обществом «Республиканский центр космической связи» (Республика Казахстан) и Общественным фондом «Единство» (Киргизская Республика).

С целью коммерциализации научно-технических разработок и других видов интеллектуальной собственности, трансферта технологий для предприятий реального сектора экономики при университете созданы и функционируют 20 малых инновационных предприятий. На базе университета действуют 16 научных и инновационных подразделений.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

КрасГМУ ведет подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов здравоохранения и научно-педагогических кадров, развивает медико-биологические и фармацевтические науки. Результаты исследовательской деятельности используются в образовательном процессе и практическом здравоохранении.

Работают 62 кафедры, которые ведут обучение по 8 программам высшего образования, 3 программам среднего профессионального образования, готовят кадры высшей квалификации (ординатура – 47, аспирантура – 37), реализуют программы дополнительного профессионального образования⁶⁵.

Общая численность студентов бакалавриата, специалитета и магистратуры – 4886, аспирантов – 574. Иностранцев студентов – 221 из 9 стран.

В университете работают 10 научно-образовательных центров, ведутся исследования по 6 приоритетным научно-исследовательским направлениям, в том числе в сотрудничестве с университетами и научными центрами Российской Федерации (Красноярск, Москва, Томск, Новосибирск и др.) и зарубежных стран (Япония, США, Германия, Франция, Италия и др.). В КрасГМУ функционируют два Центра коллективного пользования – Центральная научно-исследовательская лаборатория и НИИ молекулярной медицины и патобиохимии.

Университет реализует российско-японскую сетевую образовательную программу G-MedEx совместно с Университетом Ниигаты (Япония), она включает подпрограммы студенческого обмена, научных практик студентов, обменов в аспирантуре, «двойных дипломов» в аспирантуре. С Университетом префектуры Аичи (Япония) установлено партнерство в сфере среднего профессионального образования.

В КрасГМУ работают Российско-японский центр микробиологии, метагеномики и инфекционных заболеваний, Российско-французская ассоциированная лаборатория «Совместная эволюция человека и окружающей среды в Восточной Сибири», Российско-канадская лаборатория биомолекулярных технологий, Российско-германский тренинговый центр анестезиологии и респираторной поддержки, Российско-канадская лабора-

⁶⁵ Отчёт о результатах самообследования ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://krasgmu.ru/index.php?page\[common\]=download&path=0&filename=f0bc158a2e40fd947c1152d6f20ce56c&cleanname=%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%20%D0%BE%20%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%85%20%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B7%D0%B0%202018%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4&ext=pdf](https://krasgmu.ru/index.php?page[common]=download&path=0&filename=f0bc158a2e40fd947c1152d6f20ce56c&cleanname=%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%20%D0%BE%20%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%85%20%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B7%D0%B0%202018%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4&ext=pdf)

тория биомолекулярных технологий, Российско-японское партнерство в области интегративных нейронаук, тренинговый класс по современным методам микроскопии совместно с компанией «Nikon», Российско-литовская научная лаборатория психокоррекции и психопрофилактики функциональных и эмоциональных состояний, Российско-итальянская лаборатория медицинской генетики. В 2018 г. была открыта Российско-японская лаборатория изучения социального мозга.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева»

Красноярский государственный педагогический университет заметно отличается от других (преимущественно технических) университетов Красноярска большим разнообразием форм и методов обучения, подготовки и воспитания студентов, направленных на овладение ими широким кругом культурных ценностей и социально-личностных компетенций⁶⁶.

В настоящее время КГПУ осуществляет подготовку по федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования по очной форме обучения: 46 программ бакалавриата, 17 программ магистратуры, 5 – аспирантуры; по заочной форме обучения: 27 программ бакалавриата, 39 – магистратуры, 26 – аспирантуры; по очно-заочной форме: 1 программа магистратуры.

Общая численность студентов бакалавриата, специалитета, магистратуры составляет 6884 человек, аспирантов – 251⁶⁷.

В структуру университета входят 5 факультетов (исторический, биологии, географии и химии, иностранных языков, филологический, факультет начальных классов) и 5 институтов (дополнительного образования и повышения квалификации; математики, физики и информатики; социально-гуманитарных технологий; психолого-педагогического образования; институт физической культуры, спорта и здоровья им И.С. Ярыгина), работает 51 кафедра.

На базе КГПУ им. В. П. Астафьева действует «Международный институт аутизма» в партнерстве с Луисвиллским университетом (США), Университетом Валенсии (Испания), университетом Аделфи (Нью-Йорк, США), Национальным благотворительным фондом по исследованию аутизма «AutismСумгу» (Уэлс, Великобритания), центром Аутизма (Бельгия), Абердинским университетом (Великобритания).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»⁶⁸

Университет проводит подготовку кадров для агропромышленного сектора Красноярского края, Хакасии, Тувы и Якутии.

В его структуре – 7 институтов, 45 кафедр. Обучаются 12987 студентов, в том числе магистрантов – 527 человек, аспирантов – 178. В штате 408 преподавателей, из них 316

⁶⁶ <http://www.kspu.ru/division/kspu/>

⁶⁷ Отчет о самообследовании деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static-web-0.kspu.ru/web/documents/2019/04/12/6348e6dfe65054128d9e343bfade4d65/otchet-o-rezultatah-samoobsledovaniya-za-2018-god.pdf>

⁶⁸ <http://www.kgau.ru/new/all/>

(77,5 %) имеют ученую степень, 70 (17,2 %) – доктора наук, профессоры, 246 (60,3 %) – кандидаты наук, доценты.

Университет реализует многоуровневую подготовку студентов по 11 направлениям магистратуры, 29 направлениям бакалавриата, 3 специальностям ВО, 5 специальностям СПО, 12 направлениям аспирантуры. В университете функционирует 3 совета по защите докторских и кандидатских диссертаций.

Университет имеет филиал в г. Ачинске, учебный центр подготовки и повышения квалификации для АПК республики Тыва в г. Кызыле; 6 представительств (города Канск, Минусинск, Заозерный, поселки Шушенское и Тура, город Улан-Батор); три учебных хозяйства (ООО Учхоз «Миндерлинское», опытное поле УНПК «Борский» и УООХ «Колтояк»).

Инновационная инфраструктура университета включает 27 подразделений, в том числе 18 научно-исследовательских лабораторий; 2 научно-исследовательских центра; центр трансфера технологий; 13 малых инновационных предприятий.

Красноярский государственный аграрный университет формирует кадровый потенциал экономики сельских территорий, аграрной науки и социальной сферы края и других регионов Восточной Сибири.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный институт искусств им. Дмитрия Хворостовского»⁶⁹

Красноярский государственный институт искусств – крупнейший учебный, творческий, научный и методический центр в сфере музыкального, художественного и театрального искусства на территории России от Урала до Дальнего Востока.

Образование по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры реализуется на трех факультетах: музыкальном, художественном, театрально-хореографическом. Более 60 % преподавателей имеют ученые степени, почетные звания, правительственные награды, являются членами творческих союзов. Многие профессора создали самобытные творческие школы.

Институт выступает инициатором и организатором фестивалей, конкурсов, научных конференций, участвует в международном фестивале «Италия – Сибирь».

По программам международных связей проводятся интерпленэры совместно с художниками из других стран – Германии, Франции, Индии, Англии, Бангладеш, Японии, осуществляются творческие поездки, проводятся лекции, мастер-классы, в том числе в Индии в местах, связанных с творчеством К. Рериха, в университетах г. Турку (Финляндия), г. Варшава, г. Краков (Польша), колледже г. Онеонта (штат Нью-Йорк).

Университет включен в творческое и научное сотрудничество с Академией музыки г. Кракова (Польша), Педагогическим университетом г. Чуньцин (Китай), институтом дизайна и искусств Харбинского университета (Китай), музыкально-хореографическим колледжем им. Гончисумлы (Монголия), Казахской национальной консерваторией имени Курмангазы (Казахстан), Комплексом «Музыкальный колледж – музыкальная школа – интернат для одаренных детей» (Павлодар, Казахстан), Центром международных программ Министерства образования и науки Республики Таджикистан, Каршинским государственным университетом (Узбекистан), Ванадзорским государственным университетом имени Ованеса Туманяна (Армения).

⁶⁹ <http://www.kghi.ru/main/institut-about/>

Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации

Институт осуществляет подготовку высококвалифицированных кадров для системы МВД России, специализирующихся в области противодействия незаконному обороту наркотиков. В структуру института входят 5 факультетов, 12 кафедр⁷⁰.

Общая численность студентов бакалавриата, специалитета и магистратуры составляет 575 человек, аспирантов – 14.

В 2018 г. на ФПП были обучены 5448 человек, из них профессиональную подготовку прошли 1101, повышение квалификации – 4347 сотрудников.

Институт имеет подразделение – Учебный центр (филиал) в г. Манагуа Республики Никарагуа. Сфера сотрудничества института – страны Центральной Азии (Республики Таджикистан, Казахстан, Узбекистан, Киргизская Республика, Туркменистан, Монголия), Республика Перу, Аргентина и Чили. В 2018 г. обучение проходили 82 иностранных слушателя, направленные на учебу из 6 зарубежных стран.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Норильский государственный индустриальный институт»

Норильский государственный индустриальный институт – единственный государственный вуз на Таймыре и самый северный в России. Институт готовит инженерные кадры для предприятий Арктической зоны Красноярского края⁷¹.

В структуре Института действуют 2 факультета, 11 кафедр, центр довузовской подготовки, центр повышения квалификации и профпереподготовки, Политехнический колледж.

Общая численность студентов, осваивающих программы высшего образования составляет 1312 чел., в том числе по заочной форме обучения – 599. Общая численность студентов программ СПО – 1061 человек, из них по заочной форме обучения – 384.

Институт работает в тесном сотрудничестве с ПАО «ГМК «Норильский никель». При Институте действует Научно-образовательный центр (НОЦ) «Академия прикладных технологий» с основными научными направлениями⁷²: горное дело; металлургия; энергетика; машиностроение; строительство, архитектура; охрана окружающей среды, экология человека; информатика; экономика и организация предприятия, управление предприятием; территориальная структура экономики, региональная и городская экономика; физика; история, исторические науки.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России – единственное высшее учебное заведение МЧС России в СФО, выполняющее кадровый заказ

⁷⁰ Отчет о самообследовании за 2018 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mvd.ru/upload/site1528/document_file/samoobsledovanie/Samoobsledovanie_za_2018_na_sayt.pdf

⁷¹ Отчет о самообследовании ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт» за 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://norvuz.ru/upload/iblock/9af/9afefdd9c6858bc6054468d73328ff5c.pdf>

⁷² <https://norvuz.ru/nauka/nauchnye-podrazdeleniya/>

на подготовку высококвалифицированных специалистов для регионов Сибири в области обеспечения пожарной безопасности. Институт расположен в ЗАТО Железногорск.

В Академии проходят обучение более 500 курсантов и слушателей факультета инженеров пожарной безопасности (очное отделение) и более 800 слушателей факультета заочного обучения. Численность аспирантов – 7 человек. В Академии преподают 87 педагогов, включая 9 докторов наук, 45 кандидатов наук, 4 профессора, 18 доцентов⁷³.

Автономная некоммерческая организация высшего образования «Сибирский институт бизнеса, управления и психологии»

АНО ВО СИБУП – первая негосударственная образовательная организация, открытая на территории Красноярского края. Институт ведет подготовку специалистов в области экономики, юриспруденции, психологии и лингвистики. В структуру вуза входят 3 факультета: экономический, юридический и факультет психологии, а также колледж и 12 кафедр.

Общая численность студентов бакалавриата, специалитета и магистратуры составляет 768 человек⁷⁴.

В институте ведутся исследования по следующим направлениям: экономика и управление народным хозяйством; философия науки и техники; уголовный процесс, криминалистика; оперативно-розыскная деятельность; общая психология, психология личности, история психологии.

Научные институты ФИЦ КНЦ СО РАН

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН) действует с 1 августа 2016 года. Центр объединяет одиннадцать научных организаций Красноярского края.

Стратегическая цель центра – развитие фундаментальных и прикладных исследований, связанных с космическими, информационными и биосферными технологиями, достижение и сохранение ведущих конкурентных позиций в данных актуальных областях современной науки.

Институт биофизики СО РАН⁷⁵

В Институте биофизики сформировано и развивается новое экологическое направление биофизики, решаются фундаментальные научные и практические задачи. Основные научные направления деятельности Института: разработка биофизических методов, аппаратуры для мониторинга, прогноза состояния экологических систем различной степени сложности и проектирование биотехнологических процессов.

В институте действуют 11 лабораторий.

Институт вычислительного моделирования СО РАН⁷⁶

Основное направление научной деятельности Института «Информационно-вычислительное моделирование сложных процессов и систем» включает три раздела:

⁷³ <https://sibpsa.ru/sveden/common/>

⁷⁴ Отчет о самообследовании Автономной некоммерческой организации высшего образования «Сибирский институт бизнеса управления и психологии», 2018 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sibup.ru/attachments/article/968/Camoobsledovanie.pdf>

⁷⁵ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/ibp/>

⁷⁶ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/icm/>

- математическое моделирование и анализ природных, социальных и технологических процессов с применением высокопроизводительных вычислительных комплексов новых поколений;
- теоретическое и экспериментальное обеспечение разработки перспективных космических технологий и техники;
- создание информационно-управляющих систем на основе интеграции технологий обработки данных, геоинформационного моделирования и поддержки решений.

В структуру Института входят 8 научных отделов.

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН⁷⁷

В Институте леса ведутся фундаментальные и прикладные исследования: изучаются биосферная роль, экологические функции и биоразнообразие лесных экосистем, решаются проблемы рационального использования лесных ресурсов, ведется мониторинг их состояния. Результат 75-летней работы института – более 500 книг и сборников научных трудов, создание нормативных документов по рациональному ведению лесного хозяйства в Сибири, разработка системы анализа аэрокосмической информации для оценки состояния лесов.

В институте работают 163 научных сотрудника, в том числе 40 докторов наук и 98 кандидатов наук. При институте функционирует старейший (с 1947 года) в области лесной науки Диссертационный совет. В институте действуют 15 лабораторий.

В институте сохраняется и развивается система площадок натурных наблюдений – 7 научных стационаров и многочисленные пробные площади. Институт располагает сетью экспедиционных баз в различных районах Сибири, а также станцией приема и анализа космической информации и обсерваторией круглогодичного мониторинга приземных концентраций парниковых газов и аэрозольных характеристик атмосферы.

Функционирует «Музей лесных экосистем», объединяющий зоологическую и энтомологическую коллекции (около 25 тыс. экз.), гербарий (около 5 тыс. листов), коллекцию лесных микроорганизмов (115 изолятов 51 вида дереворазрушающих грибов, 200 культур 18 видов офиостомовых грибов) и дендрарий (264 вида древесных растений, принадлежащих к 75 родам и 28 семействам).

Институт проводит совместные исследования с учеными США, Канады, Англии, Германии, Италии, Швейцарии, Финляндии, Японии, Китая, Монголии и других стран; организует и проводит крупные международные конференции.

Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН⁷⁸

Основные научные направления Института связаны с фундаментальными проблемами физики и областями, значимыми для развития передовых технологий:

- актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости;
- физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы;
- актуальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе достижение предельных концентраций мощности и энергии во времени, пространстве и спектральном ди-

⁷⁷ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/il/>

⁷⁸ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/iph/>

апазоне, освоение новых диапазонов спектра, спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты, прецизионные оптические измерения, проблемы квантовой и атомной оптики, взаимодействие излучения с веществом;

- современные проблемы радиофизики и акустики, в том числе фундаментальные основы радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных волновых явлений.

В институте действуют 16 лабораторий.

Институт химии и химической технологии СО РАН⁷⁹

Основные научные направления связаны с задачами развития технологий переработки сырья:

- Физико-химические основы новых экологически безопасных металлургических и химико-технологических процессов комплексного извлечения целевых продуктов из поликомпонентного сырья;

- Физико-химические основы процессов глубокой переработки природного органического сырья, включая растительную биомассу и бурые угли.

- В институте действуют 9 лабораторий.

Красноярский научно-исследовательский институт животноводства⁸⁰

Основные научные направления:

- разработка прогрессивных методов разведения, технологий и систем содержания, кормления сельскохозяйственных животных.

В институте действуют 2 лаборатории.

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства⁸¹

Основные научные направления связаны с задачами повышения эффективности агропромышленного комплекса:

- создание для различных почвенно-климатических зон Красноярского края новых стрессоустойчивых сортов (яровой пшеницы, ячменя, овса, озимой ржи, гороха, плодовых и ягодных культур) и разработка технологии первичного и промышленного семеноводства новых сортов зерновых культур;

- совершенствование физиологических, биотехнологических, генетических и иммунологических приемов для создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности и устойчивости к био- и абиострессорам;

- усовершенствование адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе оценки природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственной территории Красноярского края и конструирования эффективных агроландшафтов за счет оптимизации систем обработки почв, севооборотов, удобрений, системы интегрированной защиты посевов обеспечивающих производство заданного количества и качества сельскохозяйственной продукции;

- теоретическое обоснование и методология оценки агроландшафтов на основе наземного мониторинга и дистанционного зондирования Земли.

В институте действуют 3 научных подразделения.

⁷⁹ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/icct/>

⁸⁰ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/zh/>

⁸¹ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/sh/>

Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера⁸²

Основные научные направления:

- Изучение эпидемиологии, особенностей патогенеза и течения наиболее распространенных инфекционных и неинфекционных заболеваний среди взрослого и детского населения Сибири и Севера.
- Изучение экологических особенностей функционирования основных систем, физического и психического развития, клинических аспектов адаптации и особенностей патологии взрослого и детского организма пришлого и коренного населения в условиях Сибири и Севера.
- Разработка эффективных методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации наиболее распространенных заболеваний коренного и пришлого населения Сибири и Севера.

В институте действуют 5 лабораторий.

Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука»⁸³

Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» КНЦ СО РАН ведет исследования и разработки в области физического материаловедения. Основные направления: новые материалы и структуры, в том числе физические основы технологии получения новых материалов с заданными свойствами на основе комплексного использования техногенного, рудного и нерудного сырья; физико-химические основы создания фотонно-кристаллических структур для СВЧ и опто-электронной техники; математическое моделирование и интеллектуальные информационные системы в экологии и природопользовании.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики⁸⁴

Основные исследования института связаны с решением актуальных задач региона – разработкой экологически безопасных, ресурсосберегающих технологий агропромышленного производства и традиционных отраслей хозяйствования на Крайнем Севере, рациональным использованием популяции диких северных оленей и других охотничье-промысловых животных и птиц, организацией профилактики и борьбы с опасными для животных и человека заболеваниями, восстановлением нарушенных земель, изучением биоразнообразия в условиях антропогенного воздействия и организацией мониторинга наиболее уязвимых объектов живой природы, разработкой новых способов использования и методов переработки промышленной продукции.

В структуру института входит Отдел природопользования, в составе которого 3 группы: биологической рекультивации, переработки биологического сырья и экономики, экологии и оленеводства.

6.2. Ведущие научные школы

В научно-образовательном комплексе края, в партнерстве университетов и научных институтов с ведущими компаниями региона, сформированы и действуют следующие лидерские научные и научно-технологические школы и направления.

⁸² <http://ksc.krasn.ru/Institutes/impn/>

⁸³ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/sdtb/>

⁸⁴ <http://ksc.krasn.ru/Institutes/arctica/>

Научная школа академика И. И. Гительсона, д-ра мед. наук, академика РАН – «Экологическая биофизика» (Сибирский федеральный университет, ФИЦ «КНЦ СО РАН»)

Области научных исследований и технологических разработок: 1) исследования динамики и моделирование процессов в сложных искусственных и природных экосистемах; 2) разработка методологии синтеза замкнутых экологических систем на основе параметрического управления биосинтезом в популяциях микроорганизмов и растений; 3) разработка математических и экспериментальных моделей нового поколения биорегенеративных систем жизнеобеспечения для дальних космических полетов со степенью замкнутости выше 95 %.

Научная школа имеет обширные научные связи и реализует совместные проекты в России и за рубежом (Китай, США, Япония, Канада, Германия, Турция, Швейцария, Нидерланды, Испания и другие страны).

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»).

Области научных исследований и технологических разработок: 1) исследование углеродного обмена между растительностью и атмосферой в северных широтах и влияния данного фактора на изменения климата; 2) моделирование трансферта углерода между различными средами и разработка прогнозов изменения климата; 3) разработка рекомендаций по развитию низкоуглеродной экономики, рациональному природопользованию и устойчивому лесному хозяйству.

Научная школа получила международное признание и реализует совместные проекты в России и за рубежом (Германия, Япония, США, Швейцария, КНР, Финляндия, Монголия, Великобритания).

Научная школа А. К. Циха, д-ра физ.-мат. наук, профессора – «Интегральные методы в комплексном анализе и алгебраической геометрии» (Сибирский федеральный университет)

Области научных исследований: 1) исследование возможностей интегральных методов в комплексном анализе и алгебраической геометрии; 2) разработка основных принципов теории интегральных представлений и вычетов, установление связей интегральных методов с алгебраическими и дифференциальными уравнениями; 3) конструирование новых вычетных ядер и двойственных циклов в теории многомерных вычетов, разработка асимптотических методов в теории многомерных разностных уравнений.

Научная школа получила международное признание и имеет широкий круг партнеров в России и за рубежом (Франция, Германия, Великобритания, США, Чехия, Монголия, КНР, Швеция, Италия и другие страны).

Научная школа Г. Я. Шайдурова, д-ра техн. наук, профессора – «Радионавигационные и радиолокационные системы и устройства» (Сибирский федеральный университет)

Области научных исследований и технологических разработок: 1) исследования в области космической радионавигации и радиолокации; 2) моделирование процессов распространения и приема радиоволн, создание основ теории угломерных радионавигационных измерений в спутниковых РНС ГЛОНАСС – GPS; 3) разработка методов повышения эффективности загоризонтной и многопозиционной радиолокации.

Научная школа установила широкие научные связи и реализует совместные проекты с университетами и научными организациями России и зарубежных стран – Франции, Германии, Великобритании, Чехии, Монголии, КНР.

Научная школа И. В. Ковалева, д-ра техн. наук, профессора – «Программное обеспечение отказоустойчивых систем обработки информации и управления» (Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнёва)

Области научных исследований и технологических разработок: 1) моделирование отказоустойчивых архитектур программного обеспечения сложных систем управления и обработки информации как распределенного типа, так и встроенных систем управления, работающих в режиме реального времени; 2) анализ надежности программных и аппаратно-программных средств систем управления; 3) проектирование и тестирование программного обеспечения при различных структурных и алгоритмически заданных ограничениях на временные и стоимостные характеристики программ и устройств.

Технологические разработки по созданию программных систем выполняются для аэрокосмической отрасли (программное обеспечение систем управления космическими аппаратами), энергетической и атомной промышленности, а также с целью создания систем непрерывного производственно-экологического мониторинга объектов электроэнергетики и средств автономного управления беспилотными летательными объектами.

Научная школа Е. С. Семенкина, д-ра техн. наук, профессора – «Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем» (Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнёва)

Области научных исследований и технологических разработок: технологии вычислительного интеллекта (эволюционные и генетические алгоритмы моделирования и оптимизации, методы роевого интеллекта, искусственные нейронные сети, системы на нечеткой логике); поддержка принятия решений, автоматизация проектирования, моделирования и оптимизации сложных систем; прикладной системный анализ; интеллектуальный анализ данных. Результаты разработок применяются в аэрокосмическом секторе, в управлении сложными системами, в экологии, химии, медицине, в разработке систем искусственного интеллекта, человеко-машинной коммуникации, робототехнике.

Научная школа реализует сотрудничество в рамках совместных проектов с широким кругом научных организаций в России и за рубежом (Австрия, Германия, Словения, Финляндия).

Научная школа В. Д. Лаптенка, д-ра техн. наук, профессора – «Автоматизация технологических процессов» (Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнёва)

Основные направления научных исследований и технологических разработок: 1) управление, технологии и оборудование процессов электронно-лучевой сварки; 2) управление, технологии и оборудование процессов индукционной пайки.

Научная школа установила связи и ведет сотрудничество в рамках совместных проектов с региональными предприятиями.

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 им. акад. М. Ф. Решетнёва)

Области научных исследований и технологических разработок: технология и оборудование химической переработки биомассы дерева, химия древесины.

Исследования и разработки направлены на совершенствование технологических процессов и оборудования, используемых при размоле волокнистых растительных полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве и в производстве ДВП. Для этого исследуются закономерности тепло-массообменных процессов при течении волокнистых суспензий в рабочих органах размольных машин при ножевом и безножевом способах размола.

Научная школа реализует ряд партнерских проектов с российскими вузами.

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. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого)

Области фундаментальных научных исследований и технологических разработок: 1) изучение механизмов межклеточных взаимодействий в центральной нервной системе, метаболического сопряжения в клетках нейрональной и глиальной природы при нарушениях развития головного мозга, острой и хронической нейродегенерации (болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, ишемия головного мозга, перинатальное гипоксическое повреждение головного мозга); 2) изучение молекулярной и интегративной организации функций головного мозга при реализации сложных форм социального поведения (молекулярные механизмы запоминания, социализации, в том числе их нарушения при аутизме и депрессии); 3) разработка экспериментальных моделей гематоэнцефалического барьера *in vitro*, изучение механизмов развития головного мозга; 4) идентификация новых молекулярных маркеров, разработка экспериментальных моделей и методов визуализации (пато)физиологических процессов (молекулы-маркеры эндотелиальной дисфункции различного генеза, приборы и методы оптической биопсии органов и тканей).

Научная школа ведет сотрудничество в рамках совместных проектов с университетами Японии, Германии, Великобритании, Италии.

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. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого)

Области фундаментальных научных исследований и технологических разработок: 1) молекулярно-генетическая диагностика синдрома слабости синусового узла; 2) молекулярно-генетическая диагностика сердечных аритмий и нарушений сердечной проводимости: фибрилляция предсердий, синдром удлиненного интервала QT, синдром Вольфа-Паркинсона-Вайта, атриовентрикулярные и внутрижелудочковые блокады, пароксизмальные наджелудочковые и желудочковые тахикардии идиопатического генеза; 3) молекулярно-генетическая диагностика сердечных аритмий и нарушений сердечной проводимости вто-

ричного генеза: фибрилляция предсердий, атриовентрикулярные и внутривентрикулярные блокады, пароксизмальные наджелудочковые и желудочковые тахикардии постинфарктного, постмиокардитического генеза.

Научно-педагогическая школа Ю. С. Винника, д-ра мед. наук, профессора, заслуженного врача РФ, заслуженного деятеля науки РФ – «Абдоминальная и гнойная хирургия» (Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого)

Области научных исследований и технологических разработок: 1) вопросы патогенетической терапии холодовой травмы; методы экспериментального моделирования, диагностики и новых технологий патогенетического лечения острого панкреатита; 2) малоинвазивные варианты оперативных вмешательств с применением новых технологий и инструментов авторской конструкции; 3) органосохраняющие операции в лечении осложненной язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки; 4) малоинвазивные вмешательства при желчнокаменной болезни, диагностика, прогнозирование, лечение и профилактика холелитиаза и постхолецистэктомического синдрома; 5) оригинальные эндоваскулярные методы лечения геморроидальной болезни и рака прямой кишки, в том числе с метастатическим поражением печени; 6) хирургическая инфекция (изучение закономерностей раневого процесса при осложненных формах синдрома диабетической стопы, хроническом остеомиелите, гнойных заболеваниях мягких тканей на фоне сахарного диабета, хронической недостаточности венозного, артериального и лимфообращения; 7) исследование особенностей взаимодействия макро- и микроорганизма в патогенезе абдоминального сепсиса, новые технологии лечения – с применением низкочастотного ультразвука, электрохимически активированных растворов, медицинского озона и диффузионно-разделительных процессов на полупроницаемой мембране; программ системного, регионального и местного воздействия на осложненный раневой процесс (внутриартериальное применение инфузий современных антигипоксантов и кровезаменителей, местные аппликации интерактивных раневых покрытий, оптимизация пластических вмешательств); 8) реконструктивно-восстановительная хирургия (актуальные вопросы хирургического лечения ожирения, грыж передней брюшной стенки, билиарных стриктур, в том числе с применением нового класса биополимеров – полигидроксиалканоатов).

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. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого)

Области научных исследований и технологических разработок: объективный анализ речевых, двигательных и когнитивных функций, а также создание авторских методов восстановления этих функций при поражениях центральной нервной системы.

Научная школа В. А. Ковалевского, д-ра мед. наук, профессора, С. Н. Шилова, д-ра мед. наук, профессора – «Технологии интеграции особого детства в пространство современной социокультурной среды» (Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева)

Области научных исследований и методических разработок: 1) развитие личности соматически больного ребенка; 2) проектирование инклюзивной образовательной среды;

3) социально-педагогическое обеспечение социализации детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ); 4) исследование механизмов развития мозговых дисфункций и эффективности их медико-психологической коррекции у детей дошкольного и младшего школьного возраста; 5) сопровождение детско-родительских отношений в семьях, воспитывающих детей с ОВЗ; 6) технологии подготовки педагогов к работе с особыми детьми; 7) онтопсихология детства.

Установлены научные связи и сотрудничество в рамках совместных проектов с вузами и научными центрами России, Испании, Италии, Китая, США.

Научная школа Н. И. Пака, д-ра педагогических наук, профессора – «Информационное моделирование средств и методов открытого образования по специальностям естественнонаучного цикла» (Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева)

Области научных исследований и методических разработок: 1) ментальная дидактика, диагностика восприятия и понимания информации; 2) теоретическая информатика, информационное моделирование; 3) средства и технологии открытого образования, интеллектуальные системы в образовании; 4) информационное моделирование, информатизация образования; 5) теория и методика обучения (математика, информатика).

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)

Области научных исследований и методических разработок: 1) культурно-антропологический подход в образовании и социальной сфере; 2) культурно-антропологическая и синергетическая методология в гуманитарных исследованиях: социально-психологические, социально-педагогические, социокультурные и социально-медицинские аспекты; 3) культурно-антропологические практики в профессиональном образовании и социальной работе; 4) сравнительные социально-педагогические исследования.

Научная школа М. В. Москалюка, д-ра искусствоведения, профессора, – «Исследование и современное освоение художественных традиций Сибири в контексте социокультурного пространства России» (Сибирский государственный институт искусств им. Д. А. Хворостовского)

Области научных исследований и разработок: 1) истоки и традиции изобразительного искусства Сибири; творческое наследие В. И. Сурикова и его роль в развитии русской духовной культуры; 2) художественное и архитектурное наследие Сибири как потенциал для развития социокультурной инфраструктуры территорий, культурно-познавательного туризма; 3) проблемы изучения, государственной охраны и сохранения культурного наследия; особенности социальной организации художественной жизни Сибири как уникального российского региона; 4) актуальные тенденции современного изобразительного искусства; освоение и современная интерпретация изобразительных традиций; актуальные технологии в современном изобразительном искусстве; 5) традиции и инновации в художественном образовании.

Научная школа имеет творческие связи и реализует сотрудничество в рамках совместных проектов в России и за рубежом (Китай, Белоруссия, Узбекистан, Армения, Казахстан, Таджикистан, Киргизия).

Научная школа Л. В. Гавриловой, д-ра искусствоведения, профессора, «Исследование традиций и современная интерпретация музыкального наследия Сибири» (Сибирский государственный институт искусств им. Д. А. Хворостовского)

Области научных исследований и разработок: 1) фольклор и этнография народов Сибири; музыкальное регионоведение; 2) поэтика музыкального и драматического театра; теория, методика и практика музыкально-исполнительского искусства, хореографического и театрального искусства.

Научная школа имеет широкую сеть творческих связей и реализует сотрудничество в рамках совместных проектов в России и за рубежом (Германия, Польша, Китай, Монголия, Таджикистан, Казахстан, Киргизия, Белоруссия).

Творческие школы Сибирского государственного института искусств им. Д. А. Хворостовского:

1. Музыкальное исполнительство на струнных инструментах. Творческий руководитель – заслуженный деятель искусств РФ, профессор М. И. Бенюмов.
2. Музыкальное исполнительство на струнно-щипковых инструментах. Творческий руководитель – заслуженный артист РФ, профессор В. А. Аверин.
3. Музыкальное исполнительство на баяне и аккордеоне. Творческие руководители – заслуженные артисты РФ, профессора И. А. Гербер, С.Ф. Найко.
4. Подготовка дирижеров-хормейстеров. Творческий руководитель – заслуженный деятель искусств РФ, профессор К. А. Якобсон.
5. Сибирская школа подготовки артистов драматического театра. Творческий руководитель – заслуженная артистка РФ, профессор И. Б. Калиновская.
6. Авторская школа игры на трубе, валторне. Творческий руководитель – П. Н. Казимир, заслуженный деятель искусств Республики Тыва, доцент, художественный руководитель симфонического оркестра Красноярского государственного института искусств.
7. Музыкальное исполнительство на кларнете, саксофоне. Творческий руководитель – А. В. Михеев, профессор, заслуженный артист Российской Федерации.
8. Школа ксилографии. Творческий руководитель – Г.С. Паштов, профессор, народный художник Российской Федерации, действительный член (академик) Российской академии художеств, действительный член (академик) Адыгейской Международной академии наук, лауреат Государственной премии Кабардино-Балкарской Республики, член Союза художников России.
9. Школа станковой графики. Творческий руководитель – В. П. Теплов, профессор, заведующий кафедрой «Графика», руководитель творческой мастерской станковой графики, заслуженный художник Российской Федерации, член-корреспондент Российской академии художеств, член-корреспондент Петровской академии наук и искусств.
10. Красноярская школа керамики. Творческий руководитель – А. Я. Мигас, профессор кафедры «Художественная керамика», член Союза Художников России, заслуженный педагог Красноярского края.

6.3. Лидерские научные и научно-технологические направления и проекты

6.3.1. Инженерные и естественные науки

Комплексный приоритетный проект «M3: Mining, Metallurgy, Materials Science» (Горное дело, металлургия, материаловедение) – Сибирский федеральный университет
Перспективные направления исследований, разработок и создания новых образовательных программ:

1. «Искусственный интеллект»: Интеллектуальная система управления и контроля качества добычи и переработки минерального сырья на основе моделирования месторождений и управления рудопотоками.

2. «Переработка техногенных отходов»: 1) вовлечение в повторную отработку техногенных месторождений на основе их геолого-технологической оценки; 2) утилизация фторуглеродсодержащих отходов алюминиевых заводов.

3. «Геометаллургия»: комплексное исследование минерального сырья от забоя до металлургического передела; выполнение работ по повышению добавленной стоимости продукции горно-металлургического переделов (строительные материалы, керамика, удобрения, высокотехнологичные металлы и сплавы); использование рециклинга на всех этапах производства – преобразование отходов деятельности ГМК.

4. «Геокриология»: организация системы мониторинга состояния многолетнемерзлых грунтов, в том числе дистанционного инженерно-геокриологического мониторинга; прогнозирование термостабилизации грунтов оснований с использованием комплекса натуральных, лабораторных исследований и технических расчетов; районирование территории по сложности разреза криогенной толщи, деятельного слоя многолетнемерзлых пород, криогенных процессов и явлений; разработка прогнозных цифровых моделей изменения температурного режима оснований зданий и сооружений.

Комплексный приоритетный проект «Green Science: Sustainable Environmental Management» («Зеленая» наука: устойчивое природопользование) – Сибирский федеральный университет

Перспективные направления исследований и разработок, создания новых образовательных программ:

1. «Biomaterials Science»: междисциплинарные фундаментальные и прикладные исследования международного уровня в области материалов для биомедицины; разработка и создание новых технологий производства материалов и изделий для биомедицины и охраны окружающей среды. Разработка методов разрушения злокачественных клеток с помощью плазмонных наночастиц. Разработка новых биополимерных субмикронных структур для био-сенсорики и адресной доставки лекарств. Разработка современных высокоэффективных биоразлагаемых сорбентов для нефтегазовой отрасли.

2. «Forestry research»: фундаментальные и прикладные исследования международного уровня, направленные на изучение биогеохимических циклов бореальных и арктических экосистем, лесных пожаров и других естественных факторов нарушения экосистем, реконструкцию климата и прогнозирование климатических изменений.

3. «Environmental Management»: исследования в области рационального природопользования и экологического мониторинга, изучение и управление качеством водных,

земельных и биологических ресурсов, разработка технологий эффективной переработки и комплексного использования возобновляемых биологических ресурсов, разработка методов повышения урожайности сельскохозяйственных культур и дикоросов, прикладные исследования в области эффективного ресурсного управления в зонах традиционного природопользования, повышение качества жизни.

4. Biogeochemistry of Boreal Ecosystem – открытие новой образовательной программы для совместного обучения российских и иностранных студентов на английском языке (60 ECTS), совместно с Max Planck Institute for Biogeochemistry и Институтом леса им. В.Н. Сукачева СО РАН для проведения прорывных междисциплинарных исследований и разработок, объединяющих биологию, экологию, химию и географию и внедрения их результатов в учебный процесс.

5. Biological Engineering (Биологическая инженерия) – открытие магистратуры на английском языке (под руководством лауреата Нобелевской премии, профессора Осаму Шимомура) совместно с Институтом биофизики СО РАН, Университетом Южной Дании, Чешским техническим университетом в г. Праге, Йенским Университетом им. Фридриха Шиллера (Германия) для проведения прорывных междисциплинарных исследований и разработок, объединяющих генетику, микробиологию, молекулярную биологию, экологию и химию с последующим внедрением их результатов в учебный процесс.

Комплексный приоритетный проект «Организация импортозамещающего производства крупногабаритных трансформируемых рефлекторов наземных и космических антенн из интеллектуальных полимерных композиционных материалов на основе безавтоклавных технологий» – Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнёва

Перспективные направления исследований и разработок, создания новых образовательных программ:

1. Технологии изготовления изделий из полимерных композиционных материалов.
2. Разработка и экспериментальные исследования адаптивных цифровых антенных решеток для построения на их основе командно-измерительных систем наземного комплекса управления космическими аппаратами.
3. Разработка и экспериментальные исследования сетевого взаимодействия наземных пунктов управления университетскими малыми космическими аппаратами.

Комплексный приоритетный проект «Technologies in biomedicine» (Технологии в биомедицине) – Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого

Перспективные направления исследований, разработок и создания новых образовательных программ:

1. «Nucleic acids in biomedicine»: создание ДНК-аптамеров к различным биомишеням для терапии и диагностики онкологических, инфекционных, воспалительных, нейродегенеративных заболеваний, в том числе, рака легкого, глиобластомы, рака молочной железы.
2. «Neurorehabilitation»: разработка и создание биомеханического метода коррекции равновесия и ходьбы, основанного на перераспределении функций голеностопной и тазобедренной постуральных стратегий.
3. «Soft tissue infections treatment»: проектирование, изготовление, проведение экспериментальных и клинических испытаний аппарата для вакуумно-инстилляционной терапии гнойно-воспалительных инфекций мягких тканей.

6.3.2. Гуманитарные и социальные науки

Комплексный приоритетный проект «Создание центра социального развития Красноярского края» – Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева

Осуществляется в рамках реализации приоритетного проекта Правительства РФ «Вузы как центры пространства создания инноваций» при поддержке министерства образования Красноярского края, министерства социальной политики Красноярского края и агентства молодежной политики и реализации программ общественного развития Красноярского края.

Ключевые задачи:

- Развитие человеческого капитала для повышения качества жизни в Красноярском крае и других регионах Сибири.
- Реализация социально значимых проектов развития региона.

Ключевые инициативы:

1. Формирование экспертной и консультационной среды по приоритетным направлениям развития социальной среды Красноярского края.
2. Модернизация образовательных программ обучения студентов, магистрантов и аспирантов.
3. Формирование и развитие социальных и проектно-ориентированных компетенций различных групп населения Красноярского края.
4. Развитие системы онлайн-обучения в области проектно-ориентированного основного и дополнительного образования.
5. Формирование системы развития и поддержки студенческого предпринимательства, социального предпринимательства и добровольчества.
6. Реализация ключевых (приоритетных) проектов социального развития Красноярского края (в рамках сотрудничества с органами исполнительной власти края – министерством образования, министерством социальной политики, агентством молодежной политики и реализации программ общественного развития): создание Регионального Центра молодежного добровольческого движения; кадровое обеспечение «Российского движения школьников в Красноярском крае»; «Активное долголетие»; «Кадровое обеспечение технологического лидерства» («Кадры для передовых технологий»); проект Красноярского края «Молодые профессионалы»; «Кадры для отрасли «Образование».

Комплексный приоритетный проект «Новая школа» – Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева

Перспективные направления исследований и разработок, создания новых образовательных программ:

1. Разработка методологических принципов и дидактических подходов к представлению содержания и преподаванию в школе для инициации интереса школьников к ним, повышения учебной активности и успешности в обучении, способствующих дальнейшему выбору научно-исследовательской или инженерно-технической специальности.
2. Создание новых дидактических материалов и разработка программных продуктов (предметно-учебного контента и др.) для формирования среды непрерывного образования на основе содержательной интеграции теоретических и прикладных аспектов математики, естественнонаучных, инженерных дисциплин и технологии.

3. Создание новых элементов системы подготовки педагогических кадров для освоения новых подходов к обучению в среде непрерывного образования.

4. Создание региональной системы поддержки профессионального роста учителей естественнонаучного образования Красноярского края – создание нового образовательного пространства взаимодействия системы «Центр профессионального роста учителей – Учитель будущего – Школа новых возможностей» для достижения новых качественных предметных результатов выпускников, разработка и обоснование приоритетных направлений профессионального роста учителей-предметников в области естественнонаучного образования.

Этнокультурная перспектива, историческая и социальная память народов «Енисейской Сибири» – Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева

Перспективные направления исследований и разработок, создания новых образовательных программ:

1. Изучение образовательных потребностей коренных малочисленных народов и подготовка педагогических кадров для севера «Енисейской Сибири».

2. Теория и практика социального проектирования (этическое консультирование, этическая экспертиза, этическое моделирование) – разработка социальных проектов с учетом этических рисков; разработка программ дополнительного образования, использующих проектно-ориентированные модули обучения; обучение методике оценки степени этичности управленческих решений в социальном проектировании.

3. Устная история и социальная память – изучение феноменов мифологизации событий прошлого и формирования устойчивых современных мифов; использование мифологизированной истории при формировании идентичностей; разработка метода исследования устной истории как культурной памяти различных социальных групп; анализ условий сохранения культурной памяти этноса в поликультурном окружении; исследование роли государственных органов власти и общественных организаций в формировании социальной памяти о значимых событиях прошлого; исследование памяти о депортации и переселении в устных нарративах; исследование интеллектуального наследия как исторического источника социальной памяти и социальных баз данных в сети Интернет.

4. Описание структуры и содержания базовых ценностей регионального языкового сознания как основы региональной этнокультуры.

Комплексный приоритетный проект «Культурная Сибирь» – Сибирский государственный институт искусств им. Д. А. Хворостовского

Перспективные направления исследований, творческих проектов и образовательных программ:

1. «Культурная среда» – для формирования современного культурного пространства Енисейской Сибири, основанного на многообразии культурных традиций, единстве духовно-нравственных ценностей, идентичности российской культуры.

2. «Творческие люди» – для обеспечения отрасли культуры и искусства высокопрофессиональными кадрами, в том числе через создание инновационных форм подготовки кадров и повышения квалификации (Высшая школа реставрации, Высшая школа дизайна) с привлечением профессиональных ассоциаций и корпораций.

Проекты Сибирского государственного института искусств им. Д. А. Хворостовского

1. Создание Высшей школы реставрации СГИИ – открытие актуальных для Красноярского края, Республик Тыва и Хакасия, других регионов Сибири направлений и уровней подготовки специалистов в области реставрации (художественные и музейные ценности, музыкальные инструменты, памятники истории и архитектуры). Развитие инновационных форм подготовки кадров с привлечением крупных профессиональных бизнес-структур, проектно-производственных корпораций в области реставрации («Ассоциация красноярских строителей», КГБУК «Красноярский художественный музей имени В. И. Сурикова», ВОО «Союз музыкальных мастеров Сибири» и др.).

Организация подготовки специалистов-реставраторов по программам повышения квалификации, включение обучающихся в реальное профессионально-производственное пространство для повышения их инновационной и предпринимательской активности, генерации инновационных стартапов и формирования малых предприятий в сфере реставрации художественного наследия.

2. Создание Высшей школы дизайна КГИИ – формирование сибирской школы дизайна (проектно-производственно-образовательной среды) с привлечением крупных профессиональных бизнес-структур (ООО «Артстиль» и др.); включенность обучающихся в реальное профессионально-производственное пространство для повышения их инновационной и предпринимательской активности.

3. Создание средней специальной музыкальной школы (система непрерывного образования школа–колледж–вуз) – формирование системы сопровождения музыкального образования детей регионов Енисейской Сибири, проявивших выдающиеся способности в области музыкального искусства в раннем возрасте, в том числе проживающих в отдаленных населенных пунктах; создание условий для увеличения количества выявляемых одаренных детей в творческой сфере (в регионах Красноярского края и Енисейской Сибири в целом); реализация творческого конкурсного отбора талантливых детей; обеспечение условий профессионального сопровождения для творческой самореализации одаренных детей и молодежи.

4. Развитие центра исследований искусств в Сибири – организация и координация комплексных научных работ в области исследования искусства Сибири (академическое искусство и народное творчество); вхождение в лидерские международные и российские научно-образовательные программы и проекты; развитие на базе Красноярского государственного института искусств регионального координационного научно-методического центра исследования искусства Сибири; трансферт новых знаний, компетенций; практическая апробация и внедрение результатов исследований (в виде организации научных и культурно-просветительских мероприятий, публикации научных изданий); осуществление консультационной научной и методической поддержки исследователей, представителей учебных и творческих организаций по вопросам изучения искусства Сибири.

5. Реализация крупных международных творческих проектов – проведение Международного конкурса скрипачей В. Третьякова; проведение Международного музыкально-театрального конкурса «Надежда» с целью позиционирования края в мировом культурном пространстве, интеграции культурно-образовательного пространства края в общероссийские и мировые процессы.

6. Реализация регионального проекта «Кадры для цифровой экономики» – внедрение цифровых технологий в культурное пространство края, включение в федеральный проект «Цифровизация услуг и формирование информационного пространства в сфере

культуры» («Цифровая культура», национальный проект «Культура»). Создание информационной системы «Музыкальный фольклор Енисейской Сибири» для обеспечения сохранности и последующей трансляции традиционной культуры Красноярского края в виде информационной системы «Музыкальный фольклор Енисейской Сибири»; создание лаборатории творческого прототипирования для развития и внедрения в образовательном процессе передовых технологий творческого прототипирования; создание виртуального концертного зала Красноярского государственного института искусств для проведения исследований, методической поддержки и внедрения информационно-коммуникационных технологий в сферу культуры, реализации онлайн-курсов, экспорта образовательных услуг, создания интерактивной площадки для проведения научных симпозиумов, конференций, научно-практических семинаров различного уровня.

6.3.3. Цифровые технологии, цифровая экономика

Комплексный приоритетный проект «Digital perspective» (Цифровая перспектива) – Сибирский федеральный университет

Перспективные направления исследований и разработок, образовательных программ:

1. «Программное обеспечение для цифровой экономики»: разработка пакетов прикладных цифровых интеллектуальных технологических решений для сферы образования, науки, промышленности, цифрового моделирования производственных процессов, управления муниципальным хозяйством, систем обеспечения принятия эффективных управленческих решений.

2. «BIG DATA». Разработка методов и новых технологических возможностей для анализа большого количества данных в управлении и социальной сфере (образование, здравоохранение), науке и промышленности, естественных науках (в том числе для задач геномного анализа). Разработка методов и моделей конструирования больших разнородных (в т. ч. децентрализованных) информационно-вычислительных систем.

3. «Умные системы управления»: создание среды и инструментов цифровой поддержки процессов управления, обеспечивающих принятие более эффективных решений в экономике и социальной сфере. Разработка моделей интеллектуальных систем с самоорганизующейся структурой, в том числе в области информатизации образования и науки, производственных и технологических процессов, социальных и инфраструктурных систем.

4. «Цифровая гуманитаристика»: создание инфраструктуры для работы с большими данными в области оцифровки, визуализации и исследования культурного наследия Красноярского края, Сибири и России; формирование новых объектов гуманитаристики – «актуальные смысловые поля», «ментальные карты стран и регионов», «креативный потенциал нации» и др.

5. «Инкубатор цифровых решений и стартапов»: использование цифровых технологий для решения экономических, технологических и социальных проблем, для активной генерации междисциплинарных исследовательских и инновационных проектов и выстраивания эффективных взаимодействий внутри университета (между сотрудниками различных институтов) и внешними партнерами.

6. «Программные решения в радиоэлектронике»: разработка методов, технологических решений, специального программного обеспечения для создания устойчивых к помехам и высоконадежных электронных приборов и электронного оборудования, создание системы управления процессами жизненного цикла радиоэлектронной аппаратуры двойного назначения.

Комплексный приоритетный проект «Технология организации жизненного цикла кроссплатформенного программного обеспечения бортовой аппаратуры беспилотных летательных объектов» – Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнёва

Перспективные направления исследований и разработок, создания новых образовательных программ:

«Обучающая среда для разработчиков кроссплатформенного бортового программного обеспечения беспилотных летательных объектов»: разработка обучающей среды, представляющей из себя интерпретатор с возможностью пошагового исполнения и виртуальную машину, для возможности наглядного отображения изменений, происходящих в оперативной памяти, переменных, статусах потоков в процессе исполнения.

Комплексный приоритетный проект «Digital Humanities: цифровой поворот в гуманитарных науках» – Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева

Перспективные направления исследований и разработок, создания новых образовательных программ:

1. Исследования когнитивных процессов восприятия цифровой информации: цифровые платформы чтения и письма, интерфейсные особенности восприятия экранной информации и т. п.

2. Развитие методов и методик цифровой педагогики: цифровая дидактика, включающая методы и средства электронного (цифрового) обучения; интеллектуализация и роботизация обучения и самообразования; мультимедиа образовательной среды; создание новых методических систем массовых и глобальных моделей обучения (образовательные кластеры, сетевые образовательные сообщества, виртуализация учебного процесса, дополненная реальность в учебном процессе гуманитарных дисциплин и пр.); интеллектуальные сетевые игры с использованием спутниковых и облачных сервисов и др.

3. Создание инфраструктуры для работы с большими данными в области оцифровки, визуализации и исследования наследия устного народного творчества, диалектных особенностей, ценностей языкового сознания жителей Красноярского края.

4. Развитие сегмента Нейронет в области диагностики и обучения по моделям «белого ящика» на основе нейронных и ментальных моделей искусственного интеллекта.

5. Развитие системы онлайн обучения в области проектно-ориентированного основного и дополнительного образования; разработка, внедрение, мониторинг и оценка качества электронных образовательных ресурсов (в том числе массовых online-курсов).

6.4. Бизнес-партнеры: крупные, малые и средние предприятия

6.4.1. Крупные компании - бизнес-партнеры научных и образовательных организаций, высокотехнологичный бизнес

На территории Красноярского края действует ряд крупных корпораций и высокотехнологичных компаний, которые активно сотрудничают с университетами и академическими институтами региона в области современных научных исследований, технологических разработок, подготовки кадров и повышения их квалификации: ПАО «ГМК «Норильский

Никель», ОАО «ОК РУСАЛ», ПАО «ООО «Соврудник», ПАО «МСРК Сибири», ПАО «ФСК ЕЭС – МЭС Сибири», ПАО «НК «РОСНЕФТЬ», ООО «Газпром геологоразведка», АО «Красмаш», АО «НПП «Радиосвязь», АО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М. Ф. Решетнёва», АО КБ «Искра» и др.

На предприятиях края создано более 40 базовых кафедр, в работе которых участвуют ведущие специалисты предприятий, используется современное производственное и испытательное оборудование. На базе крупнейших предприятий края в партнерстве с университетами и научными институтами созданы R&D Центры для проведения научно-исследовательских работ по широкому спектру направлений.

- ГК «Норильский никель» совместно с СФУ создан научно-технологический центр по разработке динамической системы управления и контроля качества добычи и переработки минерального сырья на основе моделирования месторождений и управления рудопотоками.

- ОАО «Красцветмет» создан R&D Park, первая в России инфраструктура создания и трансфера технологий в области драгоценных металлов, действующая на основе принципов открытых инноваций.

- В ОК РУСАЛ действует инженерно-технологический центр (ИТЦ) для проведения научно-исследовательских работ по созданию новых сплавов и материалов.

- В АО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М. Ф. Решетнёва» создан и действует отраслевой центр крупногабаритных трансформируемых механических систем для решения фундаментальных задач в области космической связи, навигации, систем спутниковой поддержки и создания конкретных образцов космической продукции.

6.4.2. Малые и средние предприятия – бизнес-партнеры научных и образовательных организаций, высокотехнологичный бизнес

В Красноярском крае из числа предприятий малого и среднего бизнеса можно выделить те, которые работают в сфере информационных технологий – они активно сотрудничают с вузами в вопросах подготовки специалистов для данной сферы.

Одним из крупных объединений региональных компаний в области информационных, коммуникационных, радиоэлектронных технологий является технологическая ассоциация «ИТЭРА», в которую входят 18 компаний, 6 внешних партнеров и более 1200 сотрудников. Сферы деятельности участников ассоциации: программное обеспечение и информационные системы; инфраструктурные решения, сети и комплексы; радиоэлектронная продукция и оборудование. В числе участников ассоциации:

- Конструкторское бюро ИСКРА. Предприятие полного цикла, обеспечивающее широкий спектр средств и услуг связи. Направления работы: операторская деятельность, проектирование, разработка и производство оборудования, выполнение строительно-монтажных работ, обслуживание инженерных систем. Федеральный оператор спутниковой связи, входящий в тройку лидеров рынка спутниковой связи. Участник технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система».

- Группа компаний Spark Equation. Создает уникальные и сложные ИТ решения с высокой интеллектуальной составляющей для оптимизации и автоматизации бизнес-процессов.

- Компания ТОРИНС. Специализируется на разработке программно-технологического обеспечения для автоматизации и информатизации производственных и управленческих

процессов, создании программ и программных комплексов различного назначения, консалтинге и технической поддержке.

- Группа компаний СибитSystems. Работает на рынке системной интеграции. Предоставляет полный комплекс IT-решений для автоматизации бизнес-процессов: создание и обслуживание систем связи, хранение и передача данных, безопасность и контроль, комплексная инфраструктура предприятий, автоматизация управления зданиями и производством.

- Группа компаний МОБИЛФОН. Специализируется на разработке продуктов в сфере IT, от медицины и smart-city-решений до интернета на транспорте и устройств виртуальной реальности.

- Компания Регион Автоматика. Инжиниринговая компания полного цикла создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) предприятия. Разрабатывает АСУТП на базе оборудования любых современных производителей.

- Группа компаний СибЭнергоСтрой. Виды деятельности: интерактивные образовательные системы, презентационное оборудование, цифровые лаборатории, робототехника, оборудование 3D-сканирования и прототипирования.

- В число передовых высокотехнологичных компаний также можно включить следующие.

- Группа компаний «Синтез-Н», работающая в сфере промышленной автоматизации (АСУ ТП, промышленное оборудование); информационных технологий (сети связи, вычислительная техника).

- КМК – Производственно-инжиниринговая компания, ООО Красноярские машиностроительные компоненты. Инновационное предприятие в области проектирования, разработки и серийного производства интерьерных систем и различных компонентов для транспортного машиностроения (российского и зарубежного рынка).

- ООО НПП «АВАКС-ГеоСервис» («Автономные Аэрокосмические Системы – ГеоСервис») («Autonomous aerospace systems – GeoService», research and production enterprise “AVASYS-GeoService”) занимается проектированием, производством и продажей беспилотных летательных аппаратов и предоставляет услуги на их базе (аэрофото-видео съемка, мониторинг).

6.5. Инфраструктура и институты развития, интерфейсы для формирования экосистемы

6.5.1. Научно-образовательная и инновационная инфраструктура Красноярского края

В Красноярском крае было создано девять Региональных технологических платформ (РТП) с широким участием ведущих университетов, промышленных предприятий и организаций социальной сферы. Деятельность РТП не получила должного внимания и поддержки со стороны региональной власти и в настоящее время их работа в значительной степени приостановлена. В 2012 году по инициативе Председателя Законодательного Собрания Красноярского края А. В. Усса было создано общественное объединение университетов и научных институтов «Сибирский научно-образовательный консорциум» (СНОК), в задачи которого входила координация деятельности, организация совместных проектов, эффективное использование научного и учебно-лабораторного оборудования.

В крае созданы и действуют единицы инфраструктуры поддержки инновационной деятельности:

- КГАУ «Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор» (КРИТБИ);
- ОАО «Агентство развития инновационной деятельности Красноярского края» (АРИД);
- Ассоциация экономического взаимодействия «Кластер инновационных технологий ЗАТО г. Железногорск» (АЭВ Кластер инновационных технологий);
- Краевое государственное автономное учреждение «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»;
- ООО «Красноярский нанотехнологический центр», созданный совместно с Фондом инфраструктурных и образовательных программ (АО «Роснано»);
- АНО «Красноярский детский технопарк «Кванториум»..

В настоящее время деятельность созданных структур отличается недостаточным уровнем координации, согласованности и направленности на значимые для региона результаты. Необходимо провести функциональный аудит их деятельности, устранить дублирование функций, определить приоритеты и конкретные задачи с целью повышения эффективности их деятельности.

6.5.2. Институты и институции развития

В Красноярском крае действует система поддержки научной и научно-технологической деятельности, направленная на поддержку вузов, научных организаций и предприятий, разворачивающих проекты в сфере информационных технологий: КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности», КГАУ «Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор», представительство Фонда развития интернет инициатив.

Краевое государственное автономное учреждение «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»⁸⁵

Цель Фонда: содействие развитию научной, научно-технической и инновационной деятельности на территории Красноярского края. Данная цель осуществляется посредством вовлечения в научную деятельность молодежи, студентов, аспирантов, выпускников вузов, молодых педагогических кадров, поддержки научных школ и инициативных ученых, обеспечивающих высокий уровень научных исследований и креативность научной среды.

Сфера деятельности Фонда: поддержка научных исследований на территории Красноярского края и выстраивание механизмов взаимодействия между производителями и потребителями научно-инновационной продукции.

Фондом осуществляется партнерское взаимодействие со 147 организациями Красноярского края, в их числе организации высшего, среднего профессионального и общего образования; научные организации; крупные производственные предприятия; научно-производственные объединения; предприятия малого и среднего бизнеса и др.

ОАО «Агентство развития инновационной деятельности Красноярского края» (АРИД)

АРИД осуществляет взаимодействие с участниками Национальной технологической инициативы по принципу «единого окна». АРИД является проектным офисом, обеспечи-

⁸⁵ <http://www.sf-kras.ru/about/>

вающим оформлением и сопровождением инновационных проектов для привлечения финансирования из программ федеральных институтов развития.

КГАУ «Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор» (КРИТБИ)

Государственный институт развития, реализующий меры поддержки и сопровождения малых и средних инновационных компаний. В числе предлагаемых услуг:

- освещение деятельности компаний резидентов в СМИ, PR-сопровождение, организация участия в выставочно-презентационных мероприятиях;
- HR – сопровождение;
- лекции, семинары, тренинги по развитию проекта – вопросам маркетинга, бизнес-планирования и привлечения инвесторов для реализации проекта;
- организация встреч с инвесторами, заказчиками, экспертами;
- бухгалтерское сопровождение, консультации по юридическим вопросам, консультации в области маркетинга, бизнес-планирования, консультации по подаче заявок в институты развития;
- организация консультаций в области патентования и защиты интеллектуальной собственности. Помощь в защите интеллектуальных прав;
- аренда офиса / рабочего места. Предоставление площадок для коммуникаций, переговорных комнат. Аренда коворкинга;
- помощь в стандартизации и сертификации;
- экспертная поддержка.

Инновационный территориально-производственный кластер Красноярского края «Технополис «Енисей»

Кластер выполняет функции специализированной организации, целью которой является создание условий для эффективного взаимодействия всех организаций-участников. Инфраструктура кластера включает Промышленный парк ЗАТО г. Железногорск и Центр молодежного инновационного творчества. Участниками кластера являются вузы, исследовательские центры, промышленные и высокотехнологичные предприятия, интересы которых связаны с производством космических аппаратов и платформ, хранением и переработкой ОЯТ, производством поликристаллического и монокристаллического кремния.

Технологические приоритеты Кластера:

- ядерные технологии;
- бэкэнд;
- спутники и связь нового поколения;
- навигация и информационные системы;
- аддитивные технологии;
- новые материалы;
- беспилотные авиационные системы и «умная» энергетика.

«Точка кипения – Красноярск»

«Точка кипения – Красноярск» создана в рамках Национальной технологической инициативы и является пространством коллективной работы представителей университетов, бизнеса, органов власти. В рамках деятельности «Точки кипения» организуются встречи, дискуссии, совместная работа команд и отдельных участников по вопросам технологического развития,

научным и общественным проблемам. Все желающие получают свободный доступ к знаниям, авторитетным экспертам, новым идеям и технологиям. Точка кипения – это развивающее пространство, удобное для совместной работы над проектами будущего. Каждый может организовать здесь независимое и бесплатное образовательное событие или принять в нем участие. Высокая плотность событий, вовлечение лидеров и талантов дают возможность участникам быстро тестировать прорывные идеи, собирать проектные команды, находить единомышленников, учиться и учить, менять жизнь университета, города, региона, страны и мира к лучшему.

Пространство «Точки кипения - Красноярск» включает несколько залов для разных форматов работы, оборудованных необходимой техникой. Это место для обсуждения значимых тем, появления новых смыслов, демонстрации новых образовательных технологий, формирования решений, имеющих значимый социально-экономический эффект для города, Красноярского края и России.

6.6. Молодежные образовательные, научные, инновационные площадки

На территории края на базе вузов, образовательных организаций, учреждений молодежной политики действует широкая сеть детских, молодежных и студенческих организаций творческой, досуговой, научной, технологической направленности. К числу организаций и учреждений, участвующих в развитии детской и молодежной науки и научно-технического творчества, можно отнести следующие площадки.

АНО ДТ «Красноярский Кванториум»

Детский технопарк «Кванториум» – это среда для ускоренного развития ребенка, вовлечения в исследовательскую и инженерную активность, оснащенная высокотехнологичным оборудованием. Дети включаются в проектную деятельность, обучаются ТРИЗ (теории решения изобретательских задач), 4К-компетенциям (коммуникация, креативность, командное решение проектных задач, критическое мышление), участвуют в решении реальных производственных задач в сопровождении опытных наставников, в том числе представителей науки и бизнеса.

«Лаборатория РУСАЛа» – Центр молодежных инициатив РУСАЛа

Лаборатория создана на базе Института цветных металлов и материаловедения СФУ. Проект направлен на профессиональную самореализацию обучающихся всех направлений подготовки через развитие лидерских компетенций и разработку инновационных проектов. В «Лаборатории РУСАЛа» молодые люди имеют возможность попасть в число лидеров, с которыми в течение семестра работают эксперты ОК «РУСАЛ» и ученые Института. Лаборатория проводит конкурсы проектов, по результатам которых инициаторы могут получить финансирование на их реализацию. «Лаборатория РУСАЛа» – это территория профессионального развития, знакомства с корпоративной культурой и формирования профессиональных навыков.

Научно-образовательный центр молодых ученых СФУ

Центр ведет работу по вовлечению талантливых студентов, аспирантов и молодых ученых университета в научно-исследовательскую и инновационную деятельность, привлекает

их к решению актуальных задач современной науки. Молодые ученые СФУ имеют возможность при поддержке Центра разворачивать свою научную деятельность в сотрудничестве с научными организациями и объединениями Красноярского края, других регионов и на международном уровне. Центром организуются научные семинары, конференции, способствующие росту публикационной грамотности и активности, обмену информацией, опытом и достижениями; установлению контактов между будущими коллегами. Центр оказывает конкурсную премиальную поддержку перспективных студентов, аспирантов и молодых ученых для формирования кадрового резерва СФУ.

Научное общество молодых ученых и студентов КГПУ им. В. П. Астафьева (НОМУС)

Основные цели общества: оказание помощи молодым исследователям в овладении навыками самостоятельной научной работы и методикой научных исследований; развитие фундаментальных и прикладных научных исследований, соответствующих профилю университета; популяризация научных знаний и достижений науки и техники. Общество оказывает содействие публикационной деятельности и внедрению в практику результатов научных исследований, а также расширению международных и межрегиональных связей в научной и инновационной сфере, установлению контактов, обмену опытом и совместной деятельности с университетами России, странами ближнего и дальнего зарубежья. НОМУС организует конгрессы, конференции, семинары, круглые столы, дискуссии, способствует изучению и распространению опыта различных стран в области науки.

Научно-образовательный центр «Молодежная наука» КрасГМУ им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого

Центр организует работу по популяризации, активизации и поддержке научной деятельности обучающихся, молодых специалистов и преподавателей. Проводит мероприятия по воспитанию личности и развитию компетенций молодого врача-исследователя и профориентации будущих молодых врачей и специалистов. НОЦ «Молодежная наука» активно сотрудничает и взаимодействует со всеми организациями на территории края и России, осуществляющих координацию и поддержку научной и инновационной деятельности молодых ученых в сфере медицины.

Молодежный центр инновационных технологий СибГУ им. М. Ф. Решетнёва

Центр создан на основе взаимной заинтересованности СибГУ и высокотехнологичных предприятий Красноярского края (АО «Красмаш», АО «Информационные спутниковые системы» им. акад. М. Ф. Решетнёва, АО ЦКБ «Геофизика», АО «НПП «Радиосвязь») с целью формирования интегрированной системы непрерывной подготовки кадров и поддержки научно-технического творчества молодежи. В состав Центра входят лаборатории: «3D-моделирование», «Прототипирование», «Авиа-ракетомоделирование», «Механическая обработка и промышленная робототехника». Центр организует инновационную образовательную, профориентационную деятельность, реализует проекты научно-технического творчества молодежи, поддерживает прикладные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

РАЗДЕЛ 7. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Важными для формирования и повышения потенциала научно-образовательной и инновационной экосистемы Красноярского края являются масштабные проекты, реализующие принципы экосистемности («открытость», «доверие», «сотрудничество», «инициативность») и направленные на:

- создание новых возможностей для сотрудничества между университетами, исследовательскими организациями и бизнес-компаниями, включая партнеров в России и других странах;
- формирование лидерских коллабораций, объединяющих университеты, академические институты и бизнес-компании для решения задач технологического развития производств и достижения научных и технологических результатов мирового уровня;
- формирование инфраструктуры поддержки научной и инновационной деятельности, создание условий для поддержки стартапов и деятельности малых инновационных предприятий;
- инициирование новых общественно значимых гуманитарных проектов и практик, связанных с использованием современных информационно-коммуникативных технологий;
- формирование новых инженерно-образовательных практик, направленных на воспроизводство современной культуры инженерно-технического мышления и деятельности.

7.1. Окно в мир: пять международных конгрессов

В настоящее время университетами и другими организациями в Красноярском крае проводится более сотни научных конференций, тематика которых очень разнообразна. В большинстве случаев в каждом из этих мероприятий участвует лишь несколько десятков человек. По уровню заявляемых проблем, поставленных задач и предъявляемых результатов такие конференции соответствуют скорее региональному уровню и в действительности слабо соотносятся с мировым фронтиром исследований. Как правило, такие мероприятия не ориентированы на привлечение представителей бизнеса и органов власти в качестве потенциальных бенефициаров и партнеров.

Конференции должны создавать новые возможности для сотрудничества университетов, исследовательских организаций и бизнес-компаний в России, сотрудничества университетов края с зарубежными университетами и компаниями. Важно сфокусировать внимание на организации вначале небольшого числа действительно эффективных научных событий. В этой целевой рамке предлагается сформировать в крае 5–7–9 крупных коммуникативных площадок, на которых будут организованы: представление научных результатов и технологических решений; коммуникация исследователей и разработчиков с представителями бизнеса и органов власти; экспертное обсуждение научных и общественных проблем с представителями зарубежных университетов, исследовательских организаций и бизнеса; вовлечение молодежи в решение научных и инженерно-технических задач.

В настоящее время в Красноярском крае действуют две масштабные коммуникативные площадки: Красноярский экономический форум и Международный конгресс и выставка «Цветные металлы и минералы». Оба эти мероприятия имеют более чем 10-летнюю историю. Красноярский экономический форум проводится уже 17 лет и является одной из основных площадок федерального уровня, на которой обсуждаются проблемы и задачи экономического развития Красноярского края, Сибири и России в целом. В работу форума включаются более 4–5 тыс. участников: ведущие российские и зарубежные эксперты, представители федеральных и региональных органов власти, руководители и менеджеры высшего звена ведущих российских компаний. Как правило, в работе форума участвуют представители из нескольких десятков стран.

Международный конгресс и выставка «Цветные металлы и минералы» проводится в 12-й раз, число участников составляет несколько сотен человек, партнерами конгресса являются крупнейшие российские горнодобывающие и металлургические компании. В рамках обоих мероприятий проводятся презентации проектов и технологических решений, организуются выставки приборов и промышленного оборудования, в работе которых активно участвуют российские и зарубежные компании.

Предлагается выделить ряд приоритетных направлений, с одной стороны, значимых для экономического, технологического, социального и культурного развития Красноярского края; с другой стороны, соответствующих актуальной мировой повестке в отношении проблем и перспектив общественного развития. По данным направлениям необходимо организовать проведение крупных международных форумов с привлечением ведущих зарубежных и российских исследователей и экспертов. Параллельно с форумами могут быть организованы конкурсы проектов, специальные образовательные мероприятия (летние и зимние школы) для молодых ученых, аспирантов и студентов по тематике форумов. Это позволит, с одной стороны, привлечь для работы с молодежью ведущих зарубежных и российских экспертов, с другой стороны, включить молодежь в работу на определенных площадках форума.

В качестве возможных вариантов новых крупных международных конгрессов можно назвать следующие мероприятия:

1. Международный конгресс и выставка «Нефть и газ Сибири»;
2. Международный конгресс и выставка «Green Science: Sustainable Environmental Management»;
3. Международный конгресс «Арктика в XXI веке: экономика, технологии, человек»;
4. Международный конгресс «Digital Humanities»;
5. Международный конгресс «Когнитивная перспектива и развитие человека».

7.2. Научно-образовательный центр мирового уровня: коллаборация лидеров и бизнеса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Енисейская Сибирь: Индустрия 4.0» является флагманским проектом развития научно-образовательной и инновационной экосистемы Красноярского края. НОЦ должен обеспечить технологический прорыв и повышение конкурентоспособности промышленного сектора региона и экономики в целом за счет активного использования технологий Индустрии 4.0 и формирования значимого сектора цифровой экономики.

Деятельность НОЦ, с одной стороны, ориентирована на интересы бизнес-партнеров и учитывает стратегические приоритеты Красноярского края, обеспечивая разработку и трансфер современных технологических решений и опережающую подготовку кадров. С другой стороны, НОЦ ориентирован на проведение значимых на мировом уровне передовых научных исследований и современных технологических разработок, конкурентоспособных на глобальных рынках.

Основные задачи НОЦ:

1. Концентрация усилий научных школ и лидерских групп на исследованиях и разработках, обеспечивающих ускоренное технологическое развитие ключевых отраслей Красноярского края. Реализация масштабных научно-технических, научно-образовательных и инфраструктурных проектов консорциумом ведущих университетов и научных организаций региона совместно с крупными высокотехнологичными предприятиями.

2. Модернизация высшего и профессионального образования, подготовка высококвалифицированных специалистов и кадров высшей квалификации, переподготовка и повышение квалификации персонала для профильных отраслей экономики региона (в том числе для оборонно-промышленного комплекса).

3. Создание и комплексное развитие совместной научно-образовательной и инновационной инфраструктуры участников НОЦ, включающей распределенные исследовательские лаборатории мирового уровня, опытные производственные площадки, инжиниринговые центры, ресурсные центры коллективного пользования и др.

4. Содействие реализации приоритетных национальных проектов (программ) в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 №204.

Перспективные направления научных исследований и образовательных практик НОЦ

- Космические системы и технологии – цифровое проектирование новых материалов и покрытий с заданными свойствами; цифровое моделирование работы бортовых систем космических аппаратов; разработка программных решений для обработки геостранственной информации на основе данных космической системы ГЛОНАСС, космической геодезической системы и космических систем дистанционного зондирования Земли; создание цифровых двойников (моделей) космических аппаратов; цифровые испытательные полигоны для космических аппаратов и оборудования.

- Геологоразведка, горное и нефтегазовое дело – цифровая обработка геологических и геофизических данных, создание цифровых геологических карт нового поколения; цифровое моделирование и прогнозирование нефтегазовых месторождений и горных работ; интеллектуальные системы управления качеством добычи («умная скважина») и переработки углеводородного и минерального сырья на основе моделирования месторождений и управления рудопотоками с использованием технологий искусственного интеллекта;

создание цифровых двойников (моделей) скважин, трубопроводов, обогатительных фабрик («умная фабрика»), нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

- Цветная металлургия – цифровое моделирование производственных процессов; проектирование новых сплавов с заданными свойствами; интеллектуальные системы управления качеством продукции на основе моделирования производственного процесса с использованием технологий искусственного интеллекта («умный электролизер»); создание цифровых двойников (моделей) предприятий металлургического сектора.

- Рациональное природопользование и экологические системы – цифровое моделирование и прогнозирование состояния природно-климатических систем в условиях техногенного и антропогенного воздействия; интеллектуальные системы мониторинга и управления состоянием водных, земельных и биологических ресурсов.

- Управление производственными и бизнес-процессами – цифровое моделирование производственных процессов для ключевых предприятий Красноярского края; интеллектуальные системы управления производственными процессами с использованием технологий «больших данных» (BigData), искусственного интеллекта (AI), машинного обучения; цифровое моделирование бизнес-процессов; интеллектуальные системы управления бизнес-процессами.

Научно-образовательный центр мирового уровня «Инновационные решения в АПК» (г. Белгород)⁸⁶

Научно-образовательный центр мирового уровня «Инновационные решения в АПК» в Белгородской области создан по инициативе Правительства Белгородской области и ведущих вузов региона в сетевом партнерстве с крупными агрохолдингами.

Миссия центра – активное участие в обеспечении конкурентоспособности Российской Федерации как мировой научной державы и лидера в сфере аграрной науки, укреплении продовольственной безопасности и независимости страны, расширении ее присутствия на мировых рынках продовольствия, повышении уровня благосостояния и улучшении качества жизни граждан России и Белгородской области.

Приоритетные задачи НОЦ:

- Развитие аграрной науки в соответствии с приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации.

- Повышение потенциала предприятий АПК за счет коммерциализации результатов научной деятельности.

- Совершенствование системы подготовки профессиональных кадров для агроиндустрии региона.

Участники центра: 8 образовательных организаций высшего образования, 19 научных организаций, а также организации реального сектора экономики, в их числе: ЗАО «Завод Премиксов № 1»; ГК «ЭФКО»; ГК «Агро-Белогорье»; АО «Опытно-экспериментальный завод «ВладМиВа»; ООО «НТЦ БИО»; ГК «ВИК»; ООО «Ямчики»; ООО «АгроАкадемия»; ООО «Спецлак»; ООО «Инновационные технологии – энергетика».

К 2024 году запланировано создание 15 новых объектов инфраструктуры, в том числе: Центр коллективного пользования НОЦ, НИИ геномной селекции, Центр агропромышленного инжиниринга и развития сквозных технологий, Агропарк.

Общий объем финансирования проекта, запланированного до 2024 года, составит более 15 млрд рублей.

Показатели реализации программы деятельности НОЦ к 2024 году:

- прирост валового регионального продукта на 20 % (в сопоставимых ценах к уровню 2018 года) – 1,2 трлн рублей;

- увеличение экспорта продукции АПК в 2,5 раза – до более чем 1 млрд долларов США;

- создание более 3000 новых высокотехнологичных рабочих мест;

- прирост усовершенствованной высокотехнологичной продукции (в общем объеме отгруженной продукции) на 25 %; доля исследователей в возрасте до 39 лет (в общей численности исследователей) – 50 %;

- рост числа вовлеченных в инновационную деятельность предприятий на 25 %;

- количество патентов на изобретения составит более 120.

⁸⁶ <http://nocapk.ru/about>;
<https://www.xn--m1acy.xn--p1ai/dc/8a05f3c2-82ed-4a66-853c-ee7e44b54486>;
<https://www.xn--m1acy.xn--p1ai/dc/8a05f3c2-82ed-4a66-853c-ee7e44b54486>

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК	ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОЦ						Рациональное природопользование и экологические системы
	Ракетно-космические системы и технологии	Геологоразведка и горное дело	Цветная металлургия	Нефтегазовый комплекс	Приборостроение и машиностроение	Рациональное природопользование и экологические системы	
Новые сплавы и материалы, композиционные материалы	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	-
	СФУ	СФУ	СФУ	-	СФУ	СФУ	-
Новые способы обработки материалов и производства продукции (аддитивные технологии)	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	-
	СФУ	СФУ	СФУ	-	СФУ	СФУ	-
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
Цифровые модели оборудования, изделий, систем	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ
	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ
Цифровое моделирование природных и технологических процессов	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ
	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
Роботизированные системы и вычислительные комплексы с применением машинного зрения	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	СибГУ	СибГУ	СибГУ	СФУ
	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
Цифровые двойники оборудования, производственных систем, производств («умное производство»)	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ
	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
Интеллектуальные системы управления производственными процессами с использованием искусственного интеллекта	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ	ФИЦ
	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
Интеллектуальные системы управления бизнес-процессами	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	-
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-
	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ	СФУ
	СибГУ	СибГУ	-	СибГУ	СибГУ	СибГУ	-

Рис. 7.1. Карта возможностей СФУ, СибГУ и ФИЦ КНЦ СО РАН по решению широкого спектра задач в рамках приоритетных направлений деятельности НОЦ.

В рамках каждого направления будет организована интенсивная подготовка и переподготовка кадров с использованием гибких образовательных программ и современных форматов online-образования.

Участниками и партнерами НОЦ «Енисейская Сибирь: Индустрия 4.0» являются:

Сибирский федеральный университет, Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»;

- ведущие предприятия точного машиностроения – АО «Информационные спутниковые системы им. акад. М. Ф. Решетнёва», АО «Красноярский машиностроительный завод, АО «ЦКБ Геофизика», АО «НПП Радиосвязь» и др.;

- ведущие предприятия горно-металлургического комплекса – ПАО «ГМК «Норильский никель», ОАО «Красноярский завод цветных металлов», ОАО «РУСАЛ Красноярский Аллюминиевый завод», ЗАО «Богучанский аллюминиевый завод», ООО «Красноярский металлургический завод» и др.

- ведущие предприятия нефтегазового комплекса – ПАО «НК «Роснефть», ЗАО «Ванкорнефть», ОАО «Ачинский нефтеперерабатывающий завод Восточной нефтяной компании», АО «Независимая нефтегазовая компания» и др.

На рис. 7.1 представлена карта возможностей СФУ, СибГУ и ФИЦ КНЦ СО РАН по решению широкого спектра задач в соответствии с приоритетными направлениями деятельности НОЦ. Во многих случаях в университетах и академических институтах есть коллективы исследователей, работающие в близких научных и научно-технологических областях, что может стать основой формирования сильных научных коллабораций.

7.3. Красноярский технопарк «R&D парк»: инфраструктура для инноваций и технологических решений

В Красноярском крае планируется создание технопарка «R&D PARK», который будет размещен в г. Красноярске в непосредственной близости от Сибирского федерального университета, КНЦ ФИЦ СО РАН и Сибирского университета науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева» (рис. 7.2). Технопарк создается для решения следующих задач: создание новых возможностей для проведения передовых исследований и технологических разработок, реализуемых в интересах предприятий Красноярского края и России; возможностей использования научного оборудования и высокотехнологичных установок университетами, исследовательскими организациями и малыми инновационными компаниями; кооперации университетов, исследовательских институтов, инжиниринговых компаний с предприятиями базовых отраслей экономики региона.

В научную платформу технопарка на первом этапе войдут: Сибирский федеральный университет, Сибирский университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, КНЦ ФИЦ СО РАН, Красноярский государственный аграрный университет, Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева.

Партнерами технопарка выступают: Фонд «Сколково», Федеральный институт промышленной собственности, Фонд поддержки научно-проектной деятельности студентов, аспирантов и молодых ученых «Национальное интеллектуальное развитие» (Иннопрактика), Российский фонд фундаментальных исследований, Российский научный фонд, Красноярский фонд поддержки научной и научно-технической деятельности, Фонд разви-

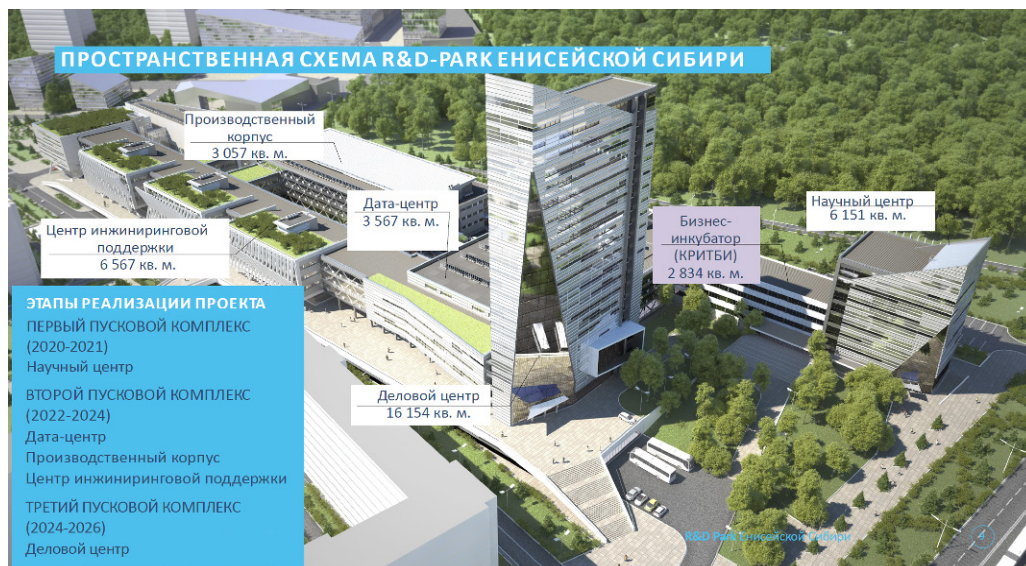


Рис. 7.2. Пространственная схема Красноярского технопарка «R&D PARK»

тия интернет-инициатив, Фонд содействия инновациям, Российская венчурная компания, Российский экспортный центр, Агентство по технологическому развитию.

Отраслевая специфика деятельности технопарка определяется интересами основных бизнес-партнеров (на первом этапе).

Основные направления	Научно-техническое сопровождение направлений	Предприятия-партнеры – заказчики на инновации
Радиоэлектроника и космические технологии	Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ, СибГУ	ООО «Нижнебогучанская ГЭС», ООО «Коулстар»
Рациональное природопользование и экология	Институт горного дела, геологии и геотехнологий СФУ, СибГУ, Институт химии и химических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН, СКТБ «Наука», Политехнический институт СФУ	АО «Горевский ГОК», ООО «Соврудник», АО «СУЭК», ООО «Северная звезда», АО «Васильевский рудник», ООО ГРК «Амикан», ООО «УК «Сегежа групп», ООО «Новоангарский обогатительный комбинат», АО «Таймырнефтегаз», АО «Нефтегазхолдинг», ООО «Коулстар», ООО «Нижнебогучанская ГЭС», ООО «УК Интергео»
Металлургические технологии	Институт цветных металлов и материаловедения СФУ, Институт химии и химических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН, СКТБ «Наука»	АО «РУСАЛ Красноярск», ПАО «ГМК «Норильский Никель», ООО «Группа «Магнезита»
Производство драгоценных металлов	Институт цветной металлургии и материаловедения СФУ, Институт химии и химических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН, СКТБ «Наука»	АО «Полюс Красноярск»

Научно-технологический парк Новосибирского Академгородка «Академпарк»⁸⁷

Академпарк – комплексный технологический парк, обладающий технологической и деловой инфраструктурой, позволяющей создать условия для создания и развития инновационных компаний, модернизации действующих высокотехнологичных предприятий.

Проект «Научно-технологический парк Новосибирского Академгородка» запущен в 2006 году по инициативе Правительства Новосибирской области, мэрии города Новосибирска и Сибирского отделения РАН. Управление технопарком осуществляется Акционерным обществом «Технопарк Новосибирского Академгородка» (АО «Академпарк»).

Общая площадь зданий технопарка 188,8 тыс. кв. м, в нем базируются 317 компаний-резидентов (на 31.12.2019 г.), в которых работает 9244 сотрудника (на 31.12.2018 г.). Бизнес-инкубатор имеет 117 резидентов (на 31.12.2019 г.). Выручка компаний-резидентов за 2018 год составила 27,1 млрд руб. Бюджетная эффективность проекта Академпарк на 31.12.2018 г. составляет 123,6 %.

Технопарк является региональным оператором Сколково, на территории парка действует региональное представительство Фонда содействия инновациям.

Деятельность технопарка разворачивается по направлениям (кластерам):

- **Приборостроение.** Решение технических проблем, которые возникают у инновационных компаний в процессе разработки и производства инновационного продукта. Технопарк обеспечивает поддержку полного цикла: проектирование – макетирование – испытания – производство – отгрузка.

- **Биотехнологии.** Кластер содействует доведению перспективных разработок в области биотехнологий до стадии коммерциализации, выводу их на рынок. На базе Медико-биологического инжинирингового центра действует лабораторно-технологический комплекс для работ по геномной инженерии, химическому синтезу, испытанию новых лекарственных препаратов, прототипированию инновационных продуктов.

- **IT-технологии.** Ядром инфраструктуры IT-кластера являются Центр информационных технологий, Центр обработки данных, Инжиниринговый центр комплексного мультиплатформенного тестирования программного обеспечения и аппаратно-программных комплексов.

- **Нанотехнологии.** Основой кластера является Центр наномодифицированных материалов, предоставляющий инновационным компаниям и стартапам возможность проводить разного типа работы по прототипированию, изготовлению наноматериалов. Создан Центр инжиниринга и прототипирования продуктов на основе SWCNT. Запущена крупнейшая в мире пилотная установка синтеза SWCNT.

На территории технопарка действуют:

- **Точка кипения** – пространство коллективной работы, способствующее реализации Национальной технологической инициативы (НТИ).

- **Бизнес инкубатор** – содействует привлечению недостающих интеллектуальных и материальных ресурсов, необходимых для эффективного продвижения и скорейшего вывода продукта на рынок.

- **Бизнес-ускоритель А: СТАРТ** – акселерационная программа по созданию и развитию стартапов в области ИТ, приборостроения, nano-, биотехнологий и медицины. За 9 лет проект помог создать более 180 успешных стартапов.

- **Индустриальный офис Академпарка** – реализует систему мероприятий, направленных на внедрение новых технологических решений и результатов проектной деятельности в промышленность, на преодоление «технологических барьеров», значимых для предприятий.

- **Финансово-инвестиционный офис Академпарка** – сервис по поиску и привлечению инвестиций и мер финансовой поддержки для инноваторов и высокотехнологичных компаний региона.

- **Открытый университет Академпарка** – проект, направленный на вовлечение молодежи в инновационную систему региона, на создание и распространение новых знаний в сфере технологического предпринимательства, на объединение усилий институтов развития инновационной деятельности.

- **PR-клуб** – объединяет маркетологов, PR-специалистов, рекламистов, менеджеров и талантливых людей разных профессий, которые готовы поделиться своими секретами продаж, маркетинговых стратегий и репутационных коммуникаций.

⁸⁷ <https://academpark.com/about/>

7.4. Digital Humanities: гуманитарии, объединяйтесь

Планируется развертывание серии исследовательских и образовательных проектов, культурных инициатив в области цифровых гуманитарных наук (Digital Humanities). В их основе – использование цифровых технологий (интернет-технологии, виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект, большие данные) в лингвистике, культурной антропологии, истории, краеведении, музейном деле, образовательных практиках, креативных индустриях. Перспективные направления:

- анализ и классификация текстов с применением искусственного интеллекта;
- сохранение культур и языков коренных народов Севера;
- актуализация культурного наследия регионов Сибири;
- создание виртуальных музеев;
- художественное творчество, дизайн, архитектура с использованием возможностей цифровых технологий;
- педагогика в цифровом мире.

В рамках направления Сибирским федеральным университетом организуются международные конференции «Цифровые гуманитарные науки». Планируется решение следующих задач:

- формирование коллабораций с участием институтов Сибирского федерального университета, Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева, учреждений культуры Красноярского края, предприятий в сфере креативных индустрий;
- разработка и реализация современных форматов гуманитарного образования на основе цифровых технологий;
- проведение значимых на мировом уровне научных исследований по перспективным направлениям;
- внедрение технологических разработок в сфере культуры Красноярского края – создание виртуальных музеев, выставок, продвижение культурного наследия края в глобальном информационном пространстве.

7.5. «Инженерное образование в XXI веке»: инженерный городок Сибирского федерального университета (концепция)

Глобальная конкурентоспособность стран и регионов будет определяться использованием новых производственных технологий 4-й промышленной революции (Индустрии 4.0). В основе Индустрии 4.0 лежит широкое использование цифровых технологий; нанотехнологий и технологий на основе новых физических принципов; аддитивных технологий, новых материалов и новых способов обработки. В перспективе будут применяться природоподобные и конвергентные технологии. Все это позволит существенно снизить издержки производств, повысить производительность труда, получить принципиально новые продукты/услуги и сформировать новые рынки.

Инженерный городок Сибирского федерального университета – это:

- современные научные исследования, инженерно-конструкторские разработки, инженерно-техническое и естественнонаучное образование;
- платформа для стратегического сотрудничества научных коллективов и бизнеса по решению перспективных задач технологического развития;
- современный дизайн пространства коммуникации и сотрудничества, обеспечивающий интенсивность и удобство взаимодействий, минимальные логистические издержки;
- воспроизводство инженерной элиты и вовлечение молодежи в инженерно-техническую деятельность;
- современная техническая инфраструктура, обеспечивающая полный инновационный цикл – от генерации идей до создания прототипа и опытного продукта.

Создание инженерного городка Сибирского федерального университета будет способствовать реализации исследований и разработок в соответствии с приоритетами науки и технологий, определенными Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации № 642 от 01.12.2016); достижению национальных целей развития России (утверждены Указом Президента РФ № 204 от 07.05.2018) в рамках национальных проектов: «Наука», «Образование», «Цифровая экономика», «Экология», «Производительность труда и поддержка занятости», «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», «Международная кооперация и экспорт».

Цели проекта: организация научных исследований, инженерно-конструкторских разработок и подготовок кадров в рамках стратегического сотрудничества Сибирского федерального университета с компаниями КИП Енисейская Сибирь» и высокотехнологичным бизнесом Красноярского края; создание творческой коммуникативной среды и технической инфраструктуры, обеспечивающих поддержку полного цикла производства инноваций и высокотехнологичных решений – от генерации идей до создания прототипа и опытного продукта.

Задачи проекта:

1. Концентрация усилий ведущих научных школ и лидерских инженерно-конструкторских групп на исследованиях и разработках, обеспечивающих ускоренное технологическое развитие ключевых отраслей макрорегиона «Енисейская Сибирь».

2. Разработка и реализация долгосрочных исследовательских и инженерно-технических проектов в рамках стратегического сотрудничества Сибирского федерального университета с ведущими с компаниями КИП «Енисейская Сибирь» и высокотехнологичным бизнесом Красноярского края.

3. Создание инфраструктуры поддержки полного инновационного цикла: цифровое моделирование и проектирование, высокоскоростные компьютерные вычисления; производство стартапов, деятельность проектно-конструкторских и инжиниринговых компаний; производство прототипов и опытных образцов продукции; тестовые испытания и др.

4. Модернизация естественнонаучного и инженерно-технического образования с целью воспроизводства инженерной элиты, подготовки высококвалифицированных специалистов, повышения квалификации специалистов профильных отраслей экономики Красноярского края в соответствии с лучшими мировыми стандартами.

5. Популяризация инженерно-технической деятельности, стимулирование молодежного технологического предпринимательства с привлечением в работу с молодежью выдающихся ученых и инженеров.

6. Организация эффективной конгрессной и интерактивной выставочной деятельности по ведущим направлениям исследований и разработок с привлечением стратегических партнеров и созданием международных коллабораций; проведение конкурсов и соревнований по инженерно-технической тематике.

7. Разработка и создание «умной цифровой среды», обеспечивающей: а) поддержку активности и снижение транзакционных издержек всех участников и партнеров совместной деятельности; б) управление имущественным комплексом инженерного городка.

Пространственная архитектура и компоненты инженерного городка

Инженерный городок Сибирского федерального университета будет формироваться на базе микрорайона «Студенческий городок» (рис. 7.3). Общая площадь инженерного городка составит более 40 га. На его территории будут трудиться более 2 000 научных сотрудников, преподавателей и специалистов высокого уровня; обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и аспирантуры будут проходить более 10 000 студентов.

Площадь учебных и учебно-лабораторных помещений составит 105 000 кв. м; площадь технопарка, испытательного полигона, логистических и технических помещений – 25 000 кв. м; площадь общежитий для студентов и аспирантов – 120 000 кв. м; площадь помещений для фитнеса и спортивных занятий – 18 000 кв. м; площадь зон отдыха и парков – более 60 000 кв. м. На территории инженерного городка будут отведены парковочные площади на 350 автомобилей.

В состав инженерного городка войдут институты Сибирского федерального университета научно-физического и инженерно-технического профиля (первая очередь проекта):

- Политехнический институт
- Институт космических и информационных технологий
- Институт инженерной физики и радиоэлектроники

На территории инженерного городка будет действовать Физико-математическая школа для одаренных старшеклассников, создана университетская «Точка кипения TechNet» по стандартам проекта «Национальная технологическая инициатива (НТИ)». Услуги высокоскоростных вычислений будут представлены на университетском Суперкомпьютере СФУ.

В качестве удаленных участников инженерного городка (вторая очередь проекта) будут включены:

- Военно-инженерный институт
- Институт цветных металлов и материаловедения
- Институт нефти и газа
- Институт горного дела, геологии и геотехнологий
- Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
- Инженерно-строительный институт
- Институт математики и фундаментальной информатики
- R&D центр ПАО «ГМК «Норильский никель»
- R&D центр Компании Шлюмберже
- Институт РУСАЛА

Инженерный городок – целостный образ жизни инженеров нового поколения

Для молодых людей притягательна динамичная, разнообразная среда, богатая событиями и коммуникациями. С другой стороны, современная инженерная деятельность предполагает креативность, коммуникабельность, направленность на инновационные решения и эстетичность продуктов.

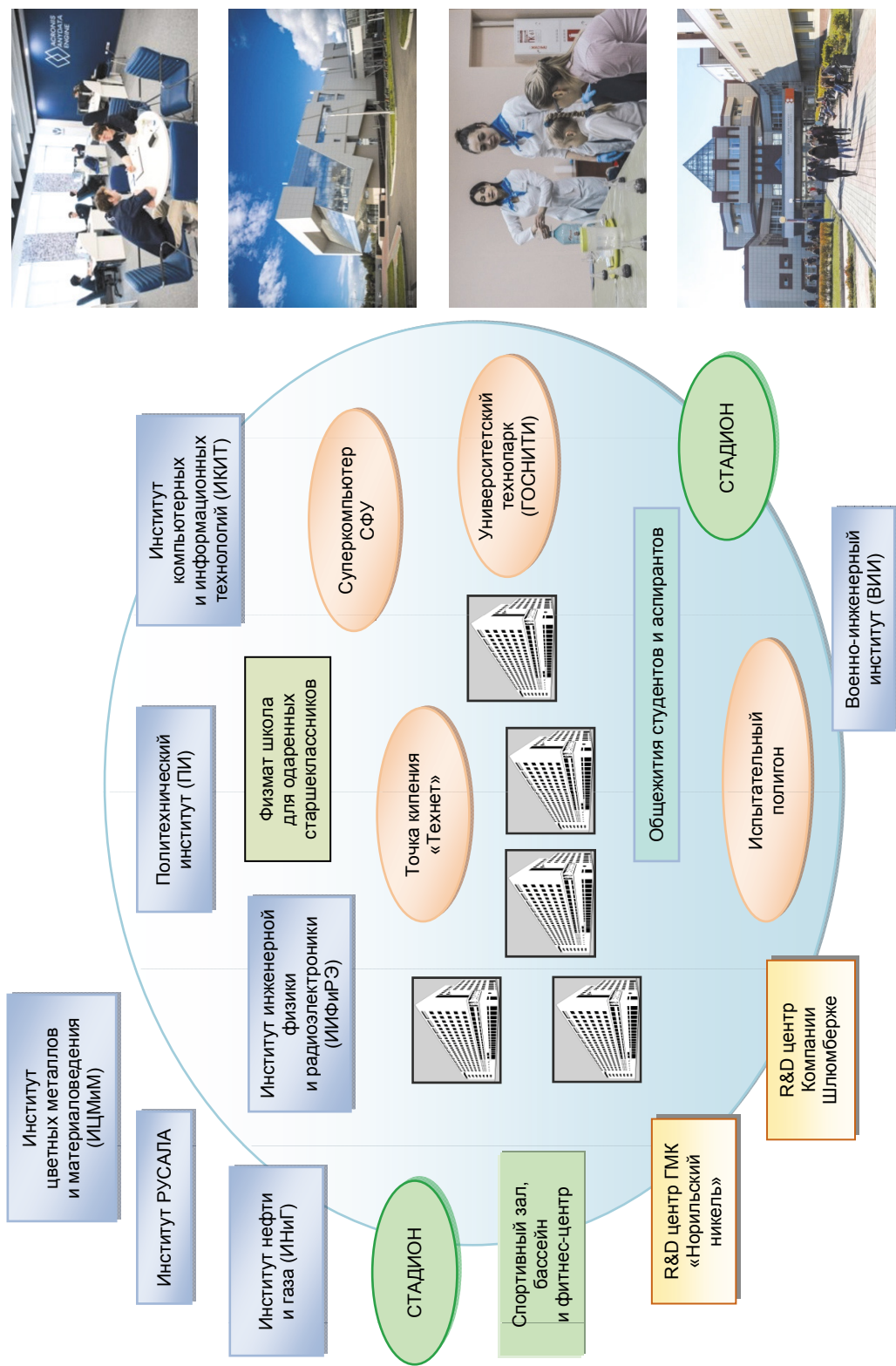


Рис. 7.3. Инженерный городок Сибирского федерального университета

Инженерный городок должен предоставить пространство для клубной, креативной, культурной, спортивной и иной активности студентов, магистрантов, аспирантов, ученых, инженеров, преподавателей. Он должен стать благоприятной средой для реализации целостного образа жизни инженеров нового поколения – предоставить возможности для творчества, поддержания здоровья, создания молодых семей и воспитания детей, разностороннего общения, сочетания профессиональной деятельности и самых разных увлечений, продуктивного досуга.

Для учащихся физико-математической школы инженерный городок должен стать не только местом профессионального самоопределения, стартового естественнонаучного и инженерного образования, но и «школой образа жизни», задающей общие смысловые ориентиры на последующую жизнь. Такие ориентиры, вместе с качеством образования, задают «элитность» естественнонаучного и инженерного образования.



РАЗДЕЛ 8. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ – ИНФРАСТРУКТУРА ЭКОСИСТЕМ ЗНАНИЙ, ИННОВАЦИОННЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Цифровые технологии создают новые возможности коммуникации, сохранения, передачи и обработки информации; «цифровые отражения» объектов и процессов; создают принципиально новые виртуальные объекты и среды, инструменты аналитики, проектирования и управления. На этой основе происходит глубокая трансформация производственных, экономических, социальных и культурных процессов. Создание интернета, компактных электронных гаджетов, разработка нового поколения компьютерных алгоритмов и программ, технологии искусственного интеллекта, работы с «большими данными» и «распределенными реестрами» – все это формирует «цифровой мир», который становится неотъемлемой частью реальности.

На основе цифровых технологий возникает новая форма организации взаимодействий множества акторов, участвующих в производственной деятельности, в социальной и культурной жизни – цифровые платформы. Платформенные решения преобразуют все сферы деятельности человека – производство различной продукции и услуг, торговлю, управление, здравоохранение, образование и др.

8.1. Цифровые платформы как инфраструктура экономики

Среди современных инфраструктур экономики все большее место занимают цифровые платформы – они обеспечивают информационный обмен и осуществление транзакций между экономическими субъектами, создание цифровых услуг и продуктов на единой технологической основе, развертывание сетей создания стоимости, кластеров и целых экосистем в разных сферах деятельности.

Дж. Паркер в книге «Революция платформ»⁸⁸ называет цифровой платформой бизнес, основанный на осуществлении создающих ценность взаимодействий между внешними производителями и потребителями. Платформа представляет собою открытую инфраструктуру для участников взаимодействий и устанавливает для них правила. Ее основная

⁸⁸ Паркер Дж., ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017. 304 с.

задача – объединять пользователей и облегчать обмен продуктами или социальными ценностями, способствуя созданию благ, значимых для всех участников.

В настоящее время цифровые платформы (шеринговые платформы, поисковые системы, социальные сети, платформы электронной торговли и др.) и формируемые ими экосистемы преобразуют целые отрасли экономики. Они становятся драйверами экономического роста, «подстегивая» конкуренцию и создание инноваций, повышая эффективность бизнес-процессов. На их основе возникают новые способы создания стоимости, механизмы быстрых и надежных коммуникаций, взаимодействий и обменов между экономическими агентами, формируется экономика совместного пользования. При этом снижается роль географических, временных и иных факторов, влияющих на социально-экономические процессы и институты⁸⁹.

Консалтинговая компания Accenture определяет цифровую платформу как группу технологий, технологических решений, которые обеспечивают создание специализированной системы цифрового взаимодействия. Эксперты Массачусетского технологического института утверждают, что цифровая платформа – это в первую очередь «обеспеченная высокими технологиями бизнес-модель, которая создает стоимость, облегчая обмены между двумя или большим числом взаимозависимых групп участников»⁹⁰.

Компания «Ростелеком»⁹¹ предлагает следующее определение цифровой платформы: это «система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников отрасли экономики (или сферы деятельности), осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета цифровых технологий работы с данными и изменения системы разделения труда». Для цифровой платформы характерны:

- 1) алгоритмизация взаимодействий участников – они упорядочены и реализуются в рамках установленных алгоритмов;
- 2) взаимовыгодность отношений участников – принцип «win-win» (выгода может быть не только экономической);
- 3) масштаб, т. е. значительное число участников взаимодействий. Он оценивается с учетом всех потенциальных участников платформы – это может быть масштаб сообщества, отрасли экономики, страны, мира;
- 4) единая информационная среда, в которой участники взаимодействуют, и соответствующая информационно-технологическая инфраструктура;
- 5) снижение транзакционных издержек по сравнению с взаимодействиями без платформы.

С точки зрения институциональной экономики цифровые платформы – это гибридные структуры: гибриды рынков, фирм, сообществ и технологических систем. Их можно рассматривать как посреднический институт нового поколения⁹².

⁸⁹ Гелисханов И. З., Юдина Т. Н., Бабкин А. В. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 6. С. 22–36. DOI: 10.18721/JE.11602

⁹⁰ Цит. по: Месропян В. Цифровые платформы – новая рыночная власть (Презентация). [Электронный ресурс]. Режим доступа: М., 2018. <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=46781&p=attachment>

⁹¹ Ростелеком. Цифровые платформы: подходы к определению. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf

⁹² Там же.

Действующая цифровая платформа существует в трех измерениях:

- 1) технологическая конструкция платформы,
- 2) платформенная бизнес-модель,
- 3) сформированная на базе платформы экосистема, включающая множество экономических агентов⁹³.

В докладе Всемирного банка (2018)⁹⁴ подчеркивается, что многосторонние цифровые платформы становятся базовой инфраструктурой современной экономики: они позволяют представителям каждой стороны взаимодействовать с помощью инструментов, облегчающих поиск, согласование, осуществление транзакций. Платформы могут быть: 1) внутренними, обеспечивая производственный процесс одного экономического субъекта или цепочку поставок (координацию между клиентами и поставщиками); 2) внешними (отраслевыми) – лидер платформы задает внешние возможности компаний-участников. Отраслевые цифровые платформы предназначены для объединения различных игроков в определенном отраслевом кластере или между отраслями. Они способствуют цифровой трансформации промышленности и стимулируют НИОКР, инновации и трансфер технологий в рамках конкретной отрасли. По оценке Всемирного банка, общий объем глобальной платформенной экономики в 2016 году составил около 4,3 трлн долларов, исходя из общей стоимости 176 платформенных компаний⁹⁵.

В ряде случаев цифровыми платформами владеют и управляют правительства на уровне стран и регионов. Примерами могут быть платформы государственных услуг, которые помимо собственно госуслуг используются для разработки и предоставления множества взаимозависимых приложений и услуг. Экосистема такой платформы строится по «веерной» модели: приложения и службы используют открытую архитектуру и открытые программные интерфейсы приложений, поддерживаемые цифровой платформой⁹⁶.

Воздействие платформ на развитие экономики неоднозначно: они могут быть и «подрывной», и созидательной силой. Успешные платформы становятся источником конкурентных преимуществ компаний-владельцев и при этом могут подавлять малые и средние предприятия или деформировать конкуренцию в пользу отдельных игроков. В некоторых случаях платформы обостряют трудовые конфликты (пример – конфликт между Uber и автономными таксистами), проблемы арбитража (конфликты вокруг онлайн-сделок), дискриминацию, проблемы налогообложения. Накопление и использование огромных объемов данных с помощью платформ дает возможность манипулировать ценами и делать иные «интервенции» на рынках. Возникает необходимость особого регулирования в целях защиты поставщиков и потребителей услуг, а также предотвращения монополизации платформами целых отраслей⁹⁷.

⁹³ Ростелеком. Цифровые платформы: подходы к определению. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf

⁹⁴ Всемирный банк. 2018 год. Доклад о развитии цифровой экономики в России, сентябрь 2018 года, «Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации». Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия.

⁹⁵ Там же, с. 40.

⁹⁶ Там же, с. 43.

⁹⁷ Там же, с. 43.

8.2. Цифровые платформы в науке и образовании

8.2.1. Цифровые платформы в сфере науки

В перспективе все ключевые компоненты научной деятельности могут осуществляться на основе цифровых платформ⁹⁸:

- постановка проблем;
- сбор информации (наблюдения, сбор фактических данных, организация экспериментов);
- анализ результатов (систематизация, поиск значимого);
- синтез знаний – обобщение, формулирование, гипотез, теорий, законов, построение моделей;
- проверка (критика) гипотез, моделей и т. д.

В настоящее время разные компоненты исследовательской деятельности в различной степени обеспечены платформенными решениями. Можно выделить следующие наиболее распространенные виды цифровых платформ в сфере науки⁹⁹.

1. Платформы для аренды и совместного использования инфраструктуры. Университеты и бизнес-компании создают интернет-площадки, с помощью которых сдают в аренду технологическую инфраструктуру, в том числе научное оборудование (особенно уникальные исследовательские установки и дорогостоящие приборы), вычислительные мощности, лабораторные помещения и др.

2. Социальные сети ученых. Они предоставляют ученым сервисы ведения личного кабинета, форумов, организации «виртуальных сообществ», формирования рейтинга, создания электронного архива документов, новостных лент и др.

3. Датацентричные и аналитические платформы. Датацентричные архитектуры дают возможность накапливать оцифрованные данные и искать в них необходимые компоненты (либо корреляции и связи) при помощи алгоритмов машинного обучения. Наиболее очевидно их применение в экономике, социологии, экологии. В настоящее время 28 % объемов исследований в мире осуществляется с использованием цифровых хранилищ данных.

4. Платформы краудфандинга. На такой платформе ученый может разместить объявление о своем исследовательском проекте и начать общественную кампанию по привлечению средств. Удачными нишевыми сервисами являются Barnraiser (сельское хозяйство); Medstart (медицина), CoinFunder (биткойны и блокчейн), Experiment.

5. Публикационные сервисы, которые помогают исследователям оформлять публикации (оформлять аннотации, библиографические ссылки и др.), размещать их в электронных и бумажных журналах и т. п. Можно выделить два направления обеспечения свободного доступа к публикациям. Первое, так называемый Green Road, объединяет сторонников «самоархивирования» и позволяет исследователям публиковать собственные работы в свободном доступе в Интернете. Второе, Golden Road, предлагает альтернативные модели издания журналов и материалов конференций, в рамках которых затраты несут издатель, а для конечного пользователя доступ к публикациям полностью открыт и бесплатен.

⁹⁸ Ершова Т. В., Хохлов Ю. Е. Цифровые платформы для исследований и разработок // Сетевая организация рыночно-ориентированных исследований разработок НТИ и цифровой экономики: проект концепции / Агентство стратегических инициатив, АНО «Цифровая экономика», РВК. М., 2017.

⁹⁹ Добридюк С. Цифровые платформы научных исследований. 2017. 15 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ppt-online.org/393440>

Одним из форматов распределенной исследовательской работы является «виртуальная исследовательская лаборатория», включающая ряд сервисов: электронный архив; портал, объединяющий ресурсы Интернета по проблемам определенной области знаний; программные средства для поддержки коллективной работы территориально распределенных групп исследователей или обучаемых.

Примеры социальных сетей ученых: <https://www.researchgate.net/>, <https://www.sciencecommunity.org/>, <http://scipeople.ru/>.

Пример краудфандинговой платформы для финансирования научных исследований – Experiment¹⁰⁰. С помощью этой платформы ученые из США привлекают средства для ведения исследований и разработок.

Пример сервиса для работы с цитированием (автоматически извлекает метаданные публикации): <http://www.citeulike.org/>.

Пример репозитория научных работ – наиболее известный и объемный архив препринтов по физике, математике, вычислительной технике и смежным дисциплинам <http://www.arxiv.org/>.

Следующим этапом развития цифровых платформ, после обеспечения отдельных функций исследовательской деятельности, стало создание целостных многофункциональных «виртуальных исследовательских сред» (Virtual Research Environments)¹⁰¹, которые поддерживают «полный цикл» исследовательской работы от формулирования проблем до публикации результатов. Например, в Оксфордском университете такого рода разработки ведутся для поддержки исследований в биологии¹⁰², гуманитарных науках¹⁰³.

Так, платформа myExperiment¹⁰⁴ – это созданная исследовательскими консорциумами Великобритании среда для совместной работы, в которой ученые могут безопасно публиковать материалы своих рабочих процессов и экспериментов *in silico*, делиться ими внутри рабочих групп. Различные цифровые объекты и целые пакеты объектов можно размещать, сортировать, искать, изменять. В отличие от Facebook или MySpace, myExperiment ориентируется на потребности исследователей и позволяет создавать сообщества и формировать отношения, обмениваться опытом, в итоге сокращая время на эксперименты и повышая их результативность.

Платформа Kaggle¹⁰⁵ – виртуальная площадка, на которой встречаются носители информации и те, кто может ее обработать. Участниками проекта являются ученые, математики, аналитики (46 тыс. человек по всему миру) – те, кто понимает принципы построения сложных алгоритмов и моделирования.

8.2.2. Цифровые платформы в образовании

Переход образования на цифровые платформы не сводится к публикации online учебников, методических материалов или пакетов лекций и коммуникации между преподавателями и учащимися через Интернет. В докладе «Образовательные системы для обще-

¹⁰⁰ Краудфандинговая платформа «Эксперимент» <https://experiment.com/>

¹⁰¹ Virtual Research Environments: Overview and Activity. Available at: <http://www.ariadne.ac.uk/issue44/fraser>

¹⁰² Integrative Biology: Exploiting e-Science to combat fatal diseases. Available at: <http://www.integrativebiology.ox.ac.uk/publications.html>

¹⁰³ Humanities Virtual Research Environment (consultancy). Available at: <http://www.e-science.ox.ac.uk/humanities/>

¹⁰⁴ <https://www.myexperiment.org/home>

¹⁰⁵ <https://te-st.ru/entries/kaggle/>

ственной трансформации», подготовленном Global Education Futures¹⁰⁶, проанализированы основания и условия «платформенного» образования.

Одной из важнейших предпосылок работы образовательных платформ является «распаковка» (и далее «перепаковка») контента. Распаковка (unbundling) – это разбивка курсов, текстов и других учебных материалов на минимальные блоки знания («знаниевые атомы»), из которых можно пересобрать учебные курсы. Это позволит создавать персонализированные образовательные материалы и программы, соответствующие актуальным интересам и потребностям развития учащихся. Кроме этого, «разгруппирование» упрощает переход к мобильному обучению – пользователь может прочитать небольшую статью или посмотреть обучающий ролик на мобильном устройстве. Агрегация или «перепаковка» (rebundling) этого «атомизированного» контента делает возможным создание множества образовательных траекторий, соответствующих самым разным типам пользователей. Процесс «атомизации» контента становится вызовом для традиционных держателей знаний (исследовательские институты, университеты, компании-разработчики и др.) по двум причинам: 1) конфликт прав на интеллектуальную собственность; 2) системный характер научного знания – его «атомы» не случайны и могут собираться только в определенных последовательностях.

Первая из этих двух проблем может разрешиться, поскольку появляются способы маркировать создаваемое знание, в том числе оценивая вклад каждого члена авторского коллектива (например, через блокчейн-системы). Вторая проблема является серьезным вызовом, поскольку «атомизация» знаний сможет работать только в изначально эклектичных областях (например, бухгалтерское дело), а в других сферах потребуются более сложные подходы, например, создание «знаниевых деревьев»¹⁰⁷.

Важным зарождающимся направлением развития образовательных платформ является изменение их «модальности действия». В настоящее время большинство из них работают с пользователем как с «читателем», а учебные курсы выстроены как интерактивные книги. В некоторых случаях платформы используют виртуальные среды, в которых пользователь может играть в игры или ставить виртуальные эксперименты. Однако есть другой вариант: платформа выполняет роль наставника и координатора для поддержки деятельности в реальном мире. Некоторые платформы начинают практиковать активные формы деятельностного обучения, такие как проектное обучение. Одним из прототипов такой платформы является MITx u.lab, многопользовательский онлайн-курс, организованный Presencing Institute при Массачусетском технологическом институте. На базе u.lab сообщества учащихся по всему миру определяют местные проблемы и создают проекты и социальные стартапы для их решения¹⁰⁸.

Среди наиболее известных глобальных образовательных платформ преобладают платформы многопользовательских онлайн-курсов (massive open online courses, MOOCs), реализуемых по схеме «один преподаватель – много учащихся». Первыми глобальными образовательными платформами стали EdX, Coursera и Udeму – они предоставили признанным профессорам и университетам инструменты организации онлайн-курсов для широкой аудитории по всему миру.

¹⁰⁶ Образовательные системы для общественной трансформации: Доклад Global Education Futures. М., 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNiTXpUZ2QwZkTiR0pzSmJR/view>

¹⁰⁷ Там же, с. 68–69.

¹⁰⁸ Там же.

Такой же подход «один преподаватель – много студентов» реализует Khan Academy, но в отличие МООС-платформ этот проект является подборкой учебных материалов, создаваемой единственным профессором Салманом Ханом (точнее, специальной командой под его руководством).

Особенность проекта EdX состоит в создании открытого кода, применяемого разными онлайн-платформами; на основе этого кода был создан целый ряд национальным образовательных платформ, например, французская FUN, арабская Edraak, китайская XuetangX, российская Национальная платформа открытого образования и т. д.¹⁰⁹

Заметно меньше аудитория платформ, предназначенных для перекрестного обучения в сообществах, таких как P2P University. Круг деятельностно-образовательных платформ пока является довольно узким. В качестве примера можно указать проект u.lab¹¹⁰, который совмещает онлайн-курс на платформе EdX с самоорганизующимися учебными группами, встречающимися в оффлайне.

В 2015 г. ассоциация «Национальная платформа открытого образования» при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации создала онлайн-платформу «Открытое образование» (www.openedu.ru), объединяющую топ-9 из 814 российских вузов. В настоящее время более 120 000 студентов посещают 140 курсов на этой национальной платформе онлайн-обучения. Кроме того, существует несколько популярных негосударственных цифровых образовательных платформ: Лекториум (www.lektorium.tv), Универсариум (www.universarium.org), Юнивеб (www.uniweb.ru) и т. д. Ведущие российские университеты также представлены на глобальных образовательных площадках, таких как Coursera и edX¹¹¹.

8.3. Конструкции цифровых платформ

Принципиальная конструкция цифровой платформы описана Дж. Паркером и др.¹¹²: ее основой является «ключевое взаимодействие между производителями и потребителями» – это главная форма активности, обмен ценностью, который в первую очередь и привлекает пользователей на платформу. Ключевое взаимодействие состоит из трех основных элементов: участников, единицы ценности и фильтра.

1. Участники. В любом ключевом взаимодействии заняты: производитель, который создает ценность, и потребитель, использующий ее. При этом пользователь может играть разные роли в различных взаимодействиях. Например, на платформе Airbnb пользователь может брать на себя роль и «гостя», и «хозяина», но в каждом конкретном взаимодействии он играет только одну роль. На YouTube пользователь может и загружать видео, и просматривать их. Для платформ характерно разнообразие участников, однако в рамках

¹⁰⁹ Образовательные системы для общественной трансформации: Доклад Global Education Futures. М., 2018. С. 66. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNiTXpUZ2QwZktiR0pzSmJR/view>

¹¹⁰ u.lab 2x From Prototype to Eco-System Impact. Available at: <https://www.presencing.org/u-lab-2x>

¹¹¹ Всемирный банк. 2018 год. Доклад о развитии цифровой экономики в России, сентябрь 2018 года, «Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации». Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия.

¹¹² Паркер Дж., ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017. 304 с.

ключевого взаимодействия оно «сворачивается» к немногим ролям. Например, типичное действие на платформе Facebook – «обновление статуса», то есть публикация записи, которая сообщает участникам сети о том, что автор делает или думает. Автором может быть частное лицо, представитель компании или некоммерческой организации и т. д., но его роль остается все той же. Аналогичным образом, видео для YouTube создают и медиакомпании, и частные лица. Мотивы и стимулы разных по типу участников, подталкивающие их к активности на платформе, могут быть разными, но они начинают играть сходную роль.

2. Единица ценности. Взаимодействие на платформе начинается с обмена информацией, имеющей ценность для участников. Например, на платформах eBay или Airbnb единицей ценности является объявление о продукте, которое создается продавцом и предоставляется покупателям по поисковым запросам или на основе предыдущих действий. На платформе Kickstarter единицей ценности является описание проекта, которое позволяет потенциальным спонсорам принять решение, стоит ли его поддержать. Видео на YouTube, твиты в Twitter, профили профессионалов на LinkedIn и объявления о доступных машинах на Uber – все это единицы ценности. Они содержат данные, необходимые пользователям для принятия решения о том, готовы ли они перейти к дальнейшему обмену.

3. Фильтр. Единица ценности доставляется потребителям благодаря фильтрам. Это программный инструмент, благодаря которому пользователи платформы получают только уместные и важные для них данные. Слабые фильтры (или их отсутствие) означают, что пользователей может захлестнуть поток единиц, которые они считают неуместными и бесполезными; это приводит к тому, что люди покидают платформу. Примером фильтра может быть поисковый запрос.

Соответственно, создание платформ должно происходить пошагово. Разработка должна начинаться с определения ключевого взаимодействия, так как обмен ценностью и привлекает большинство пользователей на платформу. Его основные компоненты – участники, единицы ценности и фильтры – должны быть точно определены и тщательно разработаны, чтобы ключевое взаимодействие получилось как можно более легким, привлекательным и ценным для пользователей. Основополагающая задача платформы – содействие ключевому взаимодействию, и если платформа с этой задачей хорошо справляется, то она может существовать и развиваться.

Должны быть четко прописаны и понятны роли пользователей в рамках ключевого взаимодействия; грамотно выстроенная платформа позволяет пользователям легко переключаться с роли на роль. Критически значимы единицы ценности, платформа должна обеспечивать их оформленность и доступность для участников¹¹³.

Хотя платформы не являются «заводами», которые производят определенные продукты, они воспитывают культуру качества, поощряют производителей создавать единицы ценности, которые точно адресованы, полезны и интересны потребителям. Они создают фильтры, которые будут предлагать ценные единицы и блокировать остальные, хотя у них нет непосредственного контроля над производством как таковым¹¹⁴.

В архитектуре платформы следует различать «ядро» и «периферию»: «ядерные» компоненты стабильны, а набор дополнительных «периферийных» компонентов высоко ва-

¹¹³ Паркер Дж., ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017. 304 с.

¹¹⁴ Stabell C. B., Fjeldstad Ø. D. Configuring Value for Competitive Advantage: On Chains, Shops, and Networks // Strategic Management Journal. 1998. Vol. 19. No. 5. Pp. 413–437.

риативен. Низковариативные и долгоживущие элементы определяют интерфейс системы и правила, управляющие взаимодействиями разных участников платформы. Вариативные элементы адаптируют платформу к меняющимся интересам и нуждам пользователей, позволяют расширять ее функционал¹¹⁵.

С учетом этого платформы выстраиваются модульным образом: они поделены на модули, часть которых реализует функции «ядра», а часть – функции «периферии». Важно, чтобы модули могли быть изъяты и заменены на другие в ходе развития платформы, чтобы «периферия» могла наращиваться через присоединение новых модулей.

Преимущество модульной конструкции состоит в том, что платформа явно поделена на подсистемы, которые 1) могут работать как целое, взаимодействуя через специальные интерфейсы; 2) при этом могут разрабатываться индивидуально, если подчиняются общим стандартам разработки и совместимы с остальной системой с помощью стандартного интерфейса. Такие подсистемы могут создаваться разными «внешними» разработчиками, а «собственники» платформы должны выстроить и предъявить «программный интерфейс приложений» (Application Programming Interface, API), который обеспечивает доступ внешних участников к корневым ресурсам¹¹⁶.

¹¹⁵ Baldwin C. Y., Woodard C. J. The Architecture of Platforms: A Unifid View. Harvard Business School Working Paper 09-034. Available at: https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/09-034_149607b7-2b95-4316-b4b6-1df66dd34e83.pdf

¹¹⁶ Паркер Дж., ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017. 304 с.

РАЗДЕЛ 9. МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В настоящее время Сибирский федеральный университет создает специальную цифровую платформу, задачей которой будет поддержка процессов формирования экосистемы науки, образования и инноваций Красноярского края. На платформе будут представлены: 1) ключевые участники научно-образовательной системы региона – университеты, научные институты, органы власти, организации инновационной инфраструктуры, крупные и высокотехнологичные бизнес-компании и др.; 2) научные школы, исследовательские группы, индивидуальные пользователи (ученые, эксперты, преподаватели, студенты и др.); 3) планируемые и реализуемые проекты, образовательные курсы, дискуссионные площадки и др.

Создание и развитие платформы будет происходить в несколько этапов: 1) создание «представительств» организаций и индивидуальных пользователей, информирование о мероприятиях и событиях в научно-образовательной сфере, онлайн-курсах и иных ресурсах; 2) обеспечение программной поддержки процессов – коммуникации, переговорных процессов, личного органайзера; 3) создание сервисов, обеспечивающих запуск и реализацию совместных исследовательских и образовательных проектов.

Цифровая платформа должна стать значимой инфраструктурой, обеспечивающей информационную открытость, поддерживающей интегративные процессы в научно-образовательной сфере и становление «интеллектуальной экосистемы» в Красноярском крае.

9.1. Необходимость, сверхзадачи, цели и задачи цифровой платформы региональной интеллектуальной экосистемы

Цифровая платформа должна стать инфраструктурой для выстраивания и поддержки коммуникаций и создания коллабораций между субъектами и стейкхолдерами научно-образовательного комплекса – университетами и другими вузами, академическими институтами, внеинституциональными группами и сообществами, бизнес-компаниями, органами власти, организациями инновационной инфраструктуры – и в дальнейшем основой для формирования региональной научно-образовательной и инновационной экосистемы.

Цифровая платформа должна обеспечить:

- информационную представленность организаций, групп, персон – их «видимость» друг для друга и для органов управления наукой и образованием в регионе; возможность презентации собственной деятельности, достижений и перспектив;
- достоверную и актуальную информацию о деятельности Министерства образования и науки и других региональных органов исполнительной власти Красноярского края в области образования, науки и инноваций, о проводимой ими политике и реализуемых мероприятиях;
- возможность вступать в коммуникацию, обсуждать общую проблематику, создавать совместные проекты, обмениваться и совместно использовать ресурсы;
- возможность организовывать события и мероприятия или участвовать в них;
- возможность создавать группы для образовательной, научной, культурной, общественной активности;
- возможность получать финансовую и организационную поддержку через участие в грантовых конкурсах, различных программах поддержки и др.

Основные цели создания цифровой платформы:

1. Достижение информационной открытости организаций науки и образования. Каждый вуз, научное учреждение, инжиниринговая компания должны иметь свое «представительство» на платформе, которое содержит информацию, важную для партнеров. Наиболее значимые бизнес-компании региона должны иметь представительства, отражающие их интересы и запросы в области прикладных исследований и разработок, подготовки кадров.

В настоящее время все вузы Красноярского края сайты имеют сайты, которые содержат огромное количество информации. Однако при этом часто отсутствует информация, значимая для потенциальных партнеров, например, о проводимых исследованиях и разработках, которые представляют интерес для промышленности. Если такая информация есть, ее трудно найти «в недрах» сайта – она скрыта внутри научных статей и т. п.

«Представительство», в отличие от сайта, должно напрямую обращаться к потенциальным партнерам, в краткой и ясной форме доносить суть предложений или возможностей сотрудничества; давать надежный и быстро действующий канал связи для начала взаимодействий.

Сегодня университеты, несмотря обилие информации на их сайтах, остаются в значительной степени «закапсулированными» – в проектах вузов (научных, образовательных, общественных) участвуют в основном их собственные преподаватели и студенты. Есть и межвузовские мероприятия, такие как конференции, однако их содержание сводится к предъявлению результатов уже сделанных работ. Сетевые образовательные программы и сетевые научные проекты очень немногочисленны. Межвузовская активность, как правило, «периферийна» по содержанию, т. е. относятся к спортивной и культурно-досуговой деятельности (соревнования, КВН и др.).

Остается низкой информационной открытость бизнес-партнеров университетов. Интересы бизнес-компаний в области исследований и разработок отражаются, в лучшем случае, в планах закупок, которые публикуются в интернете. При этом остаются «закрытыми» перспективные, долгосрочные интересы компаний, на которые могли бы ориентироваться научные группы в университетах.

2. Формирование центров активности – лидеров и групп, которые выступают с инициативами и проектами в сфере образования, науки, инноваций, культурной и общественной активности. Такие группы и инициативы должны быть открытыми, т. е. не замыкаться внутри кафедры, лаборатории и т. п. Они должны «наращивать» связи между институциями и формировать региональную экосистему, включая в сферу своего влияния представителей разных институций и отдельных активистов,

Сегодня активным персонам и группам проще найти заинтересованную аудиторию или партнеров в других регионах и даже странах – через социальные сети – чем в собственном или в соседнем вузе. Цифровая платформа должна дать им возможность создать свое «представительство», инициировать события и проекты, находить партнеров, находить точки приложения усилий внутри региона – проблематику, заказ, ресурсы, кооперации.

3. Реализация событий – значимых действий, мероприятий с вовлечением разных участников формирующейся экосистемы. Это могут быть конкурсы проектов, научные форумы, просветительские акции и др.

Сверхзадача цифровой платформы – формирование коллективного субъекта деятельности в области науки и высшего образования Красноярского края. Коллективный субъект формируется через «конфигурирование» активностей индивидуальных и институциональных пользователей:

Индивидуальные пользователи

- Ученые (лидеры, «рядовые», молодые ученые)
- Преподаватели
- Учащиеся (аспиранты, студенты, старшекласники)
- Жители региона

Институциональные пользователи – организации, которые действуют на платформе через своих представителей

- Органы власти региона
- Вузы
- Академические институты
- Фонды (ККФПНиНТД и другие)
- Инжиниринговые компании
- Бизнес-компании

Формирование экосистемы науки и образования в условиях невысокой активности и малой открытости потенциальных участников, их тяготения к привычным формам деятельности («эффект колеи») и недостаточности ресурсов – непростая задача. Ее решение требует времени и на начальных этапах – определенных мер административного принуждения, например, Министерство образования и науки края может вменить вузам работу по информационному наполнению их представительств на цифровой платформе.

В качестве ближайших задач формирования основ экосистемы образования, науки и инноваций в Красноярском крае можно задать следующее.

1. Размещение на цифровой платформе не менее 10 представительств бизнес-компаний, которые обозначат свои интересы в сфере исследований и разработок.

2. Размещение не менее 20 представительств бизнес-компаний, которые обозначат свой запрос на кадры в форме обращения к студентам, будущим выпускникам, аспирантам и сотрудникам университета.

3. Размещение на цифровой платформе представительств всех вузов и научных институтов г. Красноярска, в которых опубликованы предложения и показаны возможности для бизнес-партнеров в области исследований, разработок, экспертизы и консалтинга, целевой подготовки кадров, переподготовки и непрерывного образования.

4. Размещение на платформе персональных представительств не менее 100 ведущих ученых, экспертов, инженеров-разработчиков, лидеров высокотехнологичного бизнеса и др., которые обозначат области их работы, достижения, перспективы деятельности, области возможного партнерства с другими учеными или с бизнесом.

5. Формирование на цифровой платформе не менее 10 молодежных интеллектуальных площадок, в деятельности которых участвуют студенты, аспиранты, молодые преподаватели и ученые многих вузов края. Площадки – это дискуссионные клубы, научные кафе, тематические «школы», проблемные семинары и т. д.

6. Проведение в крае посредством цифровой платформы не менее 10 конкурсов для молодежи (ученых, преподавателей, студентов, предпринимателей в наукоемких областях, активистов в культурной и общественной сфере) ежегодно.

7. Представление на платформе не менее 50 востребованных онлайн-курсов, разработанных вузами края, с возможностью пройти обучение и получить сертификат.

8. Деятельность через каналы цифровой платформы не менее 50 лидеров-наставников, которые предлагают экспертизу, консультации, руководство в процессе подготовки выпускных работ, магистерских и кандидатских диссертаций, подготовки исследовательских проектов молодых ученых, выдвигаемых на конкурсы, и др.

9. Деятельность через каналы платформы не менее 50 экспертов-консультантов по R&D-проектам, которые помогают оформить проблемы, цели и задачи, методы реализации проекта, организовать выполнение работ, выстроить необходимые научные коммуникации, оформить результаты проекта.

10. Организация посредством цифровой платформы не менее 20 научно-образовательных форумов (конференций и др.) – межвузовских, с привлечением представителей академических институтов, высокотехнологичных компаний.

11. Организация посредством цифровой платформы регулярной работы не менее 50 тематических семинаров в области науки, технологий, образования, общественной и культурной проблематики.

9.2. Функции цифровой платформы

Сложные цифровые системы создаются поэтапно, начиная с некоторого базового функционала, с последующим наращиванием функций и возможностей. Необходимые функции и инструменты могут либо встраиваться как собственные программные модули платформы, либо задействоваться через подключение к внешним ресурсам и платформам. Предполагается, что цифровая платформа научно-образовательной экосистемы будет развиваться следующим образом.

Первый этап: цифровая платформа – образ региональной интеллектуальной системы. Платформа включает «представительства» персон, групп, организаций и отражает:

- проводимую деятельность (проекты), ее результаты и достижения, планы на будущее;
- запросы на научно-технические разработки.

Второй этап: цифровая платформа – коммуникативная среда и среда онлайн-образования. Кроме представительств, она включает сервисы, которые:

- снижают издержки взаимодействия и сотрудничества;
- помогают находить партнеров (заказчиков, исполнителей, соисполнителей), вступать в кооперации, создавать сообщества;
- позволяют организовать мероприятия оффлайн и онлайн;
- позволяют развернуть обсуждения экспертами значимых для региона, страны и мира технологических и социально-экономических вопросов;
- позволяют участникам включаться в грантовые программы, программы поддержки, социальной помощи для студентов, молодых преподавателей и др.
- обеспечивают образовательную навигацию и доступ к образовательным ресурсам.

Третий этап: цифровая платформа – среда реализации совместных научных, прикладных проектов, инновационной деятельности. Кроме перечисленных выше сервисов, она предоставляет цифровые инструменты:

- менеджмента проектов;
- аккумуляции ресурсов внутри проекта – цифровых библиотек, промежуточных результатов исследований и разработок, документации и др.;
- экспертной поддержки проектов;
- коллективного использования научного оборудования, производственных, экспедиционных площадок и др.;
- проектирования, организации стартапа, поиска ресурсов;
- поиска партнеров (инвесторов, заказчиков, поставщиков);
- продвижения продукции.

Четвертый этап: цифровая платформа – среда накопления интеллектуального, социального, репутационного капитала. Платформа использует цифровые инструменты:

- продвижения и защиты результатов научной деятельности;
- создания профессиональных сетей;
- аккумуляции оценок и рейтингов (репутации).

9.3. Структура цифровой платформы

Структура цифровой платформы будет включать ряд подсистем и функциональных блоков. На рис. 9.1 представлена структура платформы в наиболее полном виде – после того, как будут реализованы все этапы развертывания ее функций. Основные подсистемы – «навигация», «деятельность», «коммуникация». Навигация в экосистеме обеспечивается представительствами организаций, групп и персон, специальными «картами» экосистемы, информацией о событиях. В подсистеме «деятельность» находятся сервисы и инструменты, обеспечивающие возможности онлайн-образования, реализации научных и иных проектов, работы с информацией. Подсистема «коммуникация» включает сервисы для организации событий и мероприятий, поддержки сообществ, площадки заказов.

На рис. 9.2 представлена структура стартового варианта платформы для реализации «ближайших задач формирования основ региональной экосистемы», как они обозначены выше.



Рис. 9.1. Развернутая структура цифровой платформы – подсистемы и блоки

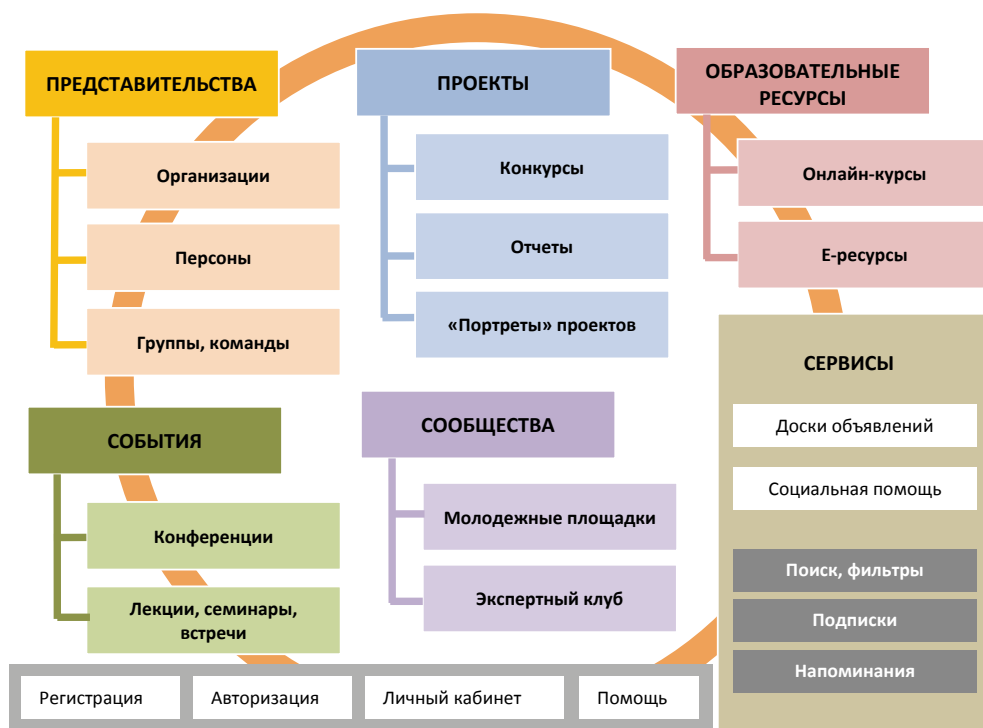


Рис. 9.2. Схема стартовой структуры цифровой платформы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕРАМ ПОДДЕРЖКИ СОТРУДНИЧЕСТВА В РАМКАХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Для формирования «интеллектуальной экосистемы» Красноярского края необходимо активизировать коммуникацию и сотрудничество ее участников, поддерживать единое информационное поле, вводить в практику современные форматы коллаборации.

В качестве мер поддержки сотрудничества можно предложить следующие.

1. Актуализировать деятельность Сибирского научно-образовательного консорциума (СНОК) для решения задач сотрудничества вузов, институтов и бизнеса (формирование общей инфраструктуры поддержки образовательной, научной и инновационной деятельности; обновление оборудования и приборной базы; создание общих образовательных программ, расширение академической мобильности студентов и преподавателей и др.).

2. Подготовить проект и дорожную карту создания научно-образовательного центра (НОЦ) «Енисейская Сибирь: Индустрия 4.0» для участия в национальном проекте «Наука».

3. Подготовить и провести стратегическую сессию «Исследования, технологии, кадры для ускоренного развития Красноярского края» с участием вузов, институтов, инжиниринговых компаний, представителей крупного бизнеса.

4. Провести переговоры с руководителями ведущих компаний региона по увеличению объемов затрат на НИОКР и инжиниринг с участием вузов и инжиниринговых компаний Красноярского края.

5. Провести серию встреч и семинаров с представителями ведущих промышленных и высокотехнологичных компаний, вузов, институтов, инжиниринговых компаний для разработки краткосрочных (1–2 года) среднесрочных (3–5 лет) и долгосрочных (5–10 лет) планов (дорожных карт) сотрудничества.

6. Создать цифровую платформу научно-образовательной экосистемы, которая будет служить информационным пространством и каналом для развития сотрудничества вузов, институтов, инжиниринговых компаний, представителей крупного бизнеса – информационного обмена, агрегации предложений и заказов, поиска партнеров и заказчиков, поддержки реализации совместных проектов, поддержки сетевых образовательных программ и др.).

7. Определить перечень масштабных международных научных конгрессов, деловых форумов и выставок по ключевым и приоритетным направлениям развития Красноярского края и Ангаро-Енисейского макрорегиона (Красноярский экономический форум, Международный конгресс «Цветные металлы и минералы» и др.).

8. Создать на базе университетов и объектов инновационной инфраструктуры «Точку кипения» (НТИ), регулярно действующие интеллектуальные площадки для молодежи и бизнеса (Хакатоны, Интеллектуальные марафоны, Rapid форсайты и др.).

9. Провести открытый конкурс «Лидеры будущего» для выявления лидеров и лидерских команд в научной, инновационной и образовательной сфере; в рамках конкурса организовать акселерацию лидеров и проектов с перспективой участия в Национальной технологической инициативе и сотрудничества с бизнес-компаниями.

10. Организовать деятельность технологических платформ в рамках Ангаро-Енисейского макрорегиона как эффективной формы сотрудничества вузов, институтов, инжиниринговых компаний, с предприятиями реального сектора Сибири и России.

11. Подготовить проект и дорожную карту создания в Красноярском крае Инновационного научно-технологического центра с широкими возможностями для развития научных исследований и технологических разработок (в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2017 г. №216-ФЗ).

12. Подготовить предложения (дорожную карту) по сотрудничеству вузов, институтов и инжиниринговых компаний Красноярского края с институтами развития: Агентством стратегических инициатив (АСИ); Национальной технологической инициативой (НТИ); Российской венчурной компанией (РВК); Фондом Сколково и др.

13. Разработать государственную программу Красноярского края «Цифровой регион», обеспечивающую широкое использование цифровых технологий на промышленных предприятиях, в социальной сфере, в системе государственного и муниципального управления.

14. Разработать и утвердить стратегию (программу) развития научно-образовательного и инновационного комплекса Красноярского края.

В качестве стартовых организационных мер можно предложить:

1. Сформировать Совет по научно-образовательной и инновационной политике Красноярского края под руководством губернатора региона; назначение Совета – определение приоритетов развития научной, образовательной и инновационной деятельности; согласование позиций различных министерств, вузов, институтов, организаций инновационного сектора.

2. Определить фигуру вице-преьера правительства Красноярского края, который будет курировать вопросы развития науки, образования и инновационной деятельности в крае и координировать процессы развития; сформировать дорожную карту необходимых изменений.

3. Принять решение о создании Министерства (Агентства) науки и высшего образования Красноярского края, которое будет обеспечивать развитие науки и высшего образования и осуществлять оперативную работу по формированию научно-образовательного комплекса (экосистемы) региона.

4. Провести анализ реализации государственных программ Красноярского края в сфере научной и инновационной деятельности, высшего и профессионального образования и подготовки кадров по конкретным направлениям; подготовить предложения по их модернизации.

5. Подготовить предложения по обновлению нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы поддержки и развития научной, образовательной и инновационной деятельности в Красноярском крае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baldwin C. Y., Woodard C. J. The Architecture of Platforms: A Unifid View. Harvard Business School Working Paper 09-034 Available at: https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/09-034_149607b7-2b95-4316-b4b6-1df66dd34e83.pdf
2. Bray D. A. Knowledge Ecosystems: A Theoretical Lens for Organizations Confronting Hyperturbulent Environments. 2007. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=984600
3. Humanities Virtual Research Environment (consultancy). Available at: <http://www.e-science.ox.ac.uk/humanities/>
4. Integrative Biology: Exploiting e-Science to combat fatal diseases. Available at: <http://www.integrativebiology.ox.ac.uk/publications.html>
5. Mason C. & Brown R. Entrepreneurial ecosystems and growth oriented entrepreneurship. Background paper prepared for the workshop organised by the OECD LEED Programme and the Dutch Ministry of Economic Affairs. The Hague, Netherlands, 7th November 2013.
6. Moore J. F. Business ecosystems and the view from the firm. In: The Antitrust Bulletin, 2006, 51(1), pp. 31–75.
7. Stabell C. B., Fjeldstad Ø. D. Configuring Value for Competitive Advantage: On Chains, Shops, and Networks // Strategic Management Journal. 1998. Vol. 19. No. 5. Pp. 413–437.
8. u.lab 2x From Prototype to Eco-System Impact. Available at: <https://www.presencing.org/u-lab-2x>
9. Virtual Research Environments: Overview and Activity. Available at: <http://www.ariadne.ac.uk/issue44/fraser>
10. Васильев В. Н., Тойвонен Н. Р., Казин Ф. А., Яныкина Н. О. Инновационная экосистема Университета ИТМО. Итоги и перспективы программ развития // Инновации. 2014. № 8 (190). С. 27–33.
11. Вебер М. Город // Вебер М. Избранное. Образ общества. М.: «Юрист», 1994.
12. Всемирный банк. 2018 год. Доклад о развитии цифровой экономики в России, сентябрь 2018 года, «Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации». Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия. С. 40.
13. Гелисханов И. З., Юдина Т. Н., Бабкин А. В. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 6. С. 22–36. DOI: 10.18721/JE.11602
14. Грозин А. Н., Третьяк Н. В., Саруханян Х. С. Мобильные экосистемы – разновидность инновационных экосистем // Проблемы современного педагогического образования. 2016. № 52–5. С. 178–185.
15. Дагаев А. А., Яковлева А. Ю. Экосистема инноваций (региональные особенности формирования и развития) // Федерализм. 2011. № 4(64). С. 55–64.
16. Добридюк С. Цифровые платформы научных исследований. 2017. 15 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ppt-online.org/393440>
17. Дорошенко С. В., Шеломенцев А. Г. Предпринимательская экосистема в современных социэкономических исследованиях // Журнал экономической теории. 2017. № 4. С. 212–221.
18. Дубина И. Н., Кожевина О. В., Чуб А. А. Инновационно-предпринимательские экосистемы как фактор устойчивости регионального развития // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 4. С. 4–19.

19. Ершова Т. В., Хохлов Ю. Е. Цифровые платформы для исследований и разработок // Сетевая организация рыночно-ориентированных исследований разработок НТИ и цифровой экономики: проект концепции / Агентство стратегических инициатив, АНО «Цифровая экономика», РВК. М., 2017.
20. Ефимов В. С. Стратегическое планирование и городское самосознание (методологический анализ) // Территориальное стратегическое планирование на новом витке реформ. Сб. докл. Научн. ред. Б.С. Жихаревич. СПб: МЦСЭИ «Леонтьевский центр», 2005. С. 97–100.
21. Каурова Е. Э., Толстель М. С. Индустрия венчурного капитала в России: формирование венчурной экосистемы // Фундаментальные исследования. 2015. № 9. С. 565–568.
22. Лефевр В. А. Формула человека: контуры фундаментальной психологии; пер с англ. М.: Прогресс, 1991. 108 с.
23. Лучшие практики: сборник / под общ. ред. П. С. Чубика; Томский политехнический университет. 3-е изд., перераб. и доп. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 103 с.
24. Месропян В. Цифровые платформы – новая рыночная власть (Презентация). М., 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=46781&p=attachment>
25. Национальный исследовательский Томский политехнический университет: паспорт. 2019. С. 28. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpu.ru/download/document?id=336>
26. Образовательные системы для общественной трансформации: Доклад Global Education Futures. М., 2018. С. 52 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNiTXpUZ2QwZktiR0pzSmJR/view>
27. Отчет о реализации программы развития федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» в 2015 году.
28. Отчет о результатах самообследования ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://krasgmu.ru/index.php?page\[common\]=download&path=0&filename=f0bc158a2e40fd947c1152d6f20ce56c&cleanname=%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%85%D0%B1%81%D0%B0%BC%D0%BE%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%B7%D0%B0%202018%D0%B3%D0%BE%D0%B4&ext=pdf](https://krasgmu.ru/index.php?page[common]=download&path=0&filename=f0bc158a2e40fd947c1152d6f20ce56c&cleanname=%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%85%D0%B1%81%D0%B0%BC%D0%BE%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%B7%D0%B0%202018%D0%B3%D0%BE%D0%B4&ext=pdf)
29. Отчет о самообследовании Автономной некоммерческой организации высшего образования «Сибирский институт бизнеса управления и психологии», 2018 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sibup.ru/attachments/article/968/Camoobsledovanie.pdf>
30. Отчет о самообследовании деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static-web-0.kspu.ru/web/documents/2019/04/12/6348e6dfe65054128d9e343bfade4d65/otchet-o-rezultatah-samoobsledovaniya-za-2018-god.pdf>
31. Отчет о самообследовании за 2018 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mvd.ru/upload/site1528/document_file/samoobsledovanie/Samoobsledovanie_za_2018_na_sayt.pdf
32. Отчет о самообследовании ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт» за 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://norvuz.ru/upload/iblock/9af/9afefdd9c6858bc6054468d73328ff5c.pdf>
33. Отчет о самообследовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» за 2018 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://sibsau.ru/sveden/document/Otchet_o_samoobsledovanii_za_2018g
34. Паркер Дж., ван Альстин М., Чаудари С. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017. 304 с.
35. Ростелеком. Цифровые платформы: подходы к определению. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf
36. Смородинская Н. Инновационная экономика: от иерархий к сетевому укладу // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2013. № 2. С. 98.

37. Сотрудничество ТПУ с ГК и крупными компаниями с государственным участием. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://inno.tpu.ru/ru/novosti/sotrudnichestvo-tpu-s-gk-i-krupnymi-kompaniyami-s-gosudarstvennym-uchastiem.html>
38. Тойвонен Н. Р. К вопросу о понятийном аппарате формируемых университетских инновационных образований: Кейс СПбГУ ИТМО // Инновации. 2011. № 10(156). С. 70–80.
39. Трефилова И. Н. Деловая экосистема как новая форма организации рынков: осмысление феномена на основе анализа современных зарубежных исследований // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2017. № 1. С. 133–147.
40. Трофимова Л. А., Трофимов В. В., Кулев А. Ю. Информационное сопровождение создания и развития инновационной экосистемы российских университетов // Вестник СибАДИ. 2014. Вып. 6(40). С. 129–135.
41. Чубик П. С. Год испытаний, преобразований и прорывов: Об итогах работы Национального исследовательского Томского политехнического университета в 2017 году и задачах на 2018 год. Презентация. 15 февраля 2018 г. С. 8. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpu.ru/download/document?id=1061>

Подписано в печать 25.03.2020. Печать плоская
Формат 70x100/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 9,5
Тираж 100 экз. Заказ 11261

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

