



РАСПОРЯЖЕНИЕ

БОЕРЫК

14.04.2025

г.Казань

№ 766-р

В целях создания в Республике Татарстан научно-практического задела на следующий технологический уклад, основанный на широкомасштабном внедрении современной биотехнологии в медицине, сельском и лесном хозяйстве, нефтехимии, энергетике и экологии:

1. Утвердить прилагаемые:

Стратегию развития биотехнологий в Республике Татарстан на 2025 – 2035 годы (далее – Стратегия);

План мероприятий по реализации Стратегии развития биотехнологий в Республике Татарстан на 2025 – 2035 годы.

2. Республиканским органам исполнительной власти при разработке и реализации государственных программ Республики Татарстан в вопросах развития биотехнологий руководствоваться Стратегией.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан.

Премьер-министр
Республики Татарстан



А.В.Песошин

Утверждена
распоряжением
Кабинета Министров
Республики Татарстан
от 14.04. 2025 № 766-р

Стратегия развития биотехнологий в Республике Татарстан
на 2025 – 2035 годы

Паспорт Стратегии

Наименование Стратегии	Стратегия развития биотехнологий в Республике Татарстан на 2025 – 2035 годы (далее – Стратегия)
Разработчики Стратегии	Основной разработчик – акционерное общество «Татнефтехиминвест-холдинг». Соработчики – государственное научное бюджетное учреждение «Академия наук Республики Татарстан», образовательные организации высшего образования, научные центры и промышленные предприятия
Цель и задачи Стратегии	Цель Стратегии – создание научно-практического задела на следующий технологический уклад, основанный на широкомасштабном внедрении современной биотехнологии в медицине, сельском и лесном хозяйстве, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, энергетике и экологии. Задачи Стратегии: реализация комплексных проектов по медицинской, сельскохозяйственной, пищевой, экологической, промышленной биотехнологии и другим направлениям с целью обеспечения потребителей отечественной биотехнологической продукцией; развитие материально-технической и методологической базы, а также инновационной научной и производственной инфраструктуры биотехнологий, включая организацию координационных центров, центров превосходства; повышение экономической эффективности за счет внедрения ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий, технологий искусственного интеллекта; содействие повышению уровня экологической и биологической безопасности, сохранению биоразнообразия и биоресурсов Республики Татарстан; повышение информированности, ведение просветительской работы о возможностях и перспективах биотехнологий;

	стимулирование сотрудничества между научными центрами, образовательными учреждениями, стартапами и промышленностью при внедрении биотехнологий, формирование единой информационно-организационной среды
Сроки и этапы реализации Стратегии	Стратегия реализуется в 2025 – 2035 годах в один этап
Ожидаемые конечные результаты реализации цели и задач Стратегии	Ожидается ¹ : снижение доли импорта в потреблении критической биотехнологической продукции до 51,0 процента (с 76,0 процента в 2023 году); объем производства критической биотехнологической продукции увеличивается до 19,0 тыс.тонн (с 11,0 тыс.тонн в 2023 году); объем экспорта биотехнологической продукции увеличивается до 1,0 тыс.тонн (с 0,1 тыс.тонн в 2023 году); создание и производство значимой отечественной биотехнологической продукции (не менее пяти технологий за отчетный период); прирост количества новых биотехнологических разработок и стартапов (прирост на 17,0 процента (45,0 – в 2023 году)); развитие исследований и технологий, повышающих продовольственную безопасность и укрепляющих технологический суверенитет (прирост на 15,0 процента (52,0 – в 2023 году)); создание производств по глубокой переработке растительного и животного сырья, в том числе одного завода по глубокой переработке зерна

I. Основные положения

Настоящая Стратегия разработана акционерным обществом «Татнефтехиминвест-холдинг» совместно с государственным научным бюджетным учреждением «Академия наук Республики Татарстан», профильными образовательными организациями высшего образования, научными центрами и промышленными предприятиями.

Биотехнологии являются одной из важнейших наукоемких технологий в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 года № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий».

В целях развития отечественной отрасли микробиологической промышленности и биотехнологий посредством поддержки научных разработок и последующего их масштабирования Министерством промышленности и торговли Российской Федерации формируется федеральный проект «Импортозамещение критической био-

¹По данным опроса профильных предприятий, научно-исследовательских центров и образовательных организаций высшего образования.

технологической продукции» в составе национального проекта технологического лидерства «Новые материалы и химия». В рамках реализации федерального проекта формируется продуктовая линейка из 32 продуктов, в том числе микроорганизмы, культуры клеток и их производные, микробные метаболиты и продукты переработки биосырья. Итогом реализации проекта к 2030 году будет снижение импортозависимости по направлениям критической биотехнологической продукции на 22,0 процента, увеличение объема производства критической биотехнологической продукции на 67,2 процента в натуральном выражении и открытие новых или модернизация 32 действующих производств по выпуску критической биотехнологической промышленности (в базовом сценарии). Другой формируемый национальный проект технологического лидерства «Технологическое обеспечение биоэкономики» включает в себя федеральные проекты «Организация производства и стимулирование сбыта продуктов биоэкономики», «Научно-технологическая поддержка развития биоэкономики» и «Аналитическое, методическое и кадровое обеспечение биоэкономики».

19 августа 2024 года подписано распоряжение о создании Научно-технологического центра биоэкономики и биотехнологий, разработки которого будут применяться в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, энергетике и других сферах экономики. Центр будет функционировать в форме объединения (консорциума), без образования юридического лица. В его состав войдут восемь научных учреждений. Среди них – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова Российской академии наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии», федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт белка Российской академии наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». Головной научной организацией нового центра станет федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации 11 сентября 2024 года представило концепцию национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», запускаемого с 2025 года. В состав национального проекта войдут пять федеральных проектов: по селекции и генетике, по критически важным ферментам и кормовым добавкам, по ветеринарным препаратам и вакцинам, по технике и оборудованию, а также по обеспечению отрасли кадрами.

Настоящей Стратегией определяются цель, задачи и приоритеты развития биотехнологий в Республике Татарстан.

Стратегия разработана с учетом:

Федерального закона от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»;

Указа Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 года № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;

Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;

Закона Республики Татарстан от 17 июня 2015 года № 40-ЗРТ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года»;

постановления Кабинета Министров Республики Татарстан от 25.09.2015 № 707 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года»;

постановления Кабинета Министров Республики Татарстан от 27.12.2022 № 1429 «Об утверждении государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан».

II. Мировой рынок биотехнологий

Биотехнологии – быстро развивающаяся область науки и отрасль производства, основанная на промышленном применении естественных и целенаправленно созданных живых систем. Биотехнологии могут обеспечить ряд важнейших потребностей человечества в сфере продовольствия, энергетики, безопасности, здравоохранения, решения экологических и природоохранных проблем.

Мировые аналитические агентства прогнозируют темпы прироста развития рынка биотехнологии, по разным оценкам, на уровне 9,0 – 15,0 процента в год. В 2022 году, по данным Precedence research, глобальный объем биотехнологий оценивался в 860,0 млрд.долларов, и, как ожидается, к 2030 году этот показатель вырастет почти в два раза – до 1,68 трлн.долларов. Средний рост в течение следующих 7 лет составит около 8,7 процента в год. Российский рынок биотехнологий в 2023 году составил 300,0 млрд.рублей (0,04 процента от мирового рынка).

Основная доля выручки в общем объеме биотехнологий в 2022 году приходилась на Северную Америку (37,8 процента) и Азиатско-Тихоокеанский регион (23,8 процента).

Успехов в развитии биотехнологий достиг Китай: за десятилетие биоэкономика стала одной из основных отраслей и со среднегодовыми темпами прироста порядка 20,0 процента. Причина такого успеха – государственные программы поддержки биотехнологий. В Китае развитие и применение биотехнологий было объявлено приоритетом, китайское правительство инвестировало 3,8 млрд.долларов в период 2008 – 2020 годов в исследования и разработки в области биотехнологий.

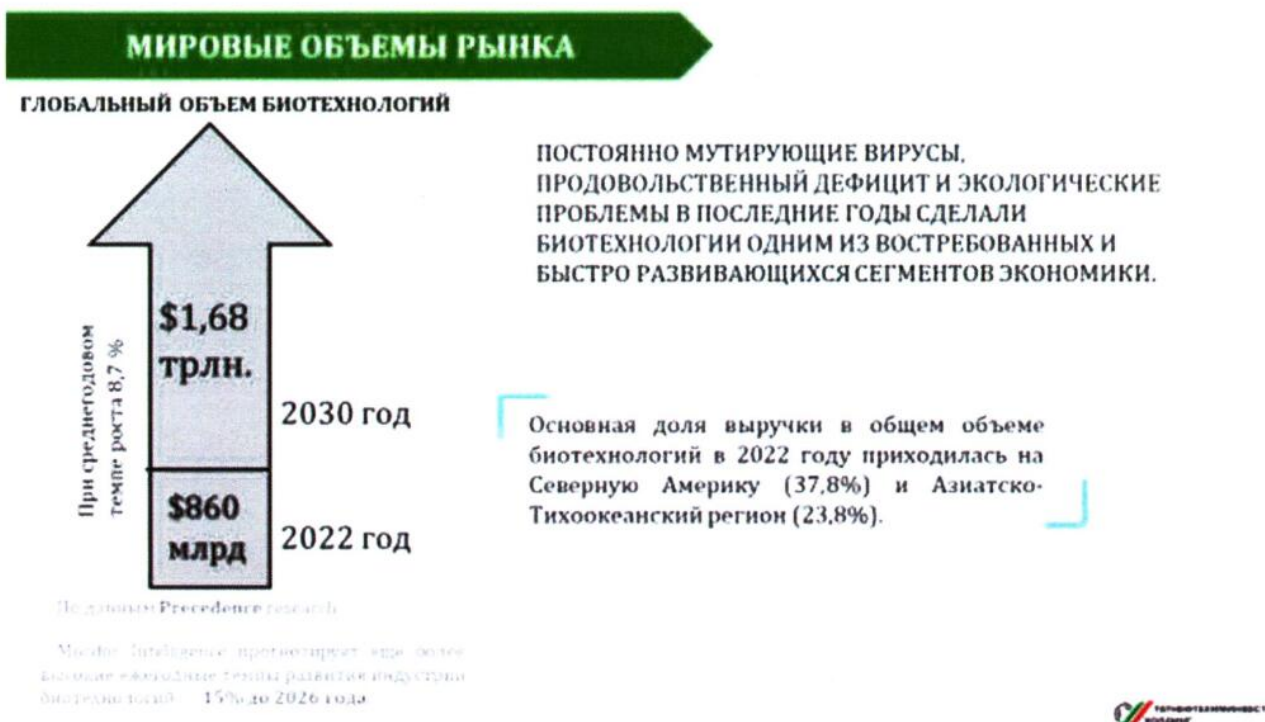


Рис.1. Мировой объем рынка биотехнологий.

Активная государственная политика в сфере биотехнологий позволит решить следующие задачи:

оказание превентивной и персонализированной медицинской помощи населению, обеспечение здорового долголетия;

снижение зависимости от импорта жизненно важных медицинских препаратов, разработка новых препаратов, используя микрофлюидные технологии, искусственный интеллект, сверхкритическую флюидную экстракцию и так далее;

обеспечение населения качественными продуктами питания отечественного производства;

решение экологических проблем и развитие альтернативной энергетики на основе возобновляемых биоресурсов;

продвижение всей экономики по инновационному пути развития;

создание новых рабочих мест;

внедрение основ циркулярной экономики.

Согласно отчетам StartUs Insights, составленным на основании анализа количества стартапов и исследований в области биотехнологий, основными направлениями развития мировой биоэкономики в 2024 году (а также годами ранее) являются: искусственный интеллект, большие данные, секвенирование и редактирование генов, персонализированная медицина, биомоделирование, тканевая инженерия, в частности биопечать, синтетическая биология и микрофлюидика, биоэнергетика, биоразлагаемые материалы, биотехнологии для устойчивого сельского и лесного хозяйства, экологические биотехнологии.

III. Научно-производственная биотехнологическая база Республики Татарстан

В Республике Татарстан имеются объективные условия, которые способствуют формированию на территории региона биотехнологического производства полного цикла на базе научных учреждений и основных отраслей экономики республики.

Создан агробиотехнопарк при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», в котором работает более 40 компаний, занимающихся исследованиями в области семеноводства и созданием новых сортов растений. Инвестиции из бюджета Республики Татарстан в создание агробиотехнопарка составили 501,0 млн.рублей.

Накоплен значительный опыт и сформирована научно-технологическая база, на которой проводятся фундаментальные исследования и прикладные научные разработки по различным направлениям развития биоэкономики и обеспечения здоровья населения республики.

В Республике Татарстан создаются медицинские и биотехнологические кластеры, реализуются программы подготовки кадров для биотехнологической отрасли, имеются научно-исследовательские институты и центры, развивается медицинский туризм и телемедицина, действуют проекты по разработке новых лекарственных препаратов, программы по внедрению биоинформатики в медицинские учреждения, проекты по исследованию и разработке генной терапии.

3.1. Профильные научно-исследовательские центры и образовательные организации высшего образования Республики Татарстан

В Республике Татарстан создана и успешно развивается биотехнологическая научно-производственная инновационная инфраструктура, сформированная на базе ведущих научно-исследовательских центров и образовательных организаций высшего образования Республики Татарстан:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (далее – Казанский федеральный университет);

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (далее – Казанский национальный исследовательский технологический университет);

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет»;

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»;

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана»;

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д.Шашина;

общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-БИОТЕХ»;

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»;

федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»;

федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности – ВНИВИ»;

государственное научное бюджетное учреждение «Академия наук Республики Татарстан»;

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса».

Значительный вклад в развитие разработок и продвижение проектов в различных сферах биотехнологий вносят инфраструктурные инновационные учреждения Республики Татарстан:

закрытое акционерное общество «Инновационно-производственный Технопарк «Идея»;

некоммерческая организация «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан».

Более детальная информация о направлениях деятельности профильных научно-исследовательских центров и образовательных организаций высшего образования Республики Татарстан представлена в приложении к Стратегии.

3.2. Промышленные предприятия Республики Татарстан

Основными промышленными предприятиями, широко использующими биотехнологии, являются публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина, группа компаний «Нэфис», общество с ограниченной ответственностью «Бионоватик» и общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный институт «Биопрепараты».

Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина развивает комплекс установок по переработке растительного сырья в энергоэффективном поселке Актюбинский в Азнакаевском муниципальном районе Республики Татарстан.

На биогазовой установке из продуктов жизнедеятельности крупного рогатого скота и отходов фермерского хозяйства вырабатывается метан, который является топливом для газопоршневой установки, производящей «зеленую» электрическую и тепловую энергию.

На установке быстрого пиролиза из древесных отходов получают биоойл (компонент для получения топлива) и биочар (удобрение для сельского хозяйства). Далее биоойл возможно переработать в биокомпоненты разных видов моторного топлива, фенолформальдегидные смолы и другие продукты. Из биочара выпускают удобрения пролонгированного действия, сорбенты, кормовые добавки в животноводстве. По аналогичному принципу работает модульная когенерационная установка, с помощью которой можно обеспечить электро- и теплоснабжение небольших, удаленных от центральных сетей объектов.

Кроме того, налажен выпуск арболитовых теплоизоляционных блоков. Технология основана на применении древесной щепы и технической конопли. Блоки обладают высокой энергоэффективностью, долговечностью, экологичностью и отличными звукоизоляционными характеристиками, лучшими показателями по поглощению углекислого газа и возобновляемости. Ведутся работы над производством других теплоизоляционных материалов, сухих строительных смесей.

Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина применяет биотехнологические методы, основанные на введении в пласт биореагентов или биомассы микроорганизмов для повышения нефтеотдачи.

В компании реализуется проект «Циркулярный лес». В его рамках в теплице выращивают саженцы благородных видов деревьев. Далее их пересаживают в открытый грунт. Тепло и углекислый газ, полученные в результате переработки, используются в теплицах, где снова будут выращиваться саженцы. Производственная деятельность, связанная с растительными остатками, является безотходной. Компания ввела биокотельную производительностью 45 тыс.Гкал теплоэнергии в год. Топливом является экологичная древесная щепа. На автозаправках компании установлено 344 пеллетных котла суммарной мощностью 9,85 МВт.

Группа компаний «Нэфис» объединяет четыре промышленных комплекса по производству товаров базового потребления: бытовой химии, масложировой продукции и продуктов питания. Для производства бытовой химии в рамках собственных проектов по сырьевому импортозамещению прорабатывается возможность генерации штаммов с заданными свойствами продуцентов, ведутся исследования стабильности ферментативной активности во времени.

Общество с ограниченной ответственностью «Бионоватик» производит и реализует микробиологические препараты для растениеводства – регуляторы роста растений, биоудобрения, биофунгициды, биоинсектициды, продукты восстановления почвы. Научно-исследовательский центр группы компаний «Бионоватик» включает в себя микробиологическую лабораторию и лабораторию по разработке биоинсектицидов в г.Казани.

В научно-исследовательском центре проводятся физиологические эксперименты на растениях, оптимизируются условия культивирования микроорганизмов, разрабатываются лабораторные регламенты, выделяются новые штаммы микроорганизмов, поддерживаются в рабочем состоянии существующие, изучаются их свойства. Собственные технологии сверхплотных ферментаций позволяют получить высококонцентрированные биопрепараты, содержащие до 10,0 млрд. живых микроорганизмов в 1 мл раствора.

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный институт «Биопрепараты» разрабатывает, производит и внедряет биопрепараты на основе конкретных штаммов микроорганизмов, адаптивных к разным почвенно-климатическим условиям, а также сопровождает низкозатратные агробιοтехнологии для сельскохозяйственной отрасли с целью получения стабильных урожаев экологически безопасной продукции. В настоящее время компания сотрудничает с 43 районами Республики Татарстан (в том числе с 34 семеноводческими хозяйствами) и 25 регионами Российской Федерации. Производит более 60 наименований биопрепаратов сухой и жидкой формы, различного назначения и механизма действия. Площадь применения биопрепаратов за 2008 – 2023 годы составила 5,8 млн.гектаров, это 15,6 процента от общереспубликанской пашни. В 2023 году биопрепаратами обработано 513,0 тыс.гектаров, а в 2024 году – 594,0 тыс.гектаров посевной площади.

Предприятия группы компаний «СИБУР» (публичное акционерное общество «Казаньоргсинтез» и публичное акционерное общество «Нижнекамскнефтехим») в Республике Татарстан используют биотехнологические схемы глубокой очистки сточных вод.

Акционерное общество «Холдинговая компания «Ак Барс» использует биопрепараты при заготовке силоса и сенажа для крупного рогатого скота, а также для защиты растений.

Акционерное общество «Татхимфармпрепараты» совместно с Казанским федеральным университетом и Казанским государственным медицинским университетом проводит работы по получению опытно-промышленной партии с последующей регистрацией и организацией промышленного производства инновационного медицинского изделия. Ведется разработка стратегии развития биотехнологического направления.

Акционерное общество «Татспиртпром» в своих филиалах «Усадский спиртзавод» и «Мамадышский спиртзавод» направляет производственные стоки, образующиеся при производстве спирта, на самостоятельно эксплуатируемые очистные сооружения. Этиловый спирт получают брагоректификацией спиртовой бражки, вырабатываемой из крахмалсодержащего сырья при гидролизе углеводов дрожжами.

Акционерное общество «Таткрахмалпатока» осуществляет производство зерновых экстрактов, концентратов и патоки.

Акционерное общество «Агросила» проводит разработку и применяет дезинфицирующие средства на основе биоцинов, занимается изучением метаболизм пищеварительной системы птиц, проводит подбор и применение про- и пребиотиков в кормлении крупного рогатого скота и птицы.

Общество с ограниченной ответственностью «Татагробιοтех» занимается научными исследованиями и разработками в области биотехнологических наук, разрабатывает технологии переработки сельскохозяйственного сырья и отходов с получением глюкозно-фруктозного сиропа, сахара, белка, пектина, инулина, фруктозы, пищевых волокон и других продуктов. Компания внедряет систему адаптивного биологизированного земледелия.

Общество с ограниченной ответственностью «Нанофарма-Девелопмент» является полнопрофильным исследовательско-производственным комплексом, предоставляющим разнообразные фармацевтические услуги – от проведения исследовательских работ до производства, тестирования, хранения, маркетинга и распространения лекарственных препаратов. Производственные площадки компании расположены в г.Москве (общество с ограниченной ответственностью «Изварино Фарма») и в г.Казани (общество с ограниченной ответственностью «Нанофарма Девелопмент», общество с ограниченной ответственностью «Север Фармасьютикалз»).

IV. Цель и задачи реализации Стратегии

Целью Стратегии является создание научно-практического задела на следующий технологический уклад, основанный на широкомасштабном внедрении современной биотехнологии в медицине, сельском и лесном хозяйстве, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, энергетике и экологии.

Для достижения указанной цели требуется решение следующих основных задач:

- реализация комплексных проектов по медицинской, сельскохозяйственной, пищевой, экологической, промышленной биотехнологии и другим направлениям с целью обеспечения потребителей отечественной биотехнологической продукцией;

- развитие материально-технической и методологической базы, а также инновационной научной и производственной инфраструктуры биотехнологий, включая организацию координационных центров, центров превосходства;

- повышение экономической эффективности за счет внедрения ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий, технологий искусственного интеллекта;

- содействие повышению уровня экологической и биологической безопасности, сохранению биоразнообразия и биоресурсов;

- повышение информированности, ведение просветительской работы о возможностях и перспективах биотехнологий;

- стимулирование сотрудничества между научными центрами, образовательными учреждениями, стартапами и промышленностью при внедрении биотехнологий, формирование единой информационно-организационной среды.

V. Направления Стратегии

Стратегия структурирована по следующим направлениям:

- биоэкономика здоровья человека;
- биоэкономика сельского хозяйства;
- биоэкономика лесного хозяйства;
- промышленные биотехнологии;
- биоэкономика окружающей среды;
- биоэнергетика.

5.1. Биоэкономика здоровья человека

5.1.1. Ключевые тренды

В настоящее время в мире наблюдается активное развитие персонализированной медицины, использование больших данных и биоинформатики для медицинских исследований.

Персонализированная медицина направлена на адаптацию медицинских подходов к индивидуальным характеристикам каждого пациента, что позволяет оптимизировать методы диагностики, лечения и профилактики заболеваний. Основные направления в этой области включают:

генетическое секвенирование, позволяющее детально исследовать геном пациента, выявляя вариации, которые могут быть связаны с повышенным риском развития различных заболеваний;

генетическую паспортизацию, которая представляет собой систематическую оценку генетической информации пациента, позволяет не только диагностировать наследственные заболевания, но и предсказывать риск развития различных патологий, что способствует более целенаправленной профилактике и индивидуализированному подходу к лечению;

фармакогеномику – область, изучающую взаимодействие генетического профиля пациента с лекарственными препаратами. Фармакогеномика позволяет предсказать, как конкретные лекарства будут действовать на основе индивидуальных генетических особенностей пациента. Исследование генетических вариаций, влияющих на метаболизм лекарств, их эффективность и риск побочных эффектов, помогает в создании персонализированных видов терапии, повышающих эффективность лечения и минимизирующих риски, связанные с применением медикаментов;

биомаркеры, разработка и использование которых для ранней и сверхранней диагностики заболеваний, являются ключевыми аспектами персонализированной медицины. Биомаркеры – это молекулы, обнаруживаемые в организме, которые могут указывать на наличие заболевания, его стадию или ответ на терапию. Они играют важную роль в прогнозировании течения заболеваний и оценке эффективности лечения, позволяя врачам своевременно корректировать терапевтические подходы и обеспечивать более точное и эффективное лечение.

Биоинформатика и анализ больших данных играют ключевую роль в обработке и интерпретации больших объемов биологических и медицинских данных, что позволяет значительно повысить точность и эффективность исследований и медицинской практики.

Искусственный интеллект позволяет автоматизировать широкий спектр процессов, помогая масштабировать деятельность. Например, стартапы в биофармацевтике используют искусственный интеллект для ускорения процесса поиска лекарств, скрининга биомаркеров, а также изучения научной литературы в поисках новых продуктов и разработке новых лекарств. Искусственный интеллект часто используется для классификации изображений и выявления признаков заболеваний человека, таких как раковые клетки.

Другие области применения искусственного интеллекта и компьютерного зрения в биотехнологии включают скрининг фенотипов и оценку микробиома, а также разработку различного рода методик диагностики. Это позволяет биофармацевтическим компаниям эффективнее привлекать пациентов для клинических испытаний. Кроме того, искусственный интеллект находит применение в экологической биотехнологии для эффективного мониторинга и управления экосистемами. Синергетический эффект дает наличие больших данных и применение искусственного интеллекта для хранения информации и навигации по ней. Например, общество с ограниченной ответственностью «Синтелли» имеет возможности ускорить поиск информации в 20 раз, подбирая кластеры соединений с нужными свойствами, оценивая стоимость соединений и так далее. В Республике Татарстан существует крупнейший в Приволжском федеральном округе центр обработки данных, который подходит для хранения большого массива данных. Это позволяет успешно внедрить искусственный интеллект и большие данные в биотехнологии на территории Республики Татарстан.

При помощи вычислительного моделирования появляется возможность быстро получить нужные сведения о химических веществах, что ведет к ускорению синтеза и внедрению новых веществ и материалов; проводить виртуальные испытания, предсказывающие влияние лекарств на отдельных индивидов, что способствует сокращению затрат на клинические испытания; контролировать качество и точность информации, возможность обновлять и проверять актуальность данных в базе в соответствии с национальными приоритетами; контролировать обращение опасных веществ и предотвращение негативных последствий их неправильного использования.

Применение алгоритмов машинного обучения искусственного интеллекта для анализа геномной информации, данных из исследований и клинической практики позволяют выявлять скрытые закономерности и создавать предсказательные модели. Эти алгоритмы могут обрабатывать массивные объемы данных, предоставляя аналитические инструменты для глубокого понимания биологических процессов и патологии. Искусственный интеллект и машинное обучение также способствуют автоматизации обработки данных и улучшению точности диагностики, а также предсказанию развития заболеваний и оценки эффективности различных видов терапии.

Разработка моделей для прогнозирования риска заболеваний и определения наиболее эффективных лечебных стратегий основывается на анализе больших данных и создании комплексных алгоритмов, которые учитывают индивидуальные особенности пациентов и их генетические профили. Эти модели могут использовать информацию о генетических мутациях, образцах биомаркеров и клинических данных для предсказания вероятности развития заболеваний и выбора оптимальных лечебных подходов, тем самым улучшая результаты лечения и индивидуализируя медицинскую помощь.

Объединение мультиомиксных данных из различных источников, таких как геномика, протеомика, метаболомика и другие омиксные технологии, позволяет создавать комплексные карты здоровья и цифровые двойники человека. Интеграция данных обеспечивает всестороннее понимание биологических процессов и взаимосвязей между различными уровнями биологической информации. Это также способ-

ствуует улучшению персонализированного подхода к медицине, позволяя более точно оценивать состояние здоровья, разрабатывать индивидуализированные стратегии лечения и прогнозировать развитие заболеваний.

Генная терапия и редактирование генома открывают новые горизонты в лечении наследственных и приобретенных заболеваний. Важные достижения в этой области включают:

технологии CRISPR-Cas9. Эта технология позволяет ученым точно устранять мутации или вводить новые генетические последовательности в дезоксирибонуклеиновой кислоте (далее – ДНК), что открывает перспективы для лечения широкого спектра генетических заболеваний. Благодаря своей высокой точности и скорости, CRISPR-Cas9 уже применяют для исследований и разработки разных видов терапии, направленных на коррекцию таких заболеваний, как серповидноклеточная анемия, бета-талассемия, муковисцидоз и различных онкологических заболеваний.

Согласно отчету Grand View Research мировой рынок редактирования генов в 2023 году оценивался в 7,96 млрд.долларов, и ожидается, что совокупный годовой темп роста с 2024 по 2030 год составит 16,49 процента. Этот рост можно объяснить успехом доклинических моделей, стимулирующих спрос на терапевтические средства для редактирования генома, растущей конкуренцией между участниками рынка за развитие бизнеса, технологическими достижениями в технологиях редактирования генов и растущим внедрением сельскохозяйственной биотехнологии;

вирусные векторы, такие как аденоассоциированные вирусы (AAV) и лентивирусы (LV), используются для доставки генетического материала в клетки пациента. Эти векторы могут эффективно переносить исправленные или новые гены в клетки, обеспечивая долгосрочный терапевтический эффект. Вирусные векторы играют ключевую роль в терапии наследственных заболеваний, таких как бета-талассемия, и заболеваний сетчатки благодаря своей способности целенаправленно доставлять генетический материал в специфические клетки и ткани;

антисмысловые олигонуклеотиды и матричную рибонуклеиновую кислоту (далее – мРНК). Антисмысловые олигонуклеотиды (ASO) и мРНК-терапия применяются для коррекции генетических дефектов на уровне рибонуклеиновой кислоты. Антисмысловые олигонуклеотиды связываются с мРНК-мишенями и подавляют их функцию, что позволяет уменьшить производство дефектных белков. В то время как мРНК-терапия вводит замещающие или корректирующие рибонуклеиновые кислоты, которые помогают компенсировать дефицитные или дефектные белки. Эти подходы активно используются для лечения таких заболеваний, как спинальная мышечная атрофия и муковисцидоз;

генно-клеточную *ex vivo* терапию и иммунотерапию CAR-T. Генно-клеточная терапия *ex vivo* включает модификацию клеток пациента в лабораторных условиях с целью повышения их способности бороться с заболеваниями, прежде чем вернуть их в организм пациента. Это особенно актуально в онкологии, где CAR-T-терапия (химерные антигенные рецепторы T-клеток) применяется для нацеливания на раковые клетки. Технология включает модификацию T-клеток пациента, чтобы они распознавали и уничтожали опухолевые клетки. Помимо онкологии, модификация клеток показывает перспективные результаты для коррекции генетических дефектов, таких как бета-талассемия, муковисцидоз и метахроматическая лейкодистрофия.

Методы также обещают значительные улучшения в лечении различных наследственных заболеваний.

Биопрепараты и биомаркеры занимают ключевое место в современном медицинском подходе к диагностике и лечению заболеваний. В последние годы наблюдаются следующие основные тенденции в этой области:

моноклональные антитела. Продолжается активная разработка моноклональных антител для таргетной терапии различных заболеваний, таких как рак и аутоиммунные болезни. Эти антитела специально нацелены на определенные молекулы или клетки, что позволяет эффективно блокировать патологические процессы и улучшать терапевтические результаты. Они используются как в монотерапии, так и в комбинации с другими лечебными методами;

вакцины нового поколения. Вакцины на основе мРНК, как продемонстрировала пандемия COVID-19, обладают значительными преимуществами, включая быструю разработку и адаптацию к новым патогенам. Эти вакцины предоставляют возможность более гибкой и эффективной иммунизации против различных инфекционных заболеваний;

диагностические биомаркеры. Биомаркеры помогают в диагностике таких заболеваний, как рак, сердечно-сосудистые заболевания и нейродегенеративные расстройства, а также в прогнозировании и индивидуализации терапевтических подходов;

новые технологии скрининга лекарственных препаратов. Внедрение инновационных технологий, таких как «орган на чипе» и «человек на чипе», позволяет создавать более точные и эффективные модели для тестирования лекарственных средств. Эти технологии имитируют работу человеческих органов и систем в лабораторных условиях, что способствует более быстрому и безопасному тестированию новых препаратов и их воздействия на человеческий организм.

Регенеративная медицина сосредоточена на восстановлении поврежденных тканей и органов с использованием современных биотехнологий. Эта область медицины стремится не только к лечению, но и к восстановлению функции и структуры тканей и органов, что представляет собой значительный прогресс в медицинских науках. Основные направления в регенеративной медицине включают:

стволовые клетки. Стволовые клетки обладают способностью к самообновлению и дифференцировке в различные типы клеток, что позволяет их применять для регенерации поврежденных тканей и органов. Они могут быть использованы для лечения различных заболеваний, таких как сердечно-сосудистые болезни, диабет, неврологические расстройства и травмы. Исследования в этой области направлены на улучшение методов получения, культивирования и трансплантации стволовых клеток;

тканевую инженерию. Этот подход включает создание искусственных тканей и органов с использованием биоматериалов и клеток. Тканевая инженерия объединяет принципы биологии, материаловедения и инженерии для создания структур, которые могут заменить или восстановить поврежденные ткани;

использование биосовместимых матриц и скелетов, на которых могут вырастить новые клетки. Разработки в области тканевой инженерии направлены на созда-

ние функциональных органных имплантатов и улучшение методов лечения травм и дегенеративных заболеваний;

биопринтинг. Биопринтинг использует специализированные 3D-принтеры для создания сложных клеточных структур, которые могут быть использованы для регенерации или замены поврежденных тканей. Эта технология позволяет точно размещать клетки и биоматериалы в нужной конфигурации, что способствует созданию функциональных тканей и органов. Биопринтинг активно используется для разработки прототипов тканей и исследовательских образцов, а также имеет потенциал для создания полноценных органных имплантатов в будущем.

Питание является основным фактором, влияющим на здоровье и профилактику заболеваний. В последние годы в этой области наблюдаются следующие ключевые направления и тенденции:

функциональные продукты. Разработка функциональных продуктов питания, которые обогащены дополнительными полезными веществами, такими как витамины, минералы, пробиотики и пребиотики, представляет собой важное направление. Эти продукты не только удовлетворяют основные потребности в питательных веществах, но и обладают дополнительными свойствами, способствующими улучшению здоровья и профилактике заболеваний. Например, функциональные продукты могут содержать активные ингредиенты, которые поддерживают иммунную систему, улучшают обмен веществ или способствуют снижению риска хронических заболеваний;

персонализированные диеты, которые учитывают уникальные генетические и метаболические особенности каждого человека, что позволяет разрабатывать оптимальные планы питания для поддержки здоровья и профилактики заболеваний. Эти диеты могут включать рекомендации по макро- и микронутриентам, а также индивидуальные советы по выбору продуктов и режиму питания на основе личных данных;

исследования в области микробиома. Изучение влияния кишечной микрофлоры на здоровье и разработка диетических рекомендаций для поддержания здорового микробиома кишечника оказывает значительное влияние на метаболизм, иммунную функцию и общее состояние здоровья. Поддержка здорового микробиома может включать употребление продуктов, богатых пробиотиками и пребиотиками. Пробиотики помогают восстанавливать и поддерживать баланс полезных бактерий в кишечнике, а пребиотики способствуют их росту и активности. Разработка диет, способствующих здоровью микробиома, может значительно улучшить общее состояние здоровья и снизить риск развития различных заболеваний.

Исследования в области старения и продления жизни сосредоточены на улучшении качества жизни и увеличении ее продолжительности. В этой области выделяются несколько ключевых направлений:

антиэйджинг-терапия. Антиэйджинг-терапия включают использование различных подходов, таких как применение антиоксидантов, адаптогенов и гормональных регуляторов, направленных на замедление процессов старения на молекулярном и клеточном уровнях. Также активно исследуются инновационные препараты, которые могут восстанавливать поврежденные клетки и ткани;

исследования в области теломер и клеточного старения. Теломеры, концевые участки хромосом, играют ключевую роль в клеточном старении. Научные исследования сосредоточены на разработке способов поддержания длины теломер и предотвращения их укорочения, что связано с процессами старения и развитием различных возрастных заболеваний. Применение технологий, направленных на увеличение активности теломеразы и других молекул, регулирующих стабильность теломер, может способствовать замедлению старения и продлению жизненного цикла клеток;

эпигенетическая терапия. Эпигенетика изучает механизмы, которые регулируют активность генов без изменения их последовательности. Эпигенетическая терапия направлена на изменение этих механизмов, чтобы восстановить нормальное функционирование клеток и замедлить процессы старения. Это включает использование препаратов и подходов, которые могут модифицировать эпигенетические метки, такие как метилирование ДНК и модификации гистонов. Применение эпигенетических методов открывает новые перспективы для замедления старения и продления жизненного цикла клеток и организма в целом;

биологические часы и оценка биологического возраста. Оценка биологического возраста позволяет определить, насколько старение организма соответствует его хронологическому возрасту, и может использоваться для мониторинга эффективности антиэйджинг-терапии и других методов продления жизни. Эти исследования помогают выявить индивидуальные особенности старения и разработать более целенаправленные стратегии для замедления процессов старения и улучшения качества жизни.

5.1.2. Перспективы развития сектора в Республике Татарстан

Ученые Казанского федерального университета ведут работы по генной и клеточной терапии различных заболеваний. Совместно с обществом с ограниченной ответственностью «Изварино фарма» разрабатываются препараты для лечения мукополисахаридоза I типа, гемофилии В, метахроматической лейкодистрофии, GM2-ганглиозидозов (болезнь Тея-Сакса и болезнь Сандхоффа), а также хронических и возрастных заболеваний. Также разрабатываются генные и клеточные препараты для лечения травматических повреждений головного и спинного мозга, нейродегенеративных заболеваний и других.

Кроме того, совместно с обществом с ограниченной ответственностью «Изварино фарма» внедряются методы CAR-T-иммунотерапии онкологических заболеваний (инновационный метод лечения рака, включающий модификацию T-лимфоцитов пациента для опознавания и уничтожения опухолевых клеток). Эта терапия показала высокую эффективность в лечении определенных видов рака крови и стала перспективной областью исследований в онкологии. Общество с ограниченной ответственностью «Изварино фарма» планирует инвестировать в производство генных препаратов и CAR-T-препаратов в г.Казани на базе Казанского федерального университета по технологии китайской компании Cytgenta. Также ведется разработка собственных генотерапевтических и CAR-T-препаратов на базе Казанского федерального университета.

В Казанском федеральном университете успешно внедряется гибридная технология для создания моноклональных антител, на основе которых могут быть созданы терапевтические и диагностические препараты, в том числе противоопухолевые. Получены моноклональные антитела против уникальной опухоль-специфической мишени и маркера рака яичника натрий-зависимого фосфатного транспортера (NaPi2b), на основе которых планируется создать отечественный противоопухолевый препарат высокой специфичности, его аналоги в настоящее время проходят доклинические и клинические испытания за рубежом.

Еще одним перспективным направлением, разрабатываемым в Казанском федеральном университете, является создание пробиотиков на минеральных носителях. Обычные пробиотические бактерии в препаратах для восстановления микробиоты кишечника теряют жизнеспособность под воздействием желудочного сока. Сорбция бактерий на цеолите должна обеспечить их сохранность и пролонгированное высвобождение. Цеолиты – водосодержащие каркасные алюмосиликаты, построенные из четырех-шестичленных колец, образованных кремнекислородными тетраэдрами. На данный момент получено шесть штаммов лактобактерий. Разработана технология иммобилизации на минеральных носителях. Проверена полнота иммобилизации лактобацилл на цеолитах. Проверена выживаемость лактобацилл, иммобилизованных на цеолите. В перспективе планируется создание серии экспериментальных образцов и лабораторные испытания эффективности препаратов на животных.

В рамках федеральной государственной программы поддержки университетов «Приоритет-2030» на базе Казанского федерального университета в сотрудничестве с индустриальными партнерами и государственным научным бюджетным учреждением «Академия наук Республики Татарстан» планируют создание Биофармпарка для обеспечения полного цикла разработки, тестирования и пилотного производства биофармацевтических препаратов. Основной задачей Биофармпарка станет привлечение фармацевтических компаний и создание условий для их успешного резидентства в Республике Татарстан. Создание интегрированной инфраструктуры для разработки и пилотного производства биофармацевтических препаратов позволит Республике Татарстан занять ведущие позиции в области клинических исследований препаратов для лечения редких наследственных, онкологических, хронических и возрастных заболеваний, а также в сферах регенеративной медицины и трансплантологии.

Казанский федеральный университет войдет в формируемый научно-технологический центр биоэкономики и биотехнологий на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф.Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Цель данного центра – обеспечение развития фундаментальных и прикладных научных исследований, опытно-конструкторских работ в области развития направления по разработке и производству инновационных лекарственных препаратов на основе мРНК-технологий, которые применяются для профилактики и лечения широкого спектра заболеваний человека.

Ученые Казанского государственного медицинского университета разрабатывают препарат на основе лейкоконцентрата, обогащенного генетическим материалом. Цель проекта – разработка протокола производства инновационного препарата крови, содержащего искусственный генетический материал для персонифицированной прецизионной генной терапии нейротравм, ишемических инсультов и нейродегенеративных заболеваний. Планируется разработка протокола замораживания, хранения и размораживания лейкоконцентрата, обогащенного генетическим материалом. Обогащенный искусственным генетическим материалом аутологичный лейкоконцентрат готовят по мере надобности на основе крови пациента и искусственных терапевтических генов на базе центра заготовки крови. В зависимости от терапевтических генов в составе лейкоконцентрата, лекарственное средство может быть использовано для патогенетической терапии дегенеративных, ишемических, аутоиммунных, инфекционных и других заболеваний. Возможность заморозки, хранения и последующего использования аутологичного лейкоконцентрата, обогащенного генетическим материалом, позволит заготавливать его специально для лиц с повышенным риском для здоровья.

Также ученые Казанского государственного медицинского университета ведут разработку наноразмерных систем для направленной доставки терапевтических молекул. Будет разработана технология и созданы прототипы систем доставки на основе интерполимерных комплексов для пероральной и трансмукозальной доставки лекарств с участием синтетических и природных сополимеров фармацевтического назначения. На данный момент проведены их комплексные исследования с включением лекарственных веществ различной химической структуры и фармакологического действия. В перспективе будут проведены разработки технологии получения носителей на основе отечественных полимеров (компания «Хома», г.Москва) и созданы новые системы доставки в толстый кишечник (мукоадгезивные системы, диспергируемые в ротовой полости системы, окулярные системы, каликсарены).

В дальнейшем в направлении биоэкономики в Республике Татарстан целесообразно развивать исследования технологий редактирования генома с целью создания инновационной научной базы и подготовки квалифицированных кадров. Следует установить партнерства между ведущими научными и производственными предприятиями, имеющими научный задел в этой области, такими как публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина, Казанский федеральный университет, Агробиотехнопарк при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», закрытое акционерное общество «Инновационно-производственный Технопарк «Идея».

5.2. Биоэкономика сельского хозяйства

5.2.1. Ключевые тренды

Важнейшие показатели эффективности промышленного сельскохозяйственного производства – повышение продуктивности (урожайности), снижение затрат, улучшение качества продукции.

Наблюдаются следующие общемировые тренды биоэкономики сельского хозяйства:

устойчивое сельское хозяйство. Увеличивается интерес к устойчивым методам ведения сельского хозяйства, которые минимизируют воздействие на окружающую среду и способствуют сохранению экосистем;

биотехнологии. Активно используются биотехнологии для улучшения сортов растений и продуктивности животных, что позволяет повысить урожайность, устойчивость к болезням и адаптацию к изменению климата;

циркулярная экономика. Ускоряется переход к моделям, которые минимизируют отходы и максимально используют ресурсы. Это включает переработку сельскохозяйственных отходов в новые продукты;

агроэкология. Развивается применение принципов экологии в сельском хозяйстве для создания более устойчивых агросистем, которые учитывают местные экосистемы и биоразнообразие;

инновационные технологии. Развивается использование цифровых технологий, таких как интернет вещей, большие данные, компьютерное зрение и искусственный интеллект, для повышения эффективности и продуктивности сельского хозяйства. Также технология может определять болезни сельскохозяйственных культур, такие как окраски листьев или загнивание. Стартапы и компании внедряют биоинформационные решения для разработки более качественных кормов, улучшения сортов сельскохозяйственных культур и домашнего скота, а также изучения неизвестных микробов;

снижение углеродного следа. Внедряются практики, направленные на снижение выбросов парниковых газов, такие как углеродное земледелие и использование возобновляемых источников энергии;

увеличение спроса на органическую продукцию. Растет интерес потребителей к органическим и экологически чистым продуктам, что приводит к увеличению их производства;

сельское развитие и социальная ответственность. Повышается внимание к социальным аспектам сельского хозяйства, включающее поддержку местных сообществ, фермеров и справедливую торговлю;

интеграция животноводства и растениеводства. Разрабатываются системы, которые объединяют животноводство и растениеводство для оптимизации использования ресурсов и повышения устойчивости;

глобальные инициативы и сотрудничество. Растет участие стран в международных соглашениях и инициативах, направленных на устойчивое развитие сельского хозяйства и биоэкономики;

геномная селекция – технология, позволяющая улучшить генофонд популяций сельскохозяйственных животных, используя информацию о ДНК-маркерах, ассоциированных с проявлением экономически важных признаков. Наиболее актуально ее применение в скотоводстве, в котором, по сравнению с другими отраслями, в силу более продолжительного интервала между поколениями и пониженной плодовитости классический метод селекции является менее эффективным.

Благодаря современному оборудованию существует возможность проводить анализ биологического материала животного с использованием методов секвениро-

вания ДНК для создания референтных баз животных. На основе выявленных научно обоснованных взаимосвязей между наличием и расположением маркеров с характеристиками продуктивности, устойчивости к болезням, с продолжительностью продуктивного периода, с присутствием генетических аномалий и других ключевых признаков устанавливается племенная ценность тестируемого животного.

Эти тренды подчеркивают важность устойчивого подхода к производству продуктов питания и управлению природными ресурсами в условиях глобальных изменений.

В Российской Федерации можно выделить несколько ключевых направлений и наработок в области биоэкономики сельского хозяйства:

развитие органического сельского хозяйства. В последние годы наблюдается рост интереса к органическим продуктам. Увеличивается количество сертифицированных органических хозяйств, а также программ поддержки органического производства;

биотехнологии. Российские ученые активно работают над созданием новых сортов растений и пород животных с использованием биотехнологий. Это включает генетическую модификацию, селекцию и другие методы, направленные на повышение устойчивости к болезням и стрессовым условиям;

интеграция агролесоводства. Развиваются системы агролесоводства, которые сочетают сельское хозяйство и лесное хозяйство, способствуя повышению продуктивности и устойчивости экосистем;

использование отходов. Направление включает внедрение технологий переработки сельскохозяйственных отходов в удобрения, биогаз и другие продукты. Это помогает сократить отходы и улучшить экологическую ситуацию;

циркулярная экономика. Применение принципов циркулярной экономики в агросекторе включает повторное использование ресурсов и минимизацию отходов;

агроэкология. В Российской Федерации разрабатываются и внедряются агроэкологические практики, направленные на сохранение биоразнообразия, улучшение почвенного плодородия и повышение устойчивости к климатическим изменениям;

инновационные технологии. Внедрение цифровых технологий включает точное земледелие, использование дронов для мониторинга полей и анализ данных для повышения эффективности производства.

В Российской Федерации действуют программы государственной поддержки для фермеров, направленные на внедрение устойчивых практик и технологий в сельском хозяйстве. Повышается уровень осведомленности среди фермеров о принципах биоэкономики и устойчивого сельского хозяйства через тренинги, семинары и информационные кампании.

Активно развивается в Российской Федерации реальный сектор биоэкономики в сельском хозяйстве. Общество с ограниченной ответственностью «Энтопротэк» (Пензенская область, с.Прянзерки) занимается переработкой органических отходов при помощи насекомых (в частности, мухи черной львинки). Два производственных предприятия мощностью 50 и 100 тонн в сутки находятся на стадии строительства. Среди планируемых продуктов – обезжиренная мука из насекомых (с высоким содержанием белка, заменяющая рыбную муку), высококачественный жир из насекомых, зоогумус (остатки метаболической активности личинок).

Совместное российско-индийское предприятие – общество с ограниченной ответственностью «Экохарвест» (Краснодарский край) производит линейку высокоэффективных комплексных органических удобрений, среди них «БиоГумат», «Хелаты», «БиоГумус». Общество с ограниченной ответственностью «Зеленая планета» (ТМ Bionex) (г.Ростов-на-Дону) – одна из ведущих компаний, производителей био-препаратов для промышленных очистных сооружений, переработки отходов животноводства и птицеводства, повышения качества воды прудовых рыбоводческих хозяйств.

5.2.2. Перспективы развития сектора в Республике Татарстан

В Республике Татарстан имеется ряд производств в области биоэкономики сельского хозяйства, среди которых общество с ограниченной ответственностью «Бионоватик», общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный институт «Биопрепараты», учебный научно-производственный центр «Агробиотехнопарк» при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет».

Применение методов прикладной генетики в селекционной работе с маточным поголовьем дойного стада в племенных хозяйствах позволяет отбирать лучших коров по продуктивности и долголетию, подбирать подходящих быков-улучшателей и получать молодняк с ценными характеристиками.

Создана компания – общество с ограниченной ответственностью «СоюзПлем» для объединения всех племенных предприятий по крупному рогатому скоту в Республике Татарстан. На ее базе создана эксперт-бонитерская служба, а также центр информационного обеспечения, который будет депонировать и передавать данные в национальную базу генетической информации и другие информационные системы.

Общество с ограниченной ответственностью «LD-Lab» из группы компаний «Ядран» создает передовую геномную лабораторию промышленного назначения под научным сопровождением федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Лаборатория с 2025 году позволит проводить потоковые геномные анализы в агропромышленном комплексе по технологии Low-Pass.

Компанией общество с ограниченной ответственностью «РусВижн» проведены научно-исследовательские работы с выдачей патента и разработан первый в Российской Федерации программно-аппаратный комплекс Li-Vi по оценке экстерьера крупного рогатого скота с применением технологии искусственного интеллекта и компьютерного зрения, способный фиксировать 36 параметров животного в движении с точностью до 99,0 процента.

Сейчас в процессе реализации в Республике Татарстан, по информации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, 20 проектов на 13,6 тыс. коров. В 2024 году 11 из них (на 6,6 тыс. голов) будут введены в эксплуатацию. Самые крупные проекты реализуют общество с ограниченной ответственностью «Август-Кайбицы», акционерное общество «Агросила», общество с ограниченной ответственностью «Башак», общество с ограниченной ответственностью

«Светлая Долина», общество с ограниченной ответственностью «Агрофирма «Кырлай», общество с ограниченной ответственностью «Милка» и другие.

Республика Татарстан занимает первое место среди регионов Российской Федерации по объемам производства молока в стране с показателем в 2,2 млн. тонн и поголовьем более 320,0 тыс. коров. Проведение программы по развитию молочного крупного рогатого скота с применением прикладной генетики позволит увеличить надой на одну голову и цикл полезного использования животного.

В Республике Татарстан увеличиваются посевные площади льна и технической конопли. Первые татарстанские хозяйства, в которых начали заниматься выращиванием льна и его переработкой, находятся в д. Илебер Сабинского муниципального района (общество с ограниченной ответственностью «Сабылен» и общество с ограниченной ответственностью «Лен»). Обе агрофирмы выполняют полный цикл – от посевных работ до производства волокна. Площадь посевов – около 600 гектаров. Предприятия реализуют свое волокно в Российской Федерации (в основном в Московской области) и в Китае. Длинное волокно используется для производства одежды, короткое – на производство утеплителей, целлюлозы и других изделий. Посевные площади льна-долгунца в республике в 2023 году составили 2 350 гектаров.

Технической коноплей в Республике Татарстан в 2023 году засеяно 624 гектара полей общества с ограниченной ответственностью «Союз Агро» и общества с ограниченной ответственностью «Агромелиорация».

Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина также активно работает над восстановлением выращивания технической конопли и льна и сотрудничает с федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» в области генетического улучшения этих культур. Кроме того, уже начато выращивание мискантуса.

Развитие экспериментально-производственной базы в агробiotехнологиях является важным условием для успешного внедрения инновационных решений в сельском хозяйстве. Эта база включает в себя научные исследования, опытные поля, лаборатории и производственные мощности, которые позволяют проводить эксперименты, тестировать новые подходы и внедрять результаты исследований в практику. Способствовать развитию будет реализация следующих мероприятий:

Создание новых и развитие существующих научно-исследовательских центров для разработки и тестирования новых агробiotехнологий. Такие центры могут быть как государственными, так и частными. Основные функции центров включают:

- проведение фундаментальных и прикладных исследований в области генетики, микробиологии, фитопатологии и других смежных наук;
- разработка новых сортов растений и пород животных с улучшенными характеристиками (устойчивость к болезням, повышенная урожайность и так далее);
- организация полевых испытаний для проверки эффективности новых технологий.

Опытные поля и фермерские хозяйства. Опытные поля позволяют агрономам и исследователям тестировать новые технологии в реальных условиях. Это может включать:

проведение полевых испытаний новых сортов и технологий обработки почвы; сравнительный анализ различных методов ведения сельского хозяйства (например, органическое против традиционного);

сбор данных о продуктивности, устойчивости к вредителям и болезням, а также о влиянии на окружающую среду.

Лаборатории и аналитические центры. Лаборатории обеспечивают необходимую инфраструктуру для проведения исследований на молекулярном уровне. Важные направления работы лабораторий включают:

генетический анализ растений и животных, включая секвенирование ДНК по технологии Low-Pass;

исследование микробиома почвы и его влияние на урожайность;

разработка биопрепаратов для защиты растений и улучшения качества почвы.

6 сентября 2024 года в Республике Татарстан утверждена Стратегия развития агропромышленного комплекса до 2030 года (постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 06.09.2024 № 733). В рамках реализации Стратегии запланировано создание в Республике Татарстан центров геномной селекции растений и животных, центра инженерных разработок в сфере биотехнологий, создание парка аквабиотехнологий.

5.3. Биоэкономика лесного хозяйства

5.3.1. Ключевые тренды

В последние годы биоэкономика лесного хозяйства демонстрирует ряд ключевых трендов, которые отражают глобальные изменения в подходах к устойчивому развитию, охране окружающей среды и эффективному использованию природных ресурсов. Вот некоторые из них:

устойчивое управление лесами: акцент на внедрение практик устойчивого лесопользования, включая сертификацию лесов, что способствует сохранению биоразнообразия и снижению негативного воздействия на экосистемы;

инновационные технологии: развитие новых технологий, таких как микрочлновальное размножение древесных культур для повышения их продуктивности и устойчивости к вредителям и болезням;

цифровизация лесного хозяйства: внедрение технологий, таких как геоинформационные системы и дистанционное зондирование, для улучшения управления лесами и мониторинга состояния лесных ресурсов;

развитие агролесоводства: интеграция лесоводства с сельским хозяйством и создание защитных лесных насаждений, что способствует увеличению продуктивности земель и улучшению экосистемных услуг;

восстановление лесов: программы по восстановлению лесов и озеленению территорий, направленные на борьбу с климатическими изменениями и улучшение экологии;

экологическое сознание и социальная ответственность: увеличение внимания со стороны общества к вопросам экологии, сохранения лесов и участия местного

населения в акциях по посадке деревьев, очистке лесов от бытовых отходов и мусора.

Эти тренды подчеркивают важность интеграции биоэкономики в лесное хозяйство как средства достижения устойчивого развития и улучшения качества жизни населения.

5.3.2. Перспективы развития сектора в Республике Татарстан

Республика Татарстан относится к малолесным регионам Российской Федерации. Лесистость по республике составляет 17,4 процента, по районам она крайне неравномерна и колеблется от 2,8 процента до 41,3 процента. Из покрытой лесом площади хвойные насаждения занимают 23,0 процента, твердолиственные – 16,3 процента (из них дубовые высокоствольные – 8,2 процента), мягколиственные и кустарники – 60,7 процента. По данным первого цикла государственной инвентаризации лесов, площадь молодняка составляет 44,3 процента.

Породный состав лесных насаждений разнообразен и представлен: сосной – 15,7 процента, елью – 6,0 процента, дубом (высокоствольным и низкоствольным) – 13,8 процента, березой – 17,5 процента, осиной – 20,6 процента, липой мелколистной – 19,7 процента.

На долю молодняков приходится 17,9 процента, средневозрастных – 34,8 процента, приспевающих – 16,1 процента, спелых и перестойных – 31,2 процента покрытой лесом площади.

В связи с этим имеющиеся лесные ресурсы в республике могут быть использованы в том числе для получения различных биопрепаратов.

К примеру, имеются технологии получения из древесных отходов сырья для нефтепереработки и нефтехимии.

На сегодняшний день в регионе существуют лесные насаждения триплоидной осины, созданные из саженцев, выращенных методом «in vitro». Разведение триплоидной осины проводится в лаборатории микрклонального вегетативного размножения государственным бюджетным учреждением Республики Татарстан «Учебно-опытный Сабинский лесхоз».

Для дальнейшего развития лесной отрасли с использованием лесной биотехнологии целесообразно:

увеличить площади лесов, созданных с использованием саженцев осины, выращенных методом «in vitro»;

с учетом потенциала использования древесных отходов и растительных остатков для производства биотоплива переходить на использование этих ресурсов;

научным и образовательным учреждениям организовать образовательные программы и конкурсы для студентов и школьников, посвященные лесной биотехнологии, чтобы привлекать молодежь к данной области;

способствовать повышению общественной осведомленности о важности лесов для экологии;

внедрить системы мониторинга и управления лесными ресурсами с использованием спутниковых технологий и геоинформационных систем для эффективного контроля за состоянием лесов и оценки их ресурсного потенциала;

в целях эффективного ведения лесного хозяйства использовать методы цифровых возможностей и способности искусственного интеллекта.

5.4. Промышленные биотехнологии

5.4.1. Ключевые тренды

Стремительное развитие биотехнологий для химической промышленности, то есть процессов получения из возобновляемого сырья известных или новых химических продуктов в соответствии с принципами, свойственными живой природе, стало одним из ключевых трендов мировой химической индустрии. Среди других направлений развития промышленных биотехнологий можно выделить:

синтетическую биологию и инженерию микроорганизмов. Синтетическая биология позволяет создать «на заказ» микроорганизмы, способные производить ценные продукты, включая лекарства, химические соединения, биопластики и пищевые добавки;

биоразлагаемые материалы и замену пластика. Рост интереса к биоматериалам, которые могут заменить традиционные пластики, стимулируется повышенным спросом на устойчивые решения в упаковке и потребительских товарах;

клеточное мясо и альтернативные источники белка. Производство клеточного мяса и белковых продуктов из насекомых или растительных источников стремительно развивается, представляя альтернативу традиционному животноводству;

ферментационные технологии нового поколения. Ферментация развивается не только для производства продуктов питания, но и для создания новых классов лекарств, биоматериалов и биотоплива. Современные ферментационные технологии становятся более энергоэффективными и производительными;

микрофлюидику – относительно новое направление, которое изучает поведение жидкостей в каналах толщиной порядка микрон. Особенность микрофлюидных систем в том, что они работают с микроскопическими объемами жидкостей. Благодаря своим небольшим размерам микрофлюидные устройства позволяют проводить сложные многостадийные манипуляции с жидкостями и помещенными в них объектами (клетками, пузырьками, частицами, каплями) при помощи чипов размером в несколько миллиметров. Поэтому микрофлюидные устройства называют «лаборатории на чипе» и являются точкой роста в области синтеза малотоннажной химии.

В микрофлюидных устройствах можно организовать непрерывный мониторинг различных параметров с помощью встраиваемых датчиков. Это важно не только для медицины. Например, система «легкие-на-чипе» позволяет разрабатывать новые стратегии оценки атмосферных загрязнителей. Методика «лаборатория-на-чипе» позволяет создавать самые разные миниатюрные высокоточные аналитические системы.

Микрофлюидика открывает возможности для научных исследований по следующим направлениям:

проведение сложных многостадийных манипуляций с жидкостями и помещенными в них объектами (клетками, пузырьками, частицами, каплями) при помощи чипов размером в несколько миллиметров;

создание близких к физиологическим условия для культивирования клеток разных типов, например, экстракорпоральное оплодотворение;

диагностика множества различных биомаркеров, таких как опухолевые клетки или белки из крови пациентов;

оценка на чипе физиологических процессов, например, точности доставки препарата в орган-мишень;

синтез наночастиц;

микрореакторы для лучшего смешивания реагентов;

устройства для роста кристаллов белков или диагностические биочипы с возможностью определять одновременно несколько веществ в составе исследуемого вещества;

инновационные косметические средства на основе эмульсий;

системы мониторинга окружающей среды на чипе;

охлаждающие системы в высокопроизводительных микросхемах, микрореакторы для лучшего смешивания реагентов.

По данным Data Bridge Market Research, мировой рынок микрофлюидики, объем которого в 2022 году составлял 23,17 млрд.долларов, достигнет 70,93 млрд.долларов к 2030 году при среднегодовом темпе роста 15,01 процента в указанный период.

На территории Российской Федерации имеется производство собственного микрофлюидного оборудования – насосов и реакторов. С их помощью российские компании могут выпускать различную мало- и среднетоннажную химическую продукцию: фармацевтические субстанции, косметику, пестициды, нефтехимию, химреактивы. Примером такой компании является общество с ограниченной ответственностью «Лабаванс».

К продуктам биотехнологий промышленного назначения относятся такие крупнотоннажные базовые продукты, как органические кислоты и их производные, спирты, алкены, гликоли, биокатализаторы и промышленные ферменты, реагенты для производства целлюлозно-бумажной продукции и многие другие.

Мировой объем производства химических веществ из возобновляемых источников сырья превысил в 2022 году 96 млрд.долларов. Эксперты прогнозируют, что к 2030 году объем производства химических веществ из возобновляемых источников сырья займет от 15 до 20 процентов мирового производства. В настоящее время в Российской Федерации отсутствуют производства химических веществ из возобновляемых источников сырья.

5.4.2. Перспективы развития сектора в Республике Татарстан

В Республике Татарстан ведутся научно-исследовательские работы по микробиологическому синтезу биобутанола, янтарной кислоты, бактериальной целлюлозы.

Создается технология переработки растительной биомассы, биологических и полимерных отходов в ценное нефтехимическое сырье либо в тепло- и энергоресурсы. Получаемый продукт по данной технологии – «зеленый» метанол будет соответствовать характеристикам метанола, производимого по традиционному методу. В

будущем такое сырье может быть использовано для производства «зеленых» шин. Ориентировочный срок запуска – апрель 2025 года.

На стадии завершения строительство опытно-промышленной установки получения непищевых сахаров, ведутся опытные работы по достижению целевых параметров и определению оптимального технологического режима переработки различного сырья. В качестве сырья используются древесная щепа и солома мискантуса. Сироп простых сахаров как материал предназначен для получения широкой линейки продукции: спирты, гликоли, аминокислоты и другие. Ведутся научно-исследовательские работы по получению биомоноэтиленгликоля из непищевых сахаров.

Идет масштабирование процесса получения экстрактивных веществ из древесины лиственных пород и соломы сельскохозяйственных культур.

Ведутся работы по вводу в эксплуатацию опытно-промышленной установки, которая позволит получать кормовой белок из природного газа и минеральных компонентов для обеспечения независимости кормовой отрасли от импортных компонентов. Процесс получения биомассы заключается в непрерывном выращивании метаноксилирующей культуры. Технология производства биомассы метанотрофных бактерий относится к разряду природоподобных технологий, то есть процессы, из которых состоит технология, отражают в концентрированном виде природные процессы – без вреда для флоры и фауны.

Из лигнина предполагается получение ряда продуктов: полимеров и наполнителей прессккомпозитов, агрохимикатов и почвогрунтов, высокоэффективных сорбентов. Мощность опытно-промышленной установки составляет 1 200,0 тонн в год по сырью, 400,0 тонн в год сиропа (на 100-процентную концентрацию), 620,0 тонн в год лигнина (на сухую массу).

На стадии сертификации находится производство биоантипирена. Запуск запланирован на I квартал 2025 года. Технология производства биоантипирена «Арбоксид» основана на использовании растительного сырья (риса) в качестве основного ингредиента. Биоантипирен «Арбоксид» представляет собой водный раствор, содержащий смесь продуктов каталитического жидкофазного окисления растительного сырья воздухом под давлением в присутствии катализатора. Производительность – 270 тонн биоантипирена в год. Продукт повышает антисептические свойства древесины по отношению к плесневым и деревоокрашивающим грибам.

Дополнительно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по производству антипирена (огнезащита) для металлоконструкций. Проведены научно-исследовательские работы по получению бутадиена из этанола. Бутадиен используется в производстве синтетических каучуков.

Кроме того, в области промышленной биотехнологии проводятся исследования и разработка биопрепаратов для сельского хозяйства (биопрепараты для улучшения свойств почв, консерванты для силосования, пробиотики для животных), разрабатываются ферментные препараты, препараты передела молока содержащего сырья, биоматериалы для применения в медицине. Данные разработки имеют важнейший показатель эффективности промышленного производства – повышение урожайности в растениеводстве, продуктивности в животноводстве, снижение затрат за счет циклического использования препаратов в сельском хозяйстве.

Основные направления для реализации проектов биотехнологии в промышленности:

биодegradуемые полимеры на основе полимолочной кислоты, полиоксибутиратов и другие;

полисахариды для нефтедобывающей промышленности;

производство разных видов биотоплива 1 – 3 поколений (биоэтанол, биобутанол, биодизель, авиационный биокеросин, биотопливо из водорослей);

производство фурфурола, леулиновой кислоты;

производство гидроксипропилметилцеллюлозы, метилцеллюлозы, гидроксипропилметилцеллюлозы, карбоксиметилцеллюлозы;

получение спиртов (этанол, метанол) из непищевого возобновляемого сырья;

производство бутадиена из биоэтанола по «реакции Лебедева»;

производство биомоноэтиленгликоля из растительного сырья;

получение метил-трет-бутилового эфира из биометанола;

производство биоантипиренов;

производство щавелевой, винной кислот;

модифицированные крахмалы;

создание производств разных видов биотоплива и присадок на основе биосырья;

продукты передела органических кислот в традиционные продукты органического синтеза (гликоли, спирты, растворители);

создание производств по модификации природных полимеров (белков, полисахаридов).

Для успешного развития промышленных биотехнологий необходимо развивать экспериментально-производственную базу:

создавать современные лаборатории (например, в общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-БИОТЕХ» запущены лаборатории промышленной и молекулярной биотехнологии);

оснастить лаборатории современным оборудованием для проведения микробиологических, биохимических и аналитических исследований;

организовать подготовку кадров для научного и производственного кластера.

Группа компаний «Нэфис» проводит исследовательские работы по следующим направлениям биотехнологий. Для производства бытовой химии в рамках собственных проектов по сырьевому импортозамещению совместно с федеральным государственным бюджетным учреждением «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» НБИКС природоподобных технологий прорабатывается возможность генерации штаммов с заданными свойствами продуцентов – щелочной протеазы, целлюлазы, липазы, пектиназы и маннаназы. Данные энзимные препараты используются в составе моющих средств. В рамках совместного проекта получены четыре первых штамма продуцентов протеазы. Лабораторно полученные образцы протеазы синтезированных штаммов показывают сопоставимую ферментативную активность с лучшими аналогами компании Novozymes (Дания). В настоящий момент в научно-производственном центре и центральной заводской лаборатории акционерного общества «Нэфис Косметикс» ведутся исследования стабильности ферментативной активности во времени по процедуре ускоренного старения.

По масложировому направлению совместно с кафедрой «Химической кибернетики» Казанского национального исследовательского технологического университета ведутся исследовательские работы:

по повышению белковой составляющей в подсолнечном шроте: ведется подбор высокоэффективных штаммов, обладающих высокой целлюлозолитической активностью для ферментации шрота и снижения доли антипитательных балластных составляющих;

по частичному осахариванию лузги подсолнечника и культивации на гидролизатах азотфиксирующих, кремнийфиксирующих, фосфорфиксирующих микроорганизмов. Неосахаренная часть лузги подсолнечника формирует влагоудерживающую матрицу сохранения жизнеспособности почвообразующих микроорганизмов. Практическое применение данного исследования – создание современной почвообразующей формы удобрений.

5.5. Биоэкономика окружающей среды

5.5.1. Ключевые тренды

К числу биотехнологий, наиболее востребованных и перспективных для сохранения окружающей среды, относят:

очистка сточных вод;

ремедиация (биостимуляция и биоаугментация) загрязненных почв;

переработка органических отходов (коммунальных и сельскохозяйственных) с получением полезных продуктов;

очистка воздушных выбросов, в том числе с параллельным наращиванием биомассы для получения полезных продуктов;

восстановление водных объектов.

Очистка сточных вод. К современным методам интенсификации процесса аэробной биологической очистки сточных вод следует отнести в частности:

непрерывный процесс в аэротенках без рециркуляции активного ила с целью направленной селекции биоценоза активного ила;

биоаугментацию в смешанных культурах (биоценозах активного ила и биопленки);

создание и внедрение биосорбционных систем очистки сточных вод;

башенную биологию;

системы с биопленкой и высокоэффективную биофильтрацию с биорегенерацией сорбента;

перспективные технологии аэрации сточной воды;

культивирование микроорганизмов активного ила и/или биопленки в отъемно-доливном режиме (в SBR-реакторе (Sequencing Batch Reaktor) и в SBBR-реакторе (Sequencing Batch Biofilm Reaktor)).

С реализацией этих методов и связано развитие принципов инженерной биологии и биотехнологии сточных вод в исследовательской практике.

Центральным звеном в технологиях биологической очистки сточных вод является микробное агрегированное сообщество. Речь идет о комплексном и структури-

рованном сообществе различных родов микроорганизмов, которое обнаруживает различные состав и активность в зависимости от конкретных условий окружающей среды.

Ремедиация (биостимуляция и биоаугментация) загрязненных почв. Биоремедиация загрязненных почв включает использование биологических агентов, таких как микроорганизмы и растения, для обработки почвы, загрязненной органическими загрязнителями, нефтью, тяжелыми металлами и другими токсичными веществами. Стратегии биоремедиации часто включают микробиологическую деградацию и ферментативные процессы расщепления загрязняющих веществ в почве с использованием физических и химических методов для повышения эффективности очистки. Эффективные стратегии биоремедиации могут варьироваться от лабораторных методов до применения в полевых условиях.

Различные факторы, такие как недостаток кислорода, низкая температура и дефицит питательных веществ, могут стать препятствиями в процессе биodeградации, которые можно решить с помощью методов биостимуляции. Глобальные тенденции биостимуляции загрязненных почв указывают на переход к использованию природных источников вместо синтетических. Природные источники, такие как куриный навоз, коровий навоз и опилки, превосходят синтетические источники в снижении общего содержания нефтяных углеводородов в загрязненной нефтью почве. Использование биостимуляции с помощью поверхностно-активных веществ, в частности биосурфактантов, стало перспективным методом снижения концентрации нефтепродуктов в почве.

Биоаугментация представляет собой внесение в загрязненную почву активных микроорганизмов-деструкторов, способных к деградации конкретных веществ. Биоаугментация может применяться для очистки почв, загрязненных нефтепродуктами, пестицидами, тяжелыми металлами, органическими загрязнителями. В качестве микроорганизмов-деструкторов чаще всего используют микроорганизмы следующих родов: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Rhodococcus*, *Mycobacterium*, *Alcanivorax*, *Streptomyces*.

Переработка органических отходов (коммунальных и сельскохозяйственных) с получением полезных продуктов. Применение биотехнологических методов переработки отходов органического происхождения является исключительно важной экологической задачей для Республики Татарстан. Ежегодный объем образования только отходов животноводства составляет около 12,0 млн. тонн. Значительные объемы отходов органического происхождения депонированы на объектах захоронения твердых коммунальных отходов (далее – твердые отходы), оказывающих многосредовое негативное воздействие и представляющих значительную угрозу как для экосистем, так и для населения.

Биотехнологические методы утилизации отходов органического происхождения фактически воспроизводят процессы, протекающие в естественных экосистемах. Основным отличием является уровень интенсификации процесса. При этом от степени аэробности процесса зависит соотношение конечных продуктов.

В самом общем виде биотехнологические методы утилизации отходов органического происхождения могут быть систематизированы следующим образом:

технология переработки путем длительного выдерживания;

технология пассивного/активного компостирования в буртах;
переработка органических отходов методом биоферментации в установках камерного типа;

переработка органических отходов методом биоферментации в установках барабанного типа;

анаэробная переработка органических отходов с генерацией электричества и тепла (биогазовое производство).

Смоделированный в техногенной системе процесс аэробного биотермического разложения органических веществ (компостирования) до конечных продуктов (вода, CO_2 , простые неорганические соединения) или до простейшей органики, такой как альдегиды и кислоты, позволяет вовлечь эти вещества в естественный биогеохимический круговорот и избежать неприемлемых экологических последствий. Реализация такого подхода применительно к отходам соответствует принципам достижения углеродной нейтральности и позволяет избежать стадии образования метана.

Применение аэробного компостирования особенно перспективно в отношении отходов органического происхождения в составе твердых отходов и отходов сельского хозяйства. Полученный продукт (компост) является ценным гумифицированным удобрением, а данный подход полностью соответствует принципам экономики замкнутого цикла.

Применение технологии анаэробного биотермического сбраживания органических отходов позволяет получить биогаз в качестве конечного продукта. В отличие от некоторых экологических систем, в которых протекают схожие анаэробные процессы, получаемый биогаз используется в энергетических целях и конечным отходом является CO_2 , вовлечение которого в естественный биогеохимический круговорот осуществляется в процессе фотосинтеза.

В соответствии с Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р, основной целью государственной энергетической политики в сфере обеспечения экологической безопасности энергетики является последовательное ограничение нагрузки топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и климат путем снижения выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду, а также эмиссии парниковых газов, сокращения образования отходов производства и потребления. Энергетическая стратегия Российской Федерации предусматривает создание благоприятной экономической среды, в том числе:

стимулирование и создание условий для внедрения экологически чистых энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий при производстве, транспортировке, хранении и использовании топливно-энергетических ресурсов;

создание условий для расширения производства электрической и тепловой энергии на основе возобновляемых источников энергии.

Стратегическими целями использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива являются:

снижение темпов роста антропогенной нагрузки на окружающую среду и противодействие климатическим изменениям при необходимости удовлетворения растущего потребления энергии;

вовлечение в топливно-энергетический баланс дополнительных топливно-энергетических ресурсов;

повышение уровня энергетической безопасности и надежности энергоснабжения за счет увеличения уровня его децентрализации.

Большинство объектов накопленного вреда окружающей среде представлено полигонами твердых отходов, на которых размещено значительное количество отходов органического происхождения, являющихся источником образования свалочных газов, эмиссия которых в атмосферный воздух усугубляет проявление парникового эффекта. На территории республики имеется 55 полигонов твердых отходов, из них в 2021 году подлежало рекультивации 23 полигона.

Эмиссии свалочных газов в окружающую среду вызывают отрицательные эффекты локального и глобального характера. Биогаз оказывает угнетающее воздействие на биоценоз, в первую очередь на растительность за счет вытеснения кислорода из порового пространства почвы. При накоплении свалочного газа в определенных концентрациях создается взрыво- и пожароопасная ситуация непосредственно на местах захоронения, а также в зданиях и сооружениях, расположенных в непосредственной близости. Горение отходов на территории объекта размещения сопровождается эмиссией токсичных соединений – полихлорированных дибензодоксинов и полихлорированных дибензофуранов, которые за счет атмосферного переноса и миграции с поверхностным стоком попадают в поверхностные и подземные воды, аккумулируются в почве, донных отложениях и грунтах.

Накапливаясь в приземном слое атмосферы, свалочные газы могут вызывать отравления у эксплуатационного персонала. Кислые газы, входящие в состав биогаза, активизируют коррозию технологического оборудования.

Поэтому при проведении мероприятий по рекультивации исчерпавших эксплуатационный ресурс полигонов твердых коммунальных отходов необходимо соответствовать требованиям времени и осуществлять дегазацию таких объектов с использованием их энергетического потенциала, что полностью соответствует принципам экоразвития и циркулярной экономики.

Глобальное изменение климата антропогенно обусловлено и связано с выбросом парниковых газов, образующихся при сжигании угля, нефти и газа, разведении животных, промышленном производстве и других процессов. CO₂ является наиболее массово выбрасываемым парниковым газом, образующимся в основном (77,0 процента) при сжигании ископаемого топлива. В настоящее время активно разрабатываются биотехнологические методы снижения содержания углекислого газа в атмосфере с целью минимизации интенсивности парникового эффекта.

Наиболее активно в биотехнологиях улавливания углекислого газа используются микроводоросли и цианобактерии, фототрофные зеленые бактерии, водородоокисляющие бактерии, карбоксидобактерии и метаногенные археи. Нарращивание микроводорослей и получение из них целевых продуктов является перспективным активно растущим направлением в мире и Российской Федерации. Однако в большинстве случаев источником углерода для биореакторов с микроводорослями является очищенный сжиженный углекислый газ. Разработки по использованию промышленных выбросов с содержанием углекислого газа в качестве источника углерода для микроводорослей находятся на начальных стадиях разработки.

Прогнозирование развития биотехнологической промышленности на основе микроводорослей указывает на значительный потенциал этого сектора при условии преодоления текущих технологических и экономических барьеров. Совершенствование технологий и увеличение масштабов производства создадут условия для устойчивого роста и широкого применения микроводорослей в различных отраслях промышленности. Спрос на продукцию из микроводорослей будет расти в таких секторах, как биотопливо, питание и корма, фармацевтика и косметика.

В промышленности биомасса водорослей и продукты ее конверсии могут использоваться в качестве сырья для химического синтеза (биотопливо, лекарства, гидроксиметилфурфурол и его производные, полимерные материалы на основе С₆-биофуранов, углеродный материал для электродов, материалы для аддитивных технологий и другие).

Восстановление водных объектов. Российская Федерация принадлежит к числу наиболее обеспеченных водными ресурсами стран мира. Проблемой, требующей особого внимания, является сохраняющийся высокий уровень негативного антропогенного воздействия на водные объекты. Значительная доля мероприятий по экорееабилитации водных объектов в Российской Федерации была проведена в рамках реализации таких федеральных проектов, как «Оздоровление Волги» и «Сохранение уникальных водных объектов» (в рамках национального проекта «Экология»).

Пример решения проблемы экорееабилитации городского водного объекта – пруд Адмиралтейский или старая излуцина реки Казанки, которая многие десятилетия принимала сточные воды промышленных предприятий, а после выпрямления русла Казанки превратилась в отсеченную излуцину, выполняющую роль дренажной системы. Работы, проведенные по восстановлению этого водного объекта, значительно улучшили экологическую ситуацию в районе Адмиралтейской слободы, создали привлекательный архитектурно-исторический ландшафт в районе Свято-Успенского Зилантова женского монастыря.

Не менее впечатляющих результатов удалось достичь при восстановлении озера Лебязье. В проекте решалась сложная задача – восстановление гидрологической системы поддержания постоянного уровня воды в системе озер. Была создана современная лесопарковая зона для активного отдыха, рекреационная зона с максимальным сохранением естественных ландшафтов.

5.5.2. Перспективы развития сектора в Республике Татарстан

Очистка сточных вод. Для обеспечения условий функционирования микробных сообществ в системах биологической очистки производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси, актуальными являются проекты, основанные на результатах технологического обследования работы биологических очистных сооружений с разработкой таких рекомендаций по обеспечению их стабильного функционирования, как:

проведение реконструкции биологических очистных сооружений с реализацией автоматизированных систем теххимического контроля сточных вод, поступающих на биологическую очистку по показателям их качества: химического потребления кислорода, биологического потребления кислорода, содержания ионов аммо-

ния, фосфат-ионов. Это позволит повысить надежность работы водоочистного оборудования, обеспечить обслуживающий персонал оперативной информацией о технологических параметрах, увеличить оперативность устранения аварийных ситуаций;

ввод в эксплуатацию биологических очистных сооружений узла приготовления и автоматического дозирования биогенных элементов. Необходимость их дозирования должна рассчитываться в соответствии с рекомендуемой методикой расчета с учетом текущих значений биологического и химического потребления кислорода и источников биогенных элементов (ионов аммония и фосфат-ионов);

внедрение автоматизированных систем биодиагностики активного ила с целью прогнозирования восстановительного потенциала очистных сооружений после залповых сбросов производственных сточных вод.

Ремедиация (биостимуляция и биоаугментация) загрязненных почв. Республика Татарстан, являясь одним из ведущих нефтедобывающих регионов Российской Федерации, сталкивается с проблемой многочисленных локальных загрязнений почв нефтью и нефтепродуктами. В целом в Российской Федерации существует широкий спектр биопрепаратов, содержащих микроорганизмы, способные к деструкции нефтяного загрязнения, разработанные из местных микроорганизмов, специфичных для региона загрязнения. В Республике Татарстан на базе образовательных организаций высшего образования также ведется разработка биопрепаратов для биоаугментации. Институт проблем экологии и недропользования государственного научного бюджетного учреждения «Академия наук Республики Татарстан» проводит исследования в области выделения и идентификации нефтеокисляющих бактерий, выделенных из загрязненных почв. Исследователями Казанского федерального университета разработаны технологии очистки нефтезагрязненных почв методами биостимуляции с помощью применения органических продуктов, таких как компосты и органические отходы, навоз, сточные воды.

Республика Татарстан обладает значительным потенциалом для развития технологий ремедиации загрязненных почв. В регионе накоплен большой опыт применения биологических методов для очистки земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. В последние годы публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина активно реализует проекты, направленные на восстановление экосистем, пострадавших от нефтяных загрязнений.

Представляется целесообразным разработать целенаправленный проект по улучшению экологической обстановки в промышленных центрах и в районах нефтегазодобычи с использованием древесно-кустарниковой растительности.

Создание нормативно-правовой базы для применения биотехнологических методов ремедиации почв является важным шагом к более широкому внедрению новых технологий. Необходимость разработки четких регламентов и стандартов позволит установить единые требования к процессам биоремедиации и обеспечит безопасность использования биопрепаратов в различных условиях. Это, в свою очередь, будет способствовать повышению доверия со стороны бизнеса и государственных органов к инновационным методам восстановления загрязненных земель. Наличие четкой нормативно-правовой базы создаст основу для научных исследований и разработки новых технологий в области биоремедиации.

Одним из перспективных проектов является использование биосурфактантов для ремедиации загрязненных почв. Биосурфактанты способны эффективно снижать поверхностное натяжение, что повышает биодоступность загрязняющих веществ для микроорганизмов-деструкторов. Применение биосурфактантов может осуществляться двумя способами: внесением выделенных биосурфактантов, которые являются продуктами метаболизма микроорганизмов, и использованием самих микроорганизмов, способных к синтезу этих веществ. Кроме того, микробные биосурфактанты, производимые бактериями, могут быть использованы для усиления деградации гидрофобных органических загрязнителей и повышения эффективности удаления тяжелых металлов из загрязненных почв.

Для успешной реализации проектов биоремедиации загрязненных почв необходимо развивать экспериментально-производственную базу. В первую очередь, следует создать современные лаборатории, способные обеспечить высокое качество исследований и ускорить процесс разработки эффективных методов ремедиации. Кроме того, важно оснастить лаборатории современным оборудованием для проведения микробиологических, биохимических и аналитических исследований. Наличие необходимой приборной базы создаст условия для высококачественных экспериментов и увеличит научный потенциал в области биоремедиации. Строительство опытно-промышленных установок для тестирования разрабатываемых технологий ремедиации в полупромышленных условиях позволит оценить их эффективность на более высоком уровне. Организация производства биопрепаратов для биоаугментации обеспечит доступность средств для очистки загрязненных территорий и позволит внедрять данные биотехнологии в практику. Также рекомендуется создать пилотные участки для апробации технологий ремедиации в полевых условиях, что позволит протестировать новые методы в реальных условиях и собрать данные для дальнейшего улучшения технологий.

На основе имеющихся и разрабатываемых данных целесообразно создать дорожную карту внедрения технологий ремедиации почв в Республике Татарстан, учитывающую долгосрочные прогнозы. Дорожная карта должна включать конкретные шаги и мероприятия, направленные на эффективное применение биотехнологий в области очистки загрязненных территорий. Также следует предусмотреть механизмы мониторинга и оценки результатов внедрения технологий, что позволит своевременно корректировать подходы и стратегии в зависимости от достигнутых результатов и новых вызовов.

Переработка органических отходов (коммунальных и сельскохозяйственных) с получением полезных продуктов. Применение технологий анаэробного биотермического сбраживания позволит реализовать биогазовый потенциал Республики Татарстан, который до настоящего времени не оценен. Потенциальными источниками биогаза являются отходы животноводства, полигоны твердых отходов, иловые поля сооружений биологической очистки сточных вод. Биогазовые технологии наиболее целесообразно применять в отношении отходов животноводства III класса опасности (птичий помет, свиной навоз), поскольку эти виды отходов оказывают сильное рефлекторное воздействие на население и их переработка методом аэробного компостирования сопряжена с большим количеством жалоб от населения.

Работы в области выращивания и использования микроводорослей ведутся учеными Казанского федерального университета и Казанского национального исследовательского технологического университета. В Институте фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета акцент делается на адаптации микроводорослей к росту на жидких отходах производства, тогда как в Институте экологии и природопользования Казанского федерального университета – на адаптации к использованию в качестве источника углерода соединений в составе промышленных выбросов. При этом ресурсная и компетентностная база в Казанском федеральном университете достаточна для реализации крупных проектов в области использования микроводорослей в биотехнологиях секвестрации углерода.

Восстановление водных объектов. Примеры реализации проектов по восстановлению городских водоемов свидетельствуют о наличии научного и производственно-технического потенциала в республике (Казанский федеральный университет, Институт проблем экологии и недропользования государственного научного бюджетного учреждения «Академия наук Республики Татарстан», государственное унитарное предприятие «Татинвестгражданпроект»).

В настоящее время реализуется проект «Голубые озера» – сохранение рекреационного потенциала уникальных карстовых озер.

К рекомендуемым проектам можно отнести экологическую реабилитацию городских водоемов (озера, пруды) в столице и городах Республики Татарстан, а также планируемые к реализации в рамках федерального проекта «Сохранение уникальных водных объектов»: р.Берсут у с.Камский леспромхоз, р.Мелекеска в г.Набережные Челны, оз.Иске-Идель у с.Актаныш, оз.Кара-Куль (Соболековское) Нижнекамского муниципального района, оз.Архиерейское у с.Тарлаши Лаишевского муниципального района, р.Нокса в г.Казани.

Необходимо:

развитие системы государственного мониторинга водных объектов посредством расширения государственной наблюдательной сети;

модернизация приборной и лабораторной базы, методов прогнозирования, автоматизации процессов сбора, обработки и передачи информации;

проведение прикладных научных исследований и экспериментальных разработок, выполняемых по договорам на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ;

выполнение экспериментальных проектов, обеспечивающих выработку современных методик, механизмов нормативно-правового, технического, технологического и информационного обеспечения развития водохозяйственного комплекса.

5.6. Биоэнергетика

5.6.1. Ключевые тренды

Биоэнергетика в последнее время стала самостоятельной отраслью большой энергетики и занимает все более заметное место в мировом производстве тепла и электричества. Однако в Российской Федерации доля биоэнергетики незначительна, что связано с топливно-сырьевым статусом страны (большой минерально-сырьевой

базой). В Российской Федерации главенствующую позицию среди альтернативных источников занимает гидроэнергия (84,0 процента), на втором месте – биоэнергия (14 процентов). Однако доля возобновляемого источника энергии в сравнении с традиционными источниками чрезвычайно мала и составляет 1,0 – 3,0 процента. В соответствии с утвержденной Ассоциацией участников Технологической платформы «Биоэнергетика» дорожной картой «Биоэнергетика Российской Федерации. Дорожная карта на 2019 – 2030 годы» прогнозируемая доля на 2030 год составит 2,0 процента, согласно некоторым экспертным прогнозам показатель более оптимистичный – 10,0 процента.

Существенная роль в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р, отводится развитию использования новых возобновляемых источников энергии и энергоносителей. Вовлечение в топливно-энергетический баланс возобновляемых источников энергии, в том числе биоэнергии, позволит сбалансировать энергетический спрос и снизить экологическую нагрузку энергетического сектора на окружающую среду. Главной целью Стратегии является создание инновационного и эффективного энергетического сектора страны, адекватного как потребностям растущей экономики в энергоресурсах, так и внешнеэкономическим интересам Российской Федерации, обеспечивающего необходимый вклад в социально ориентированное инновационное развитие страны.

В Республике Татарстан под влиянием рыночного спроса развиваются малоэнергоемкие отрасли промышленного производства высокотехнологичной и наукоемкой продукции. Однако, по данным отчета Правительства Республики Татарстан о выполнении в 2023 году государственной программы «Энергоресурсоэффективность в Республике Татарстан», на фоне общего снижения индикатора энергоемкости производства продукции основных отраслей промышленности показатели энергоемкости таких отраслей, как химия, нефтехимия и легкая промышленность, продолжают расти.

В связи с ростом промышленного производства и необходимостью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду и борьбы с изменением климата биотехнология как область энергетики с возобновляемыми источниками энергии приобретает все большее значение.

Первое поколение биотоплива, производимого из продуктов пищевой промышленности (кукуруза, подсолнечник, соя и так далее), имеет серьезный недостаток – конкуренция с использованием земли под продовольствие. Также это биотопливо может привести к отрицательному чистому приросту энергии, поскольку в процессе производства выделяется больше углерода, чем улавливается исходным сырьем в процессе роста.

В качестве сырья второго поколения биотоплива используются различные растительные отходы, такие как солома, лузга гречихи, отходы деревообрабатывающей промышленности, отходы птицеводства, скотоводства, перерабатывающей промышленности. Таким образом, Республика Татарстан обладает обширной ресурсной базой для развития биоэнергетики. Работы по повышению эффективности биотоплива второго поколения продолжаются.

Древесное сырье выгоднее перерабатывать на более энергетически ценное топливо. Так, в современном котельном оборудовании энергоэффективность при сжигании пеллет и гранул составляет 80,0 процента, в то время как при сжигании древесины на открытом огне – лишь 5,0 процента, в угольных котлах – свыше 40,0 процента. Большой калорийностью среди твердого биотоплива обладают торрефицированные гранулы и брикеты, получаемые посредством термической обработки при температуре до 300 °С без доступа кислорода. Теплотворная способность древесины составляет 18 – 19 МДж/кг, древесного угля – 30 – 33 МДж/кг, а торрефиката – 22 – 23 МДж/кг. При этом выход древесного угля всего 28,0 – 35,0 процента от абсолютно сухой древесины, а торрефиката – 60,0 – 70,0 процента.

Технологии второго поколения имеют достаточно широкое распространение. В Российской Федерации в 2023 году акционерное общество «Экоойл» (Тамбовская область) запущено производство торрефицированного топлива из лузги подсолнечника. В 2015 году в г.Онеге в Архангельской области на акционерном обществе «Бионет» запущено производство черных пеллет из лигнина на базе бывшего Онежского гидролизного завода. В основе технологического процесса лежит инновационная технология производства, схожая с процессом торрефикации.

Ученые предлагают также вырабатывать из отходов древесины брикеты в смеси с углем, которые на 20 процентов дешевле печного топлива, использовать так называемый черный щелок, который получают на целлюлозных заводах, сжигать его в содогенерационных котлах для получения электроэнергии и тепла. Такую практику наладили в Иркутской области по программе «Большой Братск».

Российский агрокомплекс ежегодно производит 773,0 млн.тонн отходов, из которых можно было бы получить 66,0 млрд.куб.метров биогаза, или около 110 млрд.киловатт-часов электроэнергии. Вместо этого ежегодный ущерб от отходов агропромышленного комплекса оценивается в 450,0 млрд.рублей, в частности, значительная доля ущерба приходится на загрязнение водных ресурсов.

Использование биогаза имеет множество положительных эффектов: возобновляемость источника энергии, сокращение CO_2 , и CH_4 в атмосферу, экономия минеральных удобрений и повышение плодородия почв, за счет получаемых удобрений после брожения биомассы. Использование биогазовых установок поможет создать децентрализованное энергоснабжение, повысить стабильность энергоснабжения, получить дополнительные источники доходов, сократить выделение неприятных запахов, улучшить сельскую инфраструктуру, решить проблему утилизации отходов производства и освободить территории, занятые под их складирование.

Третье поколение биотоплива производится из микроорганизмов, таких как водоросли и бактерии. Преимуществами использования микроводорослей для получения биотоплива является высокая скорость роста (удвоение клеток каждые 4 часа), высокая продуктивность по липидам, отсутствие необходимости использования сельскохозяйственных земель. Недостаток такой технологии – низкая экономическая эффективность, что связано с недостаточной проработанностью технологии культивирования, отсутствия свойств, удовлетворяющих критериям масштабирования.

В Российской Федерации были выполнены приоритетные работы по использованию ферментов в качестве катализаторов электродных процессов. На базе этого

открытия разрабатываются два типа топливных элементов: ферментный и микробный. В ферментативном биотопливном элементе в качестве катализатора используются ферменты живых клеток, в микробных топливных элементах – целые клетки. Ферменты специально разработаны для переработки органических соединений, то есть сахара, спиртов и другого биотоплива (в том числе компонентов сточных вод). Преимущество таких топливных элементов по сравнению с традиционными, где в качестве катализаторов используются драгоценные металлы, – относительно легкое массовое производство.

Достаточно перспективными являются микробные топливные элементы – устройства, которые осуществляют превращение биохимической энергии в электричество посредством ферментов, находящихся в живом микроорганизме.

В биотопливе четвертого поколения сырьем являются специально сконструированные микроорганизмы (культуры). Синтетическая биология функционирует за счет создания искусственных биологических систем путем объединения инженерной стратегии с биотехнологическими инструментами на основе генетических, метаболических и регуляторных данных.

Биотопливо четвертого поколения предназначено не только для выработки устойчивой энергии, но и для улавливания и хранения CO_2 . Углекислый газ улавливается на всех этапах производства с использованием таких процессов, как кислородное сжигание. Производство биотоплива четвертого поколения углеродно-отрицательное, поскольку оно улавливает больше CO_2 , чем производит.

В Российской Федерации нет производства биотоплива третьего и четвертого поколений, но учеными ведутся разработки эффективных технологий.

5.6.2. Перспективы развития сектора в Республике Татарстан

В Республике Татарстан, как и в Российской Федерации в целом, биоэнергетика имеет огромный потенциал благодаря обширной ресурсной базе и научным разработкам. В Российской Федерации ежегодно производится биомасса, энергия которой эквивалентна 8 млрд. тонн условного топлива. Основными препятствиями для освоения биомассы в качестве топлива являются недостаточные меры политической, законодательной и финансовой поддержки.

В пгт.Актюбинский реализуется проект публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д.Шашина: на биогазовой установке из продуктов жизнедеятельности крупного рогатого скота и отходов фермерского хозяйства вырабатывается метан, который является топливом для газопоршневой установки, производящей «зеленую» электрическую и тепловую энергию.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» предлагает научно-технические решения по подготовке биогаза к использованию в тепловых установках. Проект включает разработку технологической схемы очистки биогаза, эскизный проект, рабочий проект. Далее – расчет и выбор технологически независимого аппаратного оформления с применением методов экспериментального исследования и математического моделирования, технико-экономическое обоснование.

В настоящее время наибольшее распространение из всех видов биотоплива имеют твердое биотопливо (в виде щепы, пеллетов, брикетов) и биогаз. Работы по повышению эффективности использования биотоплива ведутся постоянно, выводя биоэнергетику на конкурентный уровень.

Одним из перспективных направлений биоэнергетики являются биотопливные элементы в качестве источников тока для медицинских устройств, систем экипировки, роботов и так далее. Развитие данного направления пока ограничено высокой стоимостью. При государственной поддержке исследований данного направления возможны среднесрочные результаты по выводу технологии на производственный уровень.

VI. Финансовые ресурсы и объем инвестиций

Реализацию Стратегии планируется осуществлять за счет собственных и привлеченных средств предприятий, научных и образовательных организаций, мер государственной поддержки.

В Стратегию заявлена реализация 61 проекта. Из общего числа девять проектов являются инвестиционными и предполагают создание новых производств, инвестиции в их реализацию оцениваются в 112,0 млрд.рублей. Наиболее масштабный по объему инвестиций проект – строительство комплекса по глубокой переработке зерна.

Реализация данных проектов требует включения в существующие механизмы поддержки направление биотехнологии. Для реализации исследовательских проектов необходимо финансирование на проведение научно-исследовательских работ и дооснащение лабораторной базы. Общий размер финансирования научных работ в рамках Стратегии оценивается в 1,0 млрд.рублей.

VII. Ожидаемые результаты реализации Стратегии

Основным ожидаемым результатом реализации Стратегии является создание научно-практического задела на следующий технологический уклад с проработкой нормативно-технической документации по созданию промышленных производств.

Развитие биотехнологий в Республике Татарстан планируется в сроки, которые определены в соответствии с текущим уровнем развития данного направления в Республике Татарстан и максимально приближены к временным промежуткам национальных целей развития Российской Федерации и национального проекта по обеспечению технологического лидерства «Новые материалы и химия».

В 2025 – 2030 годах запланирована реализация исследовательских проектов с созданием опытно-промышленных и пилотных производств органоминеральных удобрений на основе природных материалов и отходов пищевой промышленности, биологических препаратов для растениеводства, пробиотиков и пребиотиков из биомассы кукурузы, непищевых сахаров, биокеросина (SAF), агрохимиката пролонгированного действия на основе биочара, продолжится отработка технологии переработки древесного сырья методом быстрого пиролиза.

В Республике Татарстан планируется построить комплекс по глубокой переработке зерна с получением ксантановой камеди, незаменимых аминокислот, а так-

же биозавода по производству биопрепаратов для земледелия и растениеводства. Кроме того, ожидается начало производства биодизеля, биотехнологических продуктов (биоактивных фабричных черноземов, вермиконцентрата и вермипротеина) на основе технологии вермиконверсии органических отходов.

Повысится уровень компетенций действующих исследовательских организаций в области инжиниринга, что будет способствовать выработке технических решений по промышленному внедрению разрабатываемых биотехнологий. Будут разработаны технологии производства «зеленого» метанола, глубокой переработки молкосодержащего сырья, получения компостов, методы микробного увеличения нефтеотдачи.

Получит развитие экспериментально-производственная база, отраслевые научно-исследовательские центры и учебные лаборатории в ведущих образовательных организациях и на предприятиях Республики Татарстан. Будут расширены существующие и сформированы новые программы подготовки и переподготовки кадров в области биотехнологий.

Будет сформировано единое информационное поле для обмена знаниями в области биотехнологий, в том числе за счет формирования региональных проектных групп, заинтересованных в развитии биотехнологий, проведения профильных дискуссий и выставок на территории Республики Татарстан. Для эффективной реализации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ будет обеспечено развитие научно-прикладного взаимодействия с образовательными организациями, институтами Российской академии наук, с одной стороны, и производственными партнерами – заказчиками результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, с другой стороны.

В период 2031 – 2035 годов в зависимости от результатов экономической оценки реализованных исследовательских проектов, специализирующихся на переработке возобновляемой биомассы, получении продуктов питания, выпуске современных лекарств и других направлений развития биотехнологий, будут приняты решения о дальнейшей поддержке данных проектов для промышленного внедрения.

Будут продолжены работы по выращиванию в Республике Татарстан мискантуса, льна и конопли, первичной переработке лубяных культур. Будет создана отрасль производства биогаза – инструмент формирования комплексного подхода к обращению с отходами в сфере сельского хозяйства. Своевременный анализ состояния развития племенной базы региона позволит внедрить современную систему генетического совершенствования племенной базы животноводства, основанного на комплексном биоэкономическом подходе.

На промышленных объектах и на объектах жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан будут внедрены новые биотехнологические способы очистки сточных вод.

Будут проведены опытно-промышленные испытания и внедрение биотехнологии рекультивации нефтезагрязненных и деградированных почв с использованием термомеханически обработанного гранулированного осадка сточных вод муниципального унитарного предприятия «Водоканал» г.Казани.

Система целеполагания Стратегии сформирована с учетом национальных целей развития Российской Федерации, определенных Указом Президента Российской

Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», а также национальными проектами по обеспечению технологического лидерства «Новые материалы и химия» и «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности».

VIII. Оценка эффективности и риски реализации Стратегии

Оценка эффективности Стратегии осуществляется ежегодно путем представления Премьер-министру Республики Татарстан отчета о реализации Стратегии (не позднее 1 июня года, следующего за отчетным). В отчете приводится анализ выполнения мероприятий, запланированных в Стратегии, включая ход реализации исследовательских и инвестиционных проектов и причины отклонений от заявленных сроков (при их наличии).

В отчете также отражаются предложения по включению в Стратегию новых мероприятий в соответствии с национальными целями развития Российской Федерации и целями национальных проектов по обеспечению технологического лидерства «Новые материалы и химия» и «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», а также предложения по корректировке неактуальных мероприятий.

Мониторинг реализации Стратегии осуществляется Министерством промышленности и торговли Республики Татарстан.

Реализация Стратегии сопряжена с возникновением и преодолением различных рисков. Существенное влияние на ход реализации Стратегии оказывают финансовые, правовые и геополитические риски.

Наиболее значимым финансовым риском является недостаток финансирования запланированных исследовательских и инвестиционных проектов, причины возникновения которого в большей степени определяются внешними факторами (пересмотр инвестиционных стратегий промышленных предприятий, незапланированное увеличение расходов бюджета Республики Татарстан, отсутствие механизмов поддержки по направлению биотехнологий и так далее). Наступление данного риска может повлечь невозможность реализации Стратегии в полном или частичном объеме.

Правовые риски реализации связаны с возможными изменениями законодательства и приоритетов государственной политики в сфере биотехнологий.

Геополитические риски связаны с ростом санкционного давления и последующим усилением торговых, экономических и политических барьеров. Наступление данного риска приведет к ограничениям в поставках в Российскую Федерацию необходимого оборудования, расходных материалов к нему и реактивов, затруднит отношения с деловыми партнерами.

Снижение вероятности и минимизация последствий наступления рисков осуществляется при помощи следующих мер:

привлечение средств на реализацию исследовательских и инвестиционных проектов программы из различных источников;

регулярный мониторинг федеральных стратегических документов и изменений законодательства в сфере биотехнологий;

наращение отечественных компетенций в области инжиниринга;
проработка альтернативных вариантов доставки и оплаты дефицитного оборудования, расходных материалов к нему и реактивов из дружественных стран.

IX. Основные инструменты поддержки развития биотехнологий

Существенные возможности для реализации инвестиционных проектов предприятий предоставляет Фонд развития промышленности, которым предлагаются льготные условия софинансирования проектов. Для реализации новых промышленных проектов Фонд развития промышленности предоставляет целевые займы по ставке от 3,0 до 7,0 процента годовых сроком до 7 лет в объеме от 5,0 млн.рублей до 5,0 млрд.рублей (в зависимости от программы).

Некоммерческая организация «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» осуществляет совместно с Фондом развития промышленности финансирование проектов, реализуемых по приоритетным направлениям российской промышленности по программам: «Проекты развития», «Комплекующие изделия», «Производительность труда» и «Проекты лесной промышленности» в соотношении 90,0 процента (федеральные средства) на 10,0 процента (средства регионов). Предоставляются целевые займы по ставке от 3,0 до 5,0 процента годовых сроком до 5 лет в объеме от 20,0 млн.рублей до 200,0 млн.рублей.

В настоящее время в рамках решения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 26 сентября 2024 г. № 23-60109-00982-Р о предоставлении субсидии российским кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным российским организациям и (или) индивидуальным предпринимателям на приобретение, строительство, модернизацию, реконструкцию объектов недвижимого имущества в целях осуществления деятельности в сфере промышленности, воспользоваться льготной промышленной ипотекой смогут заемщики – субъекты деятельности в сфере промышленности, вид экономической деятельности которых относится к разделу «С» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности, за исключением юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную деятельность в сфере добычи и торговли сырой нефтью, природным газом, производства и торговли жидким топливом, производства и торговли табачными изделиями и алкогольной продукцией, производства пищевых продуктов и напитков (предоставление кредита по льготной процентной ставке на приобретение (с возможностью реконструкции, модернизации или капитального ремонта) производственных площадей в размере не более 500,0 млн.рублей сроком не более 7 лет.

Процентная ставка плавающая:

если ключевая ставка Центрального банка Российской Федерации \leq 10,0 процента: 3,0 процента годовых – для технологических компаний и 5,0 процента годовых – для иных заемщиков (базовые процентные ставки);

если ключевая ставка $>$ 10,0 процента: рассчитывается по формуле «базовая процентная ставка + ключевая ставка – 10,0 процента» (9,0 процента годовых – для технологических компаний и 11,0 процента годовых – для иных заемщиков при действующей ключевой ставке 16,0 процента).

Оператор данной меры государственной поддержки – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

В рамках постановления Правительства Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1119 «Об отборе субъектов Российской Федерации, имеющих право на получение государственной поддержки в форме субсидий на возмещение затрат на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры индустриальных парков, промышленных технопарков и технопарков в сфере высоких технологий, особых экономических зон» субъектам Российской Федерации предоставляются межбюджетные трансферты на возмещение затрат на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры индустриальных парков, промышленных технопарков, особых экономических зон. В рамках постановления возмещаются расходы бюджета субъекта Российской Федерации, которые направлены на:

предоставление субсидий управляющим компаниям в размере средств, направленных на проектирование, капитальные затраты на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры парков или особой экономической зоны, разработку технических условий и технологическое присоединение объектов инфраструктуры парков или особой экономической зоны;

осуществление взносов в уставный капитал управляющей компании в размере средств, направленных на проектирование, капитальные затраты на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры парков или особой экономической зоны, разработку технических условий и технологическое присоединение объектов инфраструктуры парков или особой экономической зоны;

осуществление взносов в уставный капитал управляющих компаний в размере средств (части средств), направленных этими управляющими компаниями на уплату основного долга и (или) процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и (или) государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» на указанные цели;

предоставление субсидий управляющей компании в размере средств, направленных на осуществление текущего содержания и капитального ремонта объектов инфраструктуры особой экономической зоны, ранее созданных за счет средств федерального бюджета и принадлежащих управляющей компании на праве собственности;

проектирование и (или) капитальные затраты на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры парков или особых экономических зон;

возмещение резидентам особых экономических зон затрат на технологическое присоединение объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения.

Затраты субъекта Российской Федерации возмещаются в объеме средств, не превышающем объема фактически уплаченных в федеральный бюджет резидентами парка или особых экономических зон федеральных налогов и таможенных пошлин.

В рамках постановления Правительства Российской Федерации от 12 декабря 2019 г. № 1649 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение затрат на проведе-

ние научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по современным технологиям в рамках реализации такими организациями инновационных проектов и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» субсидии предоставляются в целях стимулирования инновационной деятельности организаций, основанной на проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по современным технологиям, непосредственно связанным с последующим созданием и (или) адаптацией под требования отдельных рынков, регистрацией, производством и реализацией или обеспечением возможности производства и реализации инновационной продукции в рамках реализации инновационных проектов.

Возмещаются следующие виды затрат:

расходы на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением научно-исследовательских работ (не более 50,0 процента субсидии);

материальные расходы, непосредственно связанные с выполнением научно-исследовательских работ (не более 70,0 процента субсидии);

накладные расходы в размере не более 100,0 процента суммы расходов (кроме представительских расходов, оплаты проезда к месту отдыха, организации и участия в выставках), связанные с выполнением научно-исследовательских работ (не более 50,0 процента субсидии);

расходы на оплату работ (услуг) организаций, привлекаемых для выполнения научно-исследовательских работ (не более 70,0 процента субсидии);

расходы, связанные с арендой необходимых для выполнения научно-исследовательских работ зданий, сооружений, технологического оборудования и оснастки (не более 50,0 процента субсидии);

расходы на содержание и эксплуатацию научно-исследовательского оборудования, непосредственно связанные с выполнением научно-исследовательских работ (не более 50,0 процента субсидии);

расходы на государственную регистрацию в Российской Федерации результатов интеллектуальной деятельности (не более 15,0 процента субсидии);

расходы на производство опытной партии продукции и ее тестирование, сертификацию и (или) регистрацию в Российской Федерации (не более 50,0 процента субсидии);

расходы на приобретение изделий сравнения (не более 35,0 процента субсидии).

Размер возмещения составляет не более 70,0 процента от суммы указанных затрат организаций на проведение научно-исследовательских работ, возникающих не ранее календарного года получения субсидии, в том числе до заключения соглашения о предоставлении субсидии. Максимальный срок предоставления субсидии – три календарных года. Получатель субсидии определяется на конкурсной основе (по каждой технологии согласно Методике определения перечня современных технологий (приложение № 1 к приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 21 октября 2020 г. № 3626) исходя из наилучших условий достижения результатов предоставления субсидии.

В рамках постановления Правительства Российской Федерации от 19 сентября 2022 г. № 1659 «Об утверждении Правил предоставления и распределения субсидий

из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на государственную поддержку проектов создания, развития и (или) модернизации объектов инфраструктуры промышленных технопарков в сфере электронной промышленности» из федерального бюджета предоставляются субсидии в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по финансовому обеспечению или возмещению части документально подтвержденных затрат управляющих компаний, произведенных не ранее 1 января 2020 года, на создание, развитие и (или) модернизацию объектов инфраструктуры промышленных технопарков в сфере электронной промышленности.

Субсидии предоставляются:

на создание, строительство, модернизацию и (или) реконструкцию объектов промышленной и технологической инфраструктур промышленного технопарка в сфере электронной промышленности;

на приобретение оборудования в составе технологической инфраструктуры промышленного технопарка в сфере электронной промышленности;

на проектирование объектов промышленной и технологической инфраструктур промышленного технопарка в сфере электронной промышленности, включая затраты на разработку и проведение государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, проведение государственной экспертизы определения сметной стоимости строительства и (или) реконструкции объектов капитального строительства промышленного технопарка в сфере электронной промышленности;

на разработку технических условий и (или) технологическое присоединение к сетям инженерно-технического обеспечения объектов промышленной и технологической инфраструктур промышленного технопарка в сфере электронной промышленности.

Субсидии предоставляются в размере не более 300,0 млн.рублей в год с учетом предельного уровня софинансирования расходных обязательств субъекта Российской Федерации из федерального бюджета на очередной финансовый год, а также не превышающем 60,0 тыс.рублей за 1,0 кв.метр общей площади зданий, строений промышленного технопарка в сфере электронной промышленности.

Размер субсидии из федерального бюджета не может превышать 50,0 процента фактически понесенных и (или) планируемых управляющей компанией затрат на создание, развитие и (или) модернизацию объектов инфраструктуры промышленного технопарка в сфере электронной промышленности частной формы собственности, проектная документация на которые прошла государственную экспертизу в части проверки достоверности определения сметной стоимости.

Кроме того, в Республике Татарстан реализуется единая региональная субсидия по двум направлениям. Первое включает предоставление из бюджета Республики Татарстан субсидий на возмещение промышленным предприятиям части затрат на уплату первого взноса (аванса) при заключении договора (договоров) лизинга оборудования с российскими лизинговыми организациями. Субсидия предоставляется в размере не более 80,0 процента фактически понесенных получателем субсидии затрат и в сумме, не превышающей 20,0 млн.рублей на получателя субсидии, и (или) в сумме, не превышающей 50,0 процента стоимости оборудования.

Участник отбора заявляет оборудование – промышленную продукцию, относимую в соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности к классам 26, 27 и 28 (за исключением подкласса 28.3). Местом нахождения оборудования является Республика Татарстан.

Получатель субсидии должен обеспечить по итогам трех последовательных лет начиная с года предоставления субсидии достижение следующих результатов предоставления субсидии (в расчете на 1,0 рубля субсидии):

отношение увеличения полной учетной стоимости основных фондов за отчетный год (поступление) за счет создания новой стоимости (ввода в действие новых основных фондов, модернизации, реконструкции) по видам экономической деятельности раздела «Обрабатывающие производства» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (накопленным итогом), за исключением видов деятельности, не относящихся к сфере ведения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (строка 07 графы 4 формы федерального статистического наблюдения № 11 «Сведения о наличии и движении основных фондов (средств) и других нефинансовых активов»), к размеру предоставленной субсидии – не менее 6,66;

отношение объема инвестиций в основной капитал по видам экономической деятельности раздела «Обрабатывающие производства» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (накопленным итогом), за исключением видов деятельности, не относящихся к сфере ведения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, к размеру предоставленной субсидии – не менее 6,75;

отношение объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности раздела «Обрабатывающие производства» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (накопленным итогом), за исключением видов деятельности, не относящихся к сфере ведения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, к размеру предоставленной субсидии – не менее 283,37.

Второе направление включает предоставление субсидий из бюджета Республики Татарстан на возмещение части затрат промышленных предприятий, связанных с приобретением нового оборудования. Субсидия предоставляется в размере не более 50,0 процента фактически понесенных получателем субсидии затрат и в сумме, не превышающей 20,0 млн.рублей на получателя субсидии.

Участник отбора заявляет оборудование – промышленную продукцию, относимую в соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности к классам 26, 27 и 28 (за исключением подкласса 28.3), не бывшая в употреблении и местом нахождения которого является Республика Татарстан.

Получатель субсидии должен обеспечить по итогам трех последовательных лет начиная с года предоставления субсидии достижение следующих результатов предоставления субсидии (в расчете на 1,0 рубля субсидии):

отношение увеличения полной учетной стоимости основных фондов за отчетный год (поступление) за счет создания новой стоимости (ввода в действие новых

основных фондов, модернизации, реконструкции) по видам экономической деятельности раздела «Обрабатывающие производства» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (накопленным итогом), за исключением видов деятельности, не относящихся к сфере ведения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (строка 07 графы 4 формы федерального статистического наблюдения № 11 «Сведения о наличии и движении основных фондов (средств) и других нефинансовых активов»), к размеру предоставленной субсидии – не менее 11,0;

отношение объема инвестиций в основной капитал по видам экономической деятельности раздела «Обрабатывающие производства» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (накопленным итогом), за исключением видов деятельности, не относящихся к сфере ведения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, к размеру предоставленной субсидии – не менее 11,87;

отношение объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности раздела «Обрабатывающие производства» Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (накопленным итогом), за исключением видов деятельности, не относящихся к сфере ведения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, к размеру предоставленной субсидии – не менее 232,18.

Х. Кадровое обеспечение

Принимая во внимание текущие вызовы, связанные с необходимостью обеспечения технологического суверенитета страны, трендов технического развития промышленности, необходимо усилить работу по обеспечению достаточного уровня подготовки учащихся в образовательных организациях в части инженерно-технических и химико-биологических направлений, проводить работу по созданию комфортной инфраструктуры для привлечения трудовых ресурсов в регион.

В этой связи кадровая политика в промышленности должна быть направлена на обеспечение потребности в квалифицированных кадрах за счет реализации следующих направлений деятельности:

развитие предпрофильной подготовки и профильного обучения технической направленности в общеобразовательных организациях и обновление инженерного образования в организациях профессионального образования;

широкое распространение моделей дуального обучения в профессиональных образовательных организациях и организациях высшего образования, функционирующих на территории Республики Татарстан;

развитие системы целевого обучения по программам среднего профессионального образования и высшего образования;

совершенствование прогноза кадровой потребности промышленности на среднесрочный период и формирование государственного заказа на подготовку кадров (контрольные цифры приема в организации профессионального образования) с учетом прогноза;

популяризация рабочих и инженерно-технических профессий, «человека труда»;

создание привлекательной инфраструктуры для повышения трудовой мобильности квалифицированного промышленного персонала и молодых кадров в республике путем строительства общежитий при предприятиях и образовательных организациях, арендного жилья (республиканская программа «Арендное жилье» для сотрудников промышленных предприятий);

развитие системы повышения квалификации и переподготовки кадров в интересах критических отраслей промышленности;

реализация программы продления трудового долголетия работников промышленности, направленной на совершенствование охраны труда, снижение влияния психофизиологических и производственных факторов на здоровье работающих, разработку и внедрение профиля здоровья трудоспособного населения.

Формированию и реализации образовательных программ подготовки кадров для отрасли биотехнологий республиканскими образовательными организациями высшего образования уделяется большое внимание. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» с 2024 года начал набор студентов для обучения бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология», профилю «Агропромышленная биотехнология» (общее количество бюджетных мест на 1 курс – 25 человек). При подготовке бакалавров по направлению 35.03.04 «Агрономия», профилю «Селекция и защита растений» особое внимание уделяется вопросам формирования компетенций в области биотехнологии растений, микроорганизмов (общее количество бюджетных мест на 1 курс – 25 человек). При подготовке магистров по направлению 35.04.04 «Агрономия», профилю «Биологическое земледелие и защита растений» особое внимание уделяется вопросам формирования компетенций в области сельскохозяйственной биотехнологии, а также технологиям производства биопрепаратов (общее количество бюджетных мест на 1 курс – 25 человек).

Научные исследования в области биотехнологий проводятся по следующим темам:

создание биологических препаратов для повышения продуктивности и устойчивости к стрессам сельскохозяйственных культур;

разработка новых органоминеральных удобрений и почвоулучшителей из органических отходов пищевой промышленности;

совершенствование технологии культуры клеток и тканей растений при производстве посадочного материала сельскохозяйственных, декоративных культур, древесно-кустарниковых и основных лесообразующих пород;

развитие биотехнологических методов в селекции сельскохозяйственных животных, растений, древесно-кустарниковых и основных лесообразующих пород;

разработка питательных сред для культивирования микроорганизмов.

С начала оформления биотехнологического образования и научных исследований в области промышленной биотехнологии в середине 1970-х годов с дальнейшим развитием смежных направлений в рамках созданного в 2005 году Института пищевых производств и биотехнологии в настоящее время Казанский национальный

исследовательский технологический университет осуществляет образовательный процесс:

на базе основного общего образования на уровне среднего профессионального образования Казанского национального исследовательского технологического университета по четырем направлениям подготовки пищевого профиля: 19.02.03 «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 19.02.05 «Технология броуильных производств и виноделие», 19.02.07 «Технология молока и молочных продуктов», 19.02.08 «Технология мяса и мясных продуктов»;

на уровне бакалавриата по шести направлениям (по 12 профилям): 19.03.01 «Биотехнология» (три профиля), 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» (четыре профиля), 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» (два профиля), 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» (один профиль), 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (один профиль), 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (один профиль);

на уровне магистратуры по пяти направлениям (по 20 основным образовательным программам), из них девять – по направлению 19.04.01 «Биотехнология», 11 – по пищевым направлениям;

на уровне аспирантуры по четырем – шести направлениям (семь – восемь – по научным специальностям).

Разработаны и реализуются совместные образовательные программы для магистрантов по направлению 19.04.01 «Биотехнология» совместно с федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г.Калининград, федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Учебно-методические разработки были выполнены и выполняются по грантам:

программы «Приоритет-2030» Казанского национального исследовательского технологического университета с повышением квалификации одаренных студентов по проекту «Технологическая элита», а также для разработки онлайн-курсов по профильным биотехнологическим дисциплинам;

благотворительного фонда Владимира Потанина для разработки, практико-ориентированной сетевой магистерской программы «Биополимеры и биопластики» и онлайн-курса «Аппаратурное оформление производств биополимеров и биопластиков» для указанной сетевой программы.

Реализуется научно-исследовательская деятельность по следующим направлениям:

комплексная переработка растительного сырья и отходов для получения биоэтанола, дрожжевой биомассы, биопрепаратов для сельского хозяйства: пробиотиков и биопестицидов, витаминов, пищевых, функциональных и технических продуктов;

разработка аппаратурного обеспечения биотехнологических процессов и алгоритмов управления биотехнологическими процессами;

получение препаратов высокой биологической ценности и антиоксидантной активности биологических сред (экстрактов различного происхождения (растений, грибов, плодов и овощей), молочного сырья и продуктов в промышленных процессах их обработки);

ферментативный катализ компонентов растительного и животного сырья;

разработка современных технологий производства пищевых продуктов из растительного и животного сырья с использованием криорезистентных микроорганизмов;

разработка технологий и расширение ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения;

научно-практические основы технологий производства и комплексной переработки сырья животного происхождения для выработки конкурентоспособных пищевых продуктов;

биобезопасность пищевых продуктов, полученных путем биотехнологической модификации сырья животного и растительного происхождения;

биополимеры и перспективные материалы на их основе. Тестирование полимерных материалов на биодоступность и биостойкость;

промышленные биотехнологии очистки загрязненных сред и утилизации отходов (воды, почвы, твердых отходов). Биологический мониторинг промышленных предприятий и коммунально-бытовых объектов.

Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ реализуется в том числе путем заключения хозяйственных договоров с предприятиями нефтехимического комплекса, в частности с публичным акционерным обществом «Нижекамскнефтехим» и публичным акционерным обществом «Казаньоргсинтез» (входят в состав публичного акционерного общества «СИБУР Холдинг») по техническим заданиям, согласованным со службами биологических очистных сооружений предприятий, пищевой и перерабатывающей промышленности, водоканалов г.Альметьевска, г.Нижекамска и других, получения грантов Президента Российской Федерации, грантов Российского научного фонда, грантов Фонда содействия инновациям в форме Молодежного инвестиционного проекта, Республиканской программы «Алгарыш», Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, международных договоров с предприятиями Республики Узбекистан, грантов с университетами и предприятиями Республики Казахстан, а ранее в рамках гранта Еврокомиссии «ТЕМПУС», с Чехией, Австрией, Германией.

В 2022 – 2024 годах шесть студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлениям биотехнологического и смежного профилей, получили гранты как победители конкурса «Студенческий стартап» федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» для развития собственных проектов «Компаунд для производства мульчирующей пленки», «Организация производства научно-методических наборов по естественно-научным дисциплинам» и других.

Кадровый состав Института пищевых производств и биотехнологии Казанского национального исследовательского технологического университета включает 20 докторов наук (технических, химических и биологических), из них 14 штатных.

Важнейшей мерой по кадровому обеспечению образовательной и научно-исследовательской деятельности является подготовка кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук. За 2022 – 2024 годы в институте было успешно защищено две докторские и восемь кандидатских диссертаций; авторы семи из них работают в Казанском национальном исследовательском технологическом университете в качестве штатных сотрудников.

Кадровое обеспечение жизнедеятельности института поддерживается активной реализацией молодежной политики:

многие аспиранты стажировались и стажировются в ведущих научных центрах, образовательных организациях и на предприятиях Российской Федерации, Европы, Америки и Азии (Германия, Чехия, Австрия, Швеция, Финляндия, США, Бразилия, Вьетнам, Малайзия). Так, все аспиранты кафедр промышленной биотехнологии и пищевой инженерии малых предприятий стажировались за рубежом;

кроме российских аспирантов, обучаются и защищают диссертации граждане Вьетнама, Сирии, Ирака, Ирана, Казахстана. Так, с период с 2018 по 2022 год кафедры пищевой биотехнологии обеспечила защиту пяти аспирантов, из которых три – иностранные граждане;

студенты, аспиранты и молодые преподаватели кафедр технологии пищевых производств, технологии мясных и молочных продуктов, промышленной биотехнологии становились победителями Республиканского конкурса «Инженер года» в 2019, 2021, 2022, 2023 годах, а также Всероссийского конкурса «Инженер года» в 2023 году.

Аспиранты и преподаватели указанных кафедр являлись обладателями грантов программы «Алгарыш» Республики Татарстан в 2007 – 2024 годах для выполнения научно-исследовательских работ в ведущих научных и научно-производственных центрах Российской Федерации (Институт биохимии им.Баха Российской академии наук федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» г.Москва, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук», акционерное общество «Институт МосводоканалНИИ-проект», г.Москва, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г.Калининград, федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» и другие), Германии (университеты г.Карлсруэ, г.Дуйсбург-Эссен, г.Ганновера, исследовательский центр по защите окружающей среды, г.Лепциг), Чехии (университет Я.Е.Пуркине, г.Усти-над-Лабем).

Студенты кафедры пищевой биотехнологии являлись лауреатами Республиканского конкурса «50 лучших инновационных идей для Республики Татарстан», грантообладателями акселерационных программ университета г.Иннополис, консорциума технических университетов «Недра» (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»), программы «Алгарыш» Республики Татарстан для обучения в магистратуре в университетах Германии и Франции

(технического университета г.Дрездена, университета г.Росток, аграрного университета г.Монпелье), победителями университетских научно-популярных проектов «Science Talk» и «Science Slam».

По направлению взаимодействия с предприятиями в Казанском национальном исследовательском технологическом университете проводится:

обмен опытом, формулирование, апробация и внедрение технических предложений по разработке и реализации проектов по переработке первичного и вторичного природного сырья, а также обезвреживанию отходов промышленных производств и предприятий коммунального хозяйства;

согласование учебно-образовательного и научного взаимодействия с университетами Российской Федерации, в том числе в рамках сетевых магистерских программ (с федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г.Калининград, федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»);

тиражирование опыта разработки и реализации программ повышения квалификации сотрудников промышленных предприятий различного профиля по процессам биологической очистки сточных вод (разработана по заказу Группы «Роснано» в 2018 году и тиражируется ежегодно до настоящего времени), по гранту «Передовая инженерная школа» Казанский национальный исследовательский технологический университет в 2022 году в области биodeградируемых полимерных материалов для сотрудников компании «СИБУР» и Казанский национальный исследовательский технологический университет – для хлебопекарных предприятий и других заказчиков.

Полноценное использование потенциала для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и повышения квалификации специалистов реализуется в учебно-научных лабораториях «Инженерные проблемы биотехнологии», «Бионанотехнологии», «Оценка качества сырья и продукции хлебопекарных производств на базе оборудования компании «Брабендер», «Экспертиза качества сырья и продуктов бродильных производств и виноделия», а также сопровождается созданием новых лабораторий «Биополимеры и биопластики», «АРМ технолога мясopереработки», «Комплексная переработка сырья фермерских хозяйств».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» имеет образовательные программы бакалавриата по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», профили «Инженерная защита окружающей среды и комплексная безопасность», «Производственная и экологическая безопасность». Ведется подготовка научно-педагогических кадров по Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнологии» в рамках дисциплины «Актуальные направления развития биотехнологии и методов защиты окружающей среды», а также по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура», профилю «Аквакультура».

На основе междисциплинарности в Казанском федеральном университете создано единое трансдисциплинарное научно-образовательное пространство, образовательный процесс ведется по двум укрупненным группам специальностей: здравоохранение и медицина (специалитет, клиническая ординатура, аспирантура) и биология (бакалавриат, магистратура, аспирантура).

Ежегодно отмечается увеличение численности контингента обучающихся в Институте фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета, что свидетельствует о росте привлекательности медико-биологического образования. По состоянию на 2024 год, общая численность обучающихся по всем формам обучения в Институте фундаментальной медицины и биологии составляет более 4 476 человек. Помимо общего увеличения числа, ежегодно отмечается рост контингента и расширение географии иностранных обучающихся.

В Институте фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета разработаны и реализуются программы дополнительного профессионального образования и программы повышения квалификации:

основы культивирования в биореакторе и биопринтинг клеток млекопитающих (объемом 22 академических часа);

основы выделения и культивирования клеток млекопитающих (объемом 40 академических часов);

получение вирусных векторов для генетической модификации эукариотических клеток (объемом 72 академических часа);

генетическая инженерия бактерий (объемом 72 академических часа);

генетические технологии в современных исследованиях (объемом 72 академических часа);

основы генетической инженерии прокариот (объемом 72 академических часа);

редактирование генов (объемом 72 академических часа);

проточный цитофлуориметр-сортер клеток в научных исследованиях (объемом 34 академических часа);

фармакология лекарственных средств – избранные вопросы (объемом 72 академических часа);

биохимические и биотехнологические основы питания (объемом 72 академических часа);

молекулярная биотехнология (объемом 540 академических часов);

экспрессия и очистка рекомбинантных белков (объемом 24 академических часа);

современные агробиотехнологии (объемом 24 академических часа);

введение в работу в соответствии с принципами надлежащей лабораторной практики (объемом 72 академических часа);

психофармакология (объемом 36 академических часов);

нутрициология: биохимия диет (объемом 20 академических часов);

нутрициология: биохимия питания «для чайников» (объемом 20 академических часов).

В 2022 году Институтом экологии, биотехнологии и природопользования Казанского федерального университета получена лицензия, а в 2023 году аккредитованы направления бакалавриата 19.03.01 «Биотехнология» (программа «Биотехнология и биоинженерия») и магистратуры 19.04.01 «Биотехнология» (программа «Си-

стемная биотехнология и архитектура живых систем»). К числу наиболее значимых курсов, определяющих специализацию студентов, относятся: «Биохимические и микробиологические основы биотехнологических процессов», «Проектирование и организация биотехнологического производства», «Инструментальные методы в биотехнологии», «Управление качеством на биотехнологическом производстве», «Биотехнологии обезвреживания органических токсикантов и рекультивации почв», «Антибиотики и технологии их производства», «Технологии производства биологических средств защиты и питания растений», «Генетическая инженерия и биоэтика», «Агробиотехнологии», «Природоохранные биотехнологии», «Промышленные биотехнологии» и так далее.

В настоящее время на направлении «Биотехнология» в Институте экологии, биотехнологии и природопользования Казанского федерального университета обучается более 100 студентов.

На кафедре биомедицинской инженерии и искусственного интеллекта в биотехнических системах Казанского федерального университета реализуется магистерская программа по направлению «Медикобиологические аппараты, системы и комплексы». Медикобиологические аппараты, системы и комплексы – это уникальное сложное оборудование, которое объединяет в себе самые передовые достижения в области электроники, информатики и медицины. Магистранты изучают математическое моделирование биологических процессов и систем, формируют компетенции в области медицинских информационных систем, автоматизированного проектирования приборов, технологии производства медицинской техники и дизайна, получают знания в области исследования и изобретательства в медико-биологической инженерии.

На кафедре биомедицинской инженерии и управления инновациями открыта магистерская программа по направлению подготовки «Медицинская и клиническая техника». Направление высшего профессионального образования «Биотехнические системы и технологии» ориентировано на разработчиков интеллектуальной биомедицинской техники, на ее сервисное обслуживание и эксплуатацию.

Сфера профессиональной деятельности магистров охватывает технические системы и технологии, которые включают в себя различные живые системы, связанные с мониторингом и управлением их состояния, обеспечением их функционирования, а также с поддержанием оптимальных условий трудовой деятельности человека.

Преподавание биотехнологии и медицинской биотехнологии осуществлялось с 2015 года на кафедре фармацевтической технологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации заведующей кафедрой фармацевтической технологии доктором фармацевтических наук Р.Г.Тухбатуллиной, прошедшей стажировку на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

В связи с реорганизацией фармацевтического факультета и создания Института фармации преподавание дисциплины выделено в отдельное направление. Созданы учебно-методический кабинет и лаборатория по биотехнологии.

На базе учебно-методического комплекса биотехнологии осуществляется преподавание дисциплин:

биотехнология для студентов пятого курса Института фармации в IX семестре;

основы биотехнологии для студентов 3 – 4 курсов Института фармации в VI – VIII семестрах;

медицинская биотехнология для студентов 6 курса медико-биологического факультета, отделения биохимии в XI семестре и для студентов 4-5 курсов медико-биологического факультета, отделения биофизики в VIII, IX семестрах;

основы фармакоэкономики для студентов 5 курса Института фармации;

юридические основы фармацевтической деятельности для студентов 4 курса Института фармации.

Основным направлением исследований на базе лаборатории учебно-методического комплекса биотехнологий выбран метод культивирования растительных клеток и тканей. Этот метод широко используется в практике для решения ряда биологических, ботанических и медицинских проблем, и его практическое использование является перспективным, в том числе разработка технологических приемов выращивания ткани лекарственных растений и в дальнейшем промышленное производство фитопрепаратов из культуры растительной ткани.

На базе учебно-методического комплекса Казанского государственного медицинского университета был создан научный кружок биотехнологии. С 2020 – 2021 учебного года функционирует объединенный студенческий научный кружок Института фармации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана» в сфере биотехнологий активно ведет научно-исследовательскую и образовательную деятельность по:

молекулярно-генетическому тестированию крупного рогатого скота по генам белков молока, гормонов, ферментов и наследственных заболеваний;

набору высокоспецифичных олигонуклеотидных праймеров и зондов для идентификации нетуберкулезных микобактерий методом полимеразной цепной реакции;

разработке вакцины против африканской чумы свиней на основе ДНК-технологий;

разработке и научному обоснованию получения экологически чистой продукции в молочном скотоводстве с применением пробиотических микроорганизмов;

разработке технологии производства белковых добавок с высоким содержанием протеина на основе глубокой переработки семян бобовых методом биотехнологического культивирования;

селекционными методами повышения продуктивности молочного скота при интенсивных технологиях производства молока.

С 2023 года федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной

медицины имени Н.Э.Баумана» реализует образовательную программу «Ветеринарная биотехнология» по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология». По специальностям 36.05.01 «Ветеринария и направлению подготовки», 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» (бакалавриат) преподается дисциплина «Биотехнология». По направлениям подготовки 36.03.02 «Зоотехния» (бакалавриат) и 36.04.02 «Зоотехния» (магистратура) – дисциплина «Биотехнология в животноводстве», по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» – дисциплина «Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции». Также академия проводит совместные научно-исследовательские работы с коммерческими организациями с привлечением аспирантов и студентов (разработка пробиотических препаратов совместно с обществом с ограниченной ответственностью «Фортерра»), кроме того аспиранты и студенты принимают участие в различных конкурсах и стартапах.

Приложение
к Стратегии развития
биотехнологий
в Республике Татарстан
на 2025 – 2035 годы

Профильные научно-исследовательские центры и образовательные организации высшего образования
Республики Татарстан в области биотехнологий

Наименование научно-образовательного учреждения	Специализированное подразделение	Направление деятельности
1	2	3
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»	Институт фундаментальной медицины и биологии	<p>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» на базе Института фундаментальной медицины и биологии в области наук о жизни создало уникальную для университетов научно-технологическую инфраструктуру полного цикла – от исследований и разработок до их практического применения.</p> <p>В состав кластера, помимо Института фундаментальной медицины и биологии, входят Университетская клиника (Медико-санитарная часть федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»), Научно-образовательный центр фармацевтики, Центры превосходства – «Персоналифицированная медицина», «Микробиом и экспосом», «Цифровое здравоохранение», «Биологизация образо-</p>

1	2	3
		<p>вательного пространства» (30 лабораторий, которые организованы по принципу OpenLab («открытых лабораторий») с единым Центром коллективного пользования научным оборудованием – Core Facilities, включающим в себя Междисциплинарный центр протеомных и геномных исследований, Международный центр магнитного резонанса, Междисциплинарный центр аналитической микроскопии, Центр сверхбыстрой калориметрии, Центр прототипирования и создания изделий медицинского назначения, Научный центр «Регуляторная геномика», «Биобанк», а также отдельные лаборатории и кафедры 10 институтов и факультетов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»).</p> <p>Институт фундаментальной медицины и биологии – крупнейшее учебно-научное подразделение федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»). В Институте фундаментальной медицины и биологии развиваются актуальные научные направления – бионанотехнология и биоматериалы, технологии живых систем, фундаментальная медицина (молекулярная биомедицина, клеточные и генные технологии в медицине, биомедицинская инженерия), биоинформатика, космическая биология</p>
	Институт экологии, биотехнологии и природопользования	Институт экологии, биотехнологии и природопользования является уникальным учебно-научным подразделением федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский)

1	2	3
		<p>федеральный университет», сочетающим подготовку специалистов для реального сектора экономики и управленческих структур, способных обеспечивать развитие производств при минимальном воздействии на окружающую среду.</p> <p>Институт осуществляет образовательную деятельность – подготовку бакалавров и магистров биотехнологов, научные исследования в области биотехнологий окружающей среды, агробιοтехнологий, биотехнологий для снижения последствий изменения климата, в том числе с использованием методов молекулярной биологии</p>
<p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</p>	<p>Институт пищевых производств и биотехнологии</p>	<p>Институтом проводятся научные исследования в актуальных направлениях промышленной, пищевой, фармацевтической, сельскохозяйственной и экологической биотехнологии:</p> <p>биоконверсия растительного сырья и отходов лесоперерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий с получением ценных пищевых и промышленных продуктов (пищевого и кормового белка, пищевого и топливного этанола и биодизеля, глюкозного концентрата, ферментных препаратов, биогаза и других);</p> <p>биосинтез биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными, иммуномодулирующими, противовоспалительными свойствами;</p> <p>микробные закваски в технологиях получения пробиотических продуктов;</p> <p>получение антибиотиков ветеринарного назначения;</p> <p>биообезвреживание и утилизация отходов промышленных и коммунальных предприятий;</p> <p>биоиндикация загрязнений окружающей среды и мониторинг;</p>

1	2	3
<p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет»</p>		<p>интенсификация первичной переработки молочного сырья с сохранением высокой биологической активности</p> <p>Ведущим научно-образовательным центром подготовки высококвалифицированных кадров для агропромышленного комплекса в различных направлениях сельскохозяйственных, биологических, агроинженерных, лесных, агроэкологических и социально-экономических наук научно-исследовательская работа выполняется по 18 приоритетным научным направлениям, включающим экономику и управление агропромышленным комплексом, бухгалтерский учет, земледелие и растениеводство, животноводство, механизацию сельского хозяйства, технический сервис и электрификацию, природопользование, лесное хозяйство и экологию, социальные и гуманитарные науки. Направления исследований и разработок федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет»:</p> <p>разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальной обработкой почвы и по системе No-till (без обработки почвы) в условиях Республики Татарстан;</p> <p>разработка систем защиты растений, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в ресурсосберегающих технологиях производства продукции растениеводства в Республике Татарстан;</p> <p>разработка и внедрение комплекса высокоэффективных технологий возделывания зерновых и зернобобовых культур в условиях Республики Татарстан;</p>

1	2	3
		<p>разработка и внедрение мероприятий по повышению продуктивности и устойчивости лесов Республики Татарстан с использованием методов биотехнологий;</p> <p>оценка величины зеленой биомассы сельскохозяйственных культур по данным дистанционного аэрокосмического зондирования;</p> <p>организационные и экономические основы сохранения биоразнообразия в Республике Татарстан;</p> <p>организационно-экономические и агротехнические основы производства конкурентоспособного масличного сырья;</p> <p>разработка и внедрение комплексной селекционно-технологической программы введения молочного скотоводства с созданием новых генотипов;</p> <p>разработка энергосберегающего комплекса ротационных почвообрабатывающих машин нового поколения;</p> <p>биоэтические основы оценки риска применения современных биотехнологий и техники агропромышленного комплекса</p>
<p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»</p>		<p>На базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» осуществляет свою деятельность научно-исследовательский институт проблем энергетики в областях тепло- и электроэнергетики, электротехники и электроники, охраны окружающей среды и рационального использования ресурсов Республики Татарстан, Поволжья и Западного Урала.</p> <p>На кафедре инженерной экологии и рационального природопользования университета проводятся научные исследования в области малоотходных и безотходных технологий в энергетике</p>

1	2	3
		<p>и других отраслях промышленности, комплексного использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии – солнечной, биоэнергетики и других.</p> <p>В федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» создан Татарстанско-финский центр циркулярной экономики. Основными направлениями внедрения циркулярной экономики в республике были выбраны водоснабжение и очистка сточных вод, управление отходами, ресурсы и энергосбережение, биотехнологии, вторичная переработка полимеров.</p> <p>Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура» выполняет научно-исследовательские работы для объектов энергетики, промышленных предприятий и фермерских хозяйств по направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> решение проблем биообрастания на объектах энергетики; разработка раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» в составе проектной документации на разных стадиях проектных работ; развитие рыбоводства на водоемах разного типа, составление схем и бизнес-планов по рыбохозяйственному использованию водоемов разного типа и назначения
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная ака-		<p>В составе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана» два факультета, 19 кафедр, административно-хозяйственные, социально-бытовые, спортивные и другие подразделе-</p>

1	2	3
демия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана»		<p>ления. Реализация основных профессиональных образовательных программ подкреплена необходимым учебно-методическим и информационным обеспечением, которое базируется на использовании как традиционных, так и современных технологий обучения (модульно-рейтинговых систем, олимпиад, конференций, деловых игр, чтения проблемных лекций, машинных и безмашинных методов контроля знаний студентов, проведения занятий в производственных условиях). Дополнительное профессиональное образование осуществляется путем повышения квалификации руководящих работников и специалистов с высшим профессиональным образованием (специалистов сельского хозяйства, а также работников государственной службы, преподавателей техникумов, колледжей и высших учебных заведений).</p> <p>В академии имеются оснащенные специализированные кабинеты и лаборатории технических средств обучения, охраны труда, водоснабжения, машинного доения, электрооборудования, кормоприготовления, физиотерапии, ортопедии, рентгенологии, электронной микроскопии, компьютерные классы, а также учебные музеи – патолого-анатомический, анатомический, паразитологический, акушерский, зоологический, фармакологический</p>
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет»	Институт фармации; медико-биологический факультет	<p>Коллектив института занимается исследованиями в области медико-биологических эффектов нано- и микроразмерных частиц с 2011 года по настоящее время.</p> <p>В 2011 – 2019 годах впервые проведены комплексные токсикологические и эпидемиологические исследования по изучению медико-биологических эффектов углеродсодержащих нанотрубок (проект CNT-ERA).</p>

1	2	3
<p>Министерства здравоохранения Российской Федерации</p>		<p>В 2017 – 2019 годах было проведено исследование по заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОС-НАНО и группы международных компаний OCSiAL с целью разработки мероприятий, направленных на минимизацию рисков, связанных с возможным влиянием углеродных нанотрубок TUBALL на потребителей, производственный персонал и окружающую среду, и содействие развитию их производства. Результаты исследований находят важное практическое применение на российских предприятиях по производству углеродных нанотрубок, способствуя поддержанию высокой конкурентоспособности отечественных производителей, в том числе при выходе инновационной продукции на международные рынки. В рамках гранта, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований в рамках направления «микрочастицы», были проведены эпидемиологическое и биомаркерное исследования по изучению влияния микроразмерных частиц, присутствующих в атмосферном воздухе, на риск развития T2-эндотипа бронхиальной астмы. Разработаны 3D-модели клеток дыхательной системы человека, включающие моноклеточную 3D-сфероидную модель клеток бронхиального эпителия BEAS-2B, моноклеточную 3D-сфероидную модель фибробластов легких MRC5-SV40 и совместную 3D-сфероидную модель клеток бронхиального эпителия BEAS-2B и фибробластов легких MRC5-SV40. На базе Центра коллективного пользования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации имеется укомплектованная медико-биологическая лаборатория, в том числе для проведения исследований на инновационных типах клеточных культур,</p>

1	2	3
		получен патент на создание 3D-культуры клеток. Имеется большой опыт проведения эпидемиологических и биомаркерных исследований среди профессиональных групп и населения
Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д.Шашина	Лаборатория разработки биотехнологий	Основные направления деятельности лаборатории связаны со следующими направлениями применения биотехнологий: разработка технологий и исследование в области биотехнологических методов увеличения нефтеотдачи пластов; разработка технологий и исследование в области биологической очистки сточных вод промышленных предприятий; разработка технологий и исследование в области биоремедиации нефтезагрязненных почв и вод; разработка технологий и исследование в области защиты оборудования от осложнений; разработка технологий и исследование в области восстановления цементного камня эксплуатационных колонн; разработка технологий программ лабораторного и промышленного тестирования биопродуктов, биопрепаратов и контроль их качества; разработка технологий и исследование в области минимизации и утилизации нефтесодержащих отходов
Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-БИОТЕХ»	Лаборатория промышленной биотехнологии	Лаборатория промышленной биотехнологии является частью R&D-центра общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-БИОТЕХ» (публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина). В лаборатории имеется достаточное количество современного, высокотехнологичного оборудования для воспроизведения

1	2	3
	<p data-bbox="651 719 1086 794">Лаборатория молекулярной биотехнологии</p>	<p data-bbox="1126 229 2107 427">полного цикла биотехнологического процесса от вскрытия ампулы до получения готового продукта, а также для проведения контроля качества как по микробиологическим показателям, так и физическим, аналитическим с использованием собственного точного оборудования.</p> <p data-bbox="1126 435 2107 507">Лаборатория занимается разработкой биопрепаратов путем микробиологического синтеза для:</p> <ul data-bbox="1126 515 2107 630" style="list-style-type: none"> медицинской отрасли; пищевой промышленности; экологически чистых продуктов для сельского хозяйства. <p data-bbox="1126 638 2107 710">В списке разработок лаборатории продукты, технология которых отсутствует в Российской Федерации</p> <p data-bbox="1126 718 2107 916">Лаборатория молекулярной биотехнологии является частью R&D-центра общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-БИОТЕХ» (публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина).</p> <p data-bbox="1126 924 2107 1042">Основные направления деятельности связаны с разработкой полифункциональных биопрепаратов и комплексных биотехнологий для:</p> <ul data-bbox="1126 1050 2107 1248" style="list-style-type: none"> повышения нефтеотдачи пластов и прогнозирования в разведке месторождений; бiodеструкции нефтесодержащих субстратов и биоремедиации природных объектов в рамках развития эколого-ориентированных биотехнологий; <p data-bbox="1126 1256 2107 1361">ESG-повестки компании: растениеводство и животноводство в рамках ресурсосберегающего землепользования и агропроизводства.</p>

1	2	3
		<p>Основные направления исследований основаны на современных высокопроизводительных методах анализа геномов, транскриптомов и метаболомов:</p> <p>метагеномный анализ пластовых микробиомов и расшифровка микробных взаимодействий;</p> <p>исследование микробиомов природных и искусственно созданных сред обитания секвенированием тотальной ДНК;</p> <p>идентификация микроорганизмов;</p> <p>секвенирование и аннотация промышленно значимых геномов микроорганизмов-продуцентов;</p> <p>идентификация продуцируемых микроорганизмами метаболитов;</p> <p>инженерия микробных консорциумов;</p> <p>разработка алгоритмов прогнозирования и регуляции продуктивности агроэкосистем;</p> <p>выявление генетической структуры почвенных микробиомов для определения групп генов и геномов, определяющих процессы почвообразования и развития растений</p>
<p>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»</p>	<p>Almet Tech (совместно с Передовой инженерной школой ИТМО)</p>	<p>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти» совместно с Передовой инженерной школой Университета ИТМО и при поддержке публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д.Шашина с 2023 года открыта магистерская программа «Индустриальная биотехнология» по подготовке специалистов биотехнологов новой формации для взаимодействия с бизнесом и создания новых биотехнологических продуктов.</p>

1	2	3
		<p>Программа способствует сокращению разрыва между образованием и индустрией, а также вовлечению студентов в работу над реальными проектами публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д.Шашина.</p> <p>В апреле 2023 года Передовая инженерная школа ИТМО запустила в лабораторно-исследовательском комплексе Высшей школы нефти пять лабораторных пространств, оснащенных современным оборудованием для проведения фронтальных исследований в области биотехнологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> лаборатория микробиоразнообразия; лаборатория инженерии ферментов; лаборатория молекулярная; лаборатория клеточная; лаборатория химическая. <p>Кроме того, помимо традиционных лабораторных пространств, запущены цифровые лаборатории, в которых студенты, используя навыки программирования, машинного обучения и работы с искусственным интеллектом, разрабатывают приложения и платформы для создания алгоритмов машинного обучения для предсказания активности ферментов, математического моделирования процессов и технологических параметров</p>
<p>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»</p>	<p>Институт органической и физической химии им.А.Е.Арбузова</p>	<p>Институт проводит фундаментальные исследования в области химии, в том числе создание биологически активных препаратов для медицины, пищевой промышленности и сельского хозяйства, технологические процессы переработки возобновляемого сырья, включая получение биотоплива. На базе Отдела технологий Института органической и физической химии им.А.Е.Арбузова – обособленного структурного подразделения</p>

1	2	3
		<p>федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» создан Научно-инновационный центр «Биомасса» в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с Немецким центром исследования биомассы с целью развития научных, технологических и экономических основ использования технологии анаэробного сбраживания для разложения органических отходов и получения биогаза</p>
	<p>Институт биохимии и биофизики</p>	<p>Основными направлениями исследований являются: сигнальные системы клеток растений и их роль в адаптации и иммунитете; механизмы роста и дифференцировки растительных клеток; структура, динамика и функции ферментов; межклеточные взаимодействия, молекулярные механизмы нейромедиации и хеморецепции; механизмы транспортных процессов в животных и растительных клетках</p>
	<p>Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства</p>	<p>Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства проводит исследования в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, разработки ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, защиты растений, кормопроизводства и кормления сельскохозяйственных животных. В составе научно-инновационного центра имеется Центр сельскохозяйственных биотехнологий.</p> <p>Татарский научно-исследовательский институт сельского хо-</p>

1	2	3
		<p>зяйства обособленного структурного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» работает по следующим направлениям:</p> <p>мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды;</p> <p>фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам;</p> <p>молекулярно-биологические и нанобиотехнологические методы молекулярной селекции, ускоряющие целенаправленное создание новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с повышенной урожайностью и качеством продукции, устойчивостью к вредным организмам и неблагоприятным факторам среды;</p> <p>теоретические основы молекулярно-генетических методов управления селекционным процессом с целью создания новых генотипов животных, птиц, рыб и насекомых с хозяйственно ценными признаками, системы их содержания и кормления.</p> <p>Блок исследований по селекции и семеноводству ведется по 15 культурам: озимым (рожь, пшеница, тритикале), яровым (пшеница, ячмень), зернобобовым (горох, соя), крупяным (гречиха, просо), масличным (рапс), однолетним кормовым культурам (кукуруза), плодовым (яблоня, вишня, слива), картофелю.</p>

1	2	3
	<p>Лаборатория молекулярно-генетических методов и микробиологии (бывший Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения)</p>	<p>Семеноводство – по 17 культурам. Отработано биотехнологическое производство оздоровленных семян картофеля. Исследования по земледелию направлены на разработку ресурсосберегающих технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур, совершенствованию схем севооборота и структуры посевных площадей, способов обработки почвы и систем внесения удобрений, повышению плодородия почв. По кормопроизводству – луговое кормопроизводство, полевое кормопроизводство, технологии заготовки, хранения и использования кормов. Исследования по животноводству направлены на разработку системы оценки наследственных качеств племенных животных с использованием генетических маркеров и ДНК-технологий, разработку систем и способов кормления сельскохозяйственных животных с целью создания новых технологий производства продукции животноводства, разработку, производство и использование кормовых добавок</p> <p>Лаборатория молекулярно-генетических методов и микробиологии осуществляет деятельность по следующим направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> разработка эффективных систем удобрений при ресурсосберегающих способах обработки почвы; оценка изменения плодородия почв и их экологического состояния на основе результатов агрохимических и токсикологических анализов; комплексное применение удобрений и местных агроруд в адаптивно-ландшафтном земледелии, усовершенствование приемов управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур агрохимическими средствами;

1	2	3
		<p>усовершенствование существующих и разработка новых форм и способов применения местных агроминералов в земледелии и растениеводстве;</p> <p>исследование влияния агроминералов обычного помола и наноструктурных в условиях лабораторных, вегетационных и полевых опытов;</p> <p>разработка технологических приемов получения экологически безопасной продукции сельского хозяйства в зоне техногенного прессинга;</p> <p>прогнозирование состояния микробоценоза почв при различных системах применения средств химизации;</p> <p>научно-исследовательская работа по комплексному использованию новых форм удобрений, биологически активных веществ, мелиорантов, биопрепаратов нового поколения, а также кормовых добавок, созданных на основе нанотехнологий</p>
<p>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности – ВНИВИ»</p>		<p>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности – ВНИВИ» – учреждение первой категории Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, головное учреждение по токсикологической, радиобиологической и биологической безопасности, которое депонирует особо опасные микроорганизмы для государственных нужд и является прецизионным центром по разработке методов выявления и оценке радиоактивного заражения, индикации сильнодействующих ядовитых веществ и бактериальных средств в объектах окружающей среды, патологическом материале, продовольствии и фуражном сырье отечественного и импортного произ-</p>

1	2	3
		<p>водства, проводит работы по созданию, производству и внедрению лекарственных средств для ветеринарии, необходимых для проведения противоэпизоотических мероприятий.</p> <p>Деятельность центра:</p> <p>оценка токсикологической, радиационной и биологической безопасности территории Российской Федерации и участие в разработке проектов федеральных целевых и ведомственных программ по профилю Учреждения;</p> <p>изучение, оценка и прогнозирование эпизоотической ситуации по карантинным и заразным заболеваниям животных на территории Российской Федерации, участие в разработке проектов федеральных целевых и ведомственных программ по проведению противоэпизоотических мероприятий;</p> <p>организация и проведение работ по созданию, производству и внедрению лекарственных средств ветеринарного, агротехнического и медицинского назначения;</p> <p>оценка качества и безопасности продукции животного и растительного происхождения, а также пищевой продукции</p>
<p>Государственное научное бюджетное учреждение «Академия наук Республики Татарстан»</p>	<p>Отделение сельскохозяйственных наук</p>	<p>Отделение координирует деятельность сельскохозяйственных научных центров республики: федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования</p>

1	2	3
		<p>«Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса», Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства, Лаборатории молекулярно-генетических методов и микробиологии (бывший Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения), Федерального центра токсикологической и радиационной безопасности животных. Разработана концепция и комплексная программа «Обеспечение агроэкологической безопасности», созданы перспективные сорта культурных растений, высокоэффективные лекарственные препараты для ветеринарии, полифункциональные составы для земледелия, методы профилактики и защиты растений, комплекс влагоэнергоресурсосберегающих почвообрабатывающих, посевных машин</p>
	<p>Отделение медицинских и биологических наук</p>	<p>Основные направления научной деятельности в области фундаментальной и клинической медицины – молекулярная и клеточная биология, генетика, дерматовенерология, неврология, кардиология, фармакология, сосудистая хирургия, микробиология, анатомия и клеточная биология, лучевая диагностика и нейрорентгенология детского возраста, биомедицинская этика, нейрохирургия, физиология и биохимия растений, организация здравоохранения, молекулярная онкология и общая патология, эндокринология, онкология, травматология и ортопедия, экология, педиатрия, профилактическая медицина, эпидемиология, радиология, радиационная гигиена и радиационная безопасность, общая педиатрия</p>
	<p>Институт проблем экологии и недропользования</p>	<p>В настоящее время в структуре института действуют 11 научно-исследовательских лабораторий. Основной целью института является осуществление научной и</p>

1	2	3
		научно-технической деятельности, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области экологии, геологии, недропользования и охраны окружающей среды, подготовка научных кадров
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса»		Деятельность направлена на создание оптимальных условий для удовлетворения потребностей агропромышленного комплекса Республики Татарстан в повышении уровня знаний и навыков работников всех категорий. Институт также выполняет кадровый аудит, научные исследования в сфере сельского хозяйства
Закрытое акционерное общество «Инновационно-производственный Технопарк «Идея»		В Инновационно-производственном Технопарке «Идея» расположены резиденты, деятельность которых связана с биотехнологиями, а именно: производство биополимеров, разработка рецептуры комбикорма на основе белка из личинок черной львинки, разработка технологии получения незаменимых аминокислот для агропромышленного комплекса
Некоммерческая организация «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан»		Некоммерческой организацией «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» профинансировано 559 инновационных проектов на общую сумму 448 млн.рублей, из которых 11,8 процента – проекты по биотехнологии. Направления деятельности фонда: предоставление целевых займов на реализацию проектов; проведение экспертизы и отбора инвестиционных проектов в приоритетных отраслях экономики Республики Татарстан с целью финансирования; развитие портфельных промышленных проектов;

1	2	3
		<p>содействие предприятиям при взаимодействии с государственными или бизнес-структурами, привлечение финансовых ресурсов со стороны;</p> <p>финансирование технопарков и промышленных парков;</p> <p>финансовая поддержка создания и развития бизнес-инкубаторов, технопарков, промышленных (промышленных) парков, инжиниринговых центров и других элементов инновационной и промышленной инфраструктуры Республики Татарстан;</p> <p>предоставление грантов на научные исследования;</p> <p>предоставление грантов инновационным предприятиям на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;</p> <p>предоставление премий за инновационную деятельность;</p> <p>развитие инновационных проектов через программы акселерации и другие формы поддержки, содействие в выводе компаний на российский и международные рынки;</p> <p>продвижение инновационных компаний, продукции и технологий путем участия и организации конгрессно-форумных, выставочно-ярмарочных и других мероприятий</p>

Утвержден
распоряжением
Кабинета Министров
Республики Татарстан
от 14.04. 2025 № 766-р

План мероприятий
по реализации Стратегии развития биотехнологий в Республике Татарстан на 2025 – 2035 годы

1. Производственные проекты

№ п/п	Наименование проекта	Инициатор проекта	Срок реализации	Продукт	Годовая мощность	Объем инвестиций, млн.рублей (без НДС)
1	2	3	4	5	6	7
1.1.	Глубокая переработка зерна	Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина	2028 год	Ксантановая камедь, валин, триптофан, изолейцин	500 000 тонн в год	85 306,0
1.2.	Первичная переработка лубяных культур	Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина	2025 год	Длинное и короткое волокно из лубяных культур, костра	19 000 тонн в год; 1 линия длинного волокна – 1,2 тонны в час; 2 линия длинного волокна – 1,2 тонны в час	2 866,6

1	2	3	4	5	6	7
1.3.	Выращивание мискантуса, льна, конопли	Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д.Шашина	2025 год	Треста льна-долгунца, солома мискантуса, треста конопли технической	Ожидаемая урожайность: лен-долгунец – 2 – 2,5 тонны/гектар, конопля техническая – 3,5 – 4 тонны/гектар	Нет данных
1.4.	Промышленное внедрение безотходной технологии утилизации куриного помета	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»	2025 – 2030 годы	Органическое удобрение пролонгированного действия	15 000 тонн в год	2 100,0
1.5.	Производство биогаза	Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение «Энерготех»	2025 – 2035 годы	Биометан, углекислый газ, электроэнергия, тепло, органические удобрения «Эффлюент»	1 этап – до 1 000 000 тонн в год; 2 этап – до 10 000 000 тонн в год	1 этап – 680,0; 2 этап – 45 000,0
1.6.	Рекультивация нефтезагрязненных и деградированных	Институт проблем экологии и недропользо-	2025 – 2035 годы	Рекультивированные почвы	Гранулят – 11 000 тонн в год	Нет данных

1	2	3	4	5	6	7
	почв с использованием термомеханически обработанного гранулированного осадка сточных вод муниципального унитарного предприятия «Водоканал»	вания государственного научного бюджетного учреждения «Академия наук Республики Татарстан»				
1.7.	Создание Биофармпарка	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»	2025 – 2030 годы	Биофармпарк для обеспечения полного цикла разработки, тестирования и пилотного производства биофармацевтических препаратов	Четыре лабораторные партии прототипов биотехнологических лекарственных препаратов	Внебюджетные: 550,0 (общество с ограниченной ответственностью «Изварино фарма»); программа «Приоритет-2030» – не менее 200,0
1.8.	Проект по развитию молочного животноводства в Республике Татарстан с применением прикладной генетики	Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан	2025 – 2030 годы	Генотипирование крупного рогатого скота; создание племенного ядра; создание ядра стада; создание рынка нетелей в Российской Федерации	Нет данных	Нет данных

1	2	3	4	5	6	7
1.9.	Создание промышленной генной лаборатории	Общество с ограниченной ответственностью «LD-Lab»	2025 год	Секвенирование генома по технологии Low-Pass. Подтверждение происхождения импортного биоматериала	300 тысяч образцов в год	600,0

2. Исследовательские проекты

№ п/п	Наименование проекта	Срок реализации	Продукт	Уровень готовности технологии	Объем инвестиций, млн.рублей (без НДС)
1	2	3	4	5	6
Проекты общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-Биотех»					
2.1.	Разработка технологии получения бактериальной наноцеллюлозы	2025 год	Пленка из микробиологической целлюлозы (гидрогель)	1 – 2	Нет данных
2.2.	Разработка технологии глубокой переработки молоко-содержащего сырья	2025 – 2030 годы	Гидролизат казеина, казеин технический, казеин пищевой, казеин мицеллярный, лактоза, гидролизат сывороточного белка, сывороточный белок	1	Нет данных
2.3.	Разработка технологии получения высокоэффективной силосной закваски для применения в сельском хозяйстве	2025 – 2035 годы	Силосная закваска с применением ферментов	1	Нет данных

1	2	3	4	5	6
2.4.	Разработка пробиотической кормовой добавки для крупного рогатого скота и птицы	2025 – 2035 годы	Пробиотическая кормовая добавка	1	Нет данных
2.5.	Использование бактерии рода <i>Rhodococcus</i> для получения биопестицида	2025 – 2035 годы	Биопестицид, регенератор почвы	1	Нет данных
Проекты общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение ТН-Биотех»					
2.6.	Биозавод по производству биопрепаратов для земледелия и растениеводства	2025 – 2027 годы	Производство комплекса дополняющих друг друга и взаимно усиливающих биопрепаратов	2	Нет данных
2.7.	Вермифабрика по производству биоактивных фабричных черноземов (вермигумуса) и вермипротеина (кормового белка)	2025 – 2027 годы	Вермипротеин, вермилипиды, вермигумус	2	Нет данных
2.8.	Получение непищевых сахаров (углеводов)	2025 – 2028 годы	Сироп простых сахаров, лигнин	5	Нет данных
2.9.	Получение бугадиена из этанола	2025 – 2030 годы	Бугадиен	4 – 5	Нет данных
2.10.	Разработка агрохимиката пролонгированного действия на основе биочара	2025 – 2028 годы	Удобрения пролонгированного действия	5 – 6	Нет данных
2.11.	Исследования состава и возможного применения экстрактов растительного сырья	2025 – 2027 годы	Экстрактивные вещества	5	Нет данных

1	2	3	4	5	6
2.12.	Разработка технологии производства экологически чистого биокеросина	2025 – 2026 годы	Биокеросин	4 – 5	Нет данных
2.13.	Разработка технологии производства биомоноэтиленгликоля	2025 – 2030 годы	Моноэтиленгликоль	4	Нет данных
2.14.	Разработка технологии производства «зеленого» метанола	2025 – 2030 годы	«Зеленый» метанол	4	Нет данных
2.15.	Получение биобутанола (микробиологический синтез)	2025 – 2030 годы	Биобутанол	3	Нет данных
2.16.	Получение кормового белка из природного газа	2025 – 2026 годы	Кормовой белок из природного газа	3	Нет данных
Проект публичного акционерного общества «Татнефть» имени В.Д.Шашина					
2.17.	Разработка технологии биологической очистки сточных вод производства белка	2025 – 2028 годы	Чистая вода	4	Нет данных
Проект акционерного общества «ТАНЕКО»					
2.18.	Производство биотоплива	2025 – 2030 годы	Виды моторного топлива с содержанием биокomпонентов до 5 процентов с использованием возобновляемого растительного/животного сырья	4	Нет данных
Проекты общества с ограниченной ответственностью «Изварино Фарма»					
2.19.	Препараты на основе вирусных векторов для лечения наследственных заболеваний	2025 – 2030 годы	Генотерапевтические лекарственные препараты для лечения редких (орфанных)	3	328,5

1	2	3	4	5	6
	ний, возрастных изменений и хронических заболеваний		наследственных заболеваний, возрастных изменений и хронических заболеваний		
2.20.	Разработка CAR-T и CAR-NK-клеточных препаратов и оптимизация технологии их производства	2025 – 2030 годы	CAR-T и CAR-NK-клеточные препараты для терапии онкологических заболеваний	3	237,1
Проекты публичного акционерного общества «Нижекамскнефтехим»					
2.21.	Разработка технологии производства винной кислоты	2025 – 2030 годы	Винная кислота	1 – 2	Нет данных
2.22.	Получение бионафты	2025 – 2030 годы	Бионафта	1 – 2	Нет данных
Проекты Группы компании «Нэфис»					
2.23.	Генерация штаммов с заданными свойствами продуцентов	2025 – 2026 годы	Штаммы с заданными свойствами продуцентов	1 – 2	Нет данных
2.24.	Повышение белковой составляющей в подсолнечном шроте	2025 – 2026 годы	Высокоэффективные штаммы, обладающие высокой целлюлолитической активностью	1 – 2	Нет данных
2.25.	Осахаривание лузги подсолнечника	2025 – 2027 годы	Современная почвообразующая форма удобрений	1 – 2	Нет данных
Проекты федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»					
2.26.	Получение моноклональных антител для разработки на их основе препаратов для терапии и/или диагностики	2025 – 2035 годы	Противоопухолевые и диагностические препараты на основе моноклональных антител	2	Нет данных

1	2	3	4	5	6
	онкологических заболеваний				
2.27.	Микробное увеличение нефтеотдачи с помощью биосурфактантов	2025 – 2027 годы	Биологические поверхностно-активные вещества для повышения нефтеотдачи	1 – 2	Нет данных
2.28.	Биопрепараты с фунгицидной активностью на основе биосурфактантов	2025 – 2027 годы	Биопрепараты с фунгицидной активностью на основе биосурфактантов	1 – 2	Нет данных
2.29.	3D-печать лекарственных препаратов	2025 – 2029 годы	Технология получения аморфных лекарственных средств методами аддитивных технологий	2	25,0
2.30.	Пробиотики на минеральных носителях	2025 – 2030 годы	Пробиотики на минеральных носителях	4	Нет данных
2.31.	Новые штаммы лактобактерий	2025 – 2027 годы	Новые штаммы лактобактерий	4	Нет данных
2.32.	Микродозатор для инъекции фармакологических препаратов	2025 – 2029 годы	Микродозаторы низкой себестоимости	4	Нет данных
2.33.	Перфузионная камера с платформой для подогрева	2025 – 2030 годы	Перфузионная камера	5	Нет данных
2.34.	Усилитель электрических сигналов	2025 – 2028 годы	Усилитель для многоканальной записи электрической активности сердца, мозга, мышц	4	Нет данных
2.35.	Аддитивные технологии для изготовления индивидуальных имплантов	2025 – 2035 годы	Индивидуальные импланты	2 – 3	Нет данных

1	2	3	4	5	6
2.36.	Проект плазменной обработки семян	2025 – 2030 годы	Семена, прошедшие плазменную обработку	3 – 4	Нет данных
Проект федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»					
2.37.	Разработка технологической схемы очистки биогаза	2025 – 2030 годы	Биогаз	2	20,0
Проекты федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет»					
2.38.	Развитие производства органоминеральных удобрений на основе природных материалов и отходов пищевой промышленности	2025 – 2030 годы	Органоминеральные удобрения	3	16,0
2.39.	Развитие производства биологических препаратов для растениеводства	2025 – 2029 годы	Биопрепараты	3	26,0
2.40.	Разработка новых удобрений для современных систем земледелия	2025 – 2028 годы	Удобрения для растениеводства	6	95,0
2.41.	Разработка и внедрение многоцелевых биостимуляторов для растениеводства	2025 – 2030 годы	Биостимуляторы для растениеводства	6	20,0
Проекты федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»					
2.42.	Комплексная переработка биомассы кукурузы	2025 – 2030 годы	Сахарный сироп, мальтозный сироп, концентрат моно- и олигосахаров, биомасса про-	1 – 2	25,0

1	2	3	4	5	6
			биотиков, внеклеточные бактериальные поли- и олигосахариды, концентрат хлорофилла, адсорбент микотоксинов на основе лигноцеллюлозного материала		
2.43.	Интенсивные биотехнологии очистки сточных вод	2025 – 2034 годы	Биологически очищенные сточные воды	1 – 2	100,0
Проекты федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации					
2.44.	Препарат на основе лейкоконцентрата	2025 – 2027 годы	Препарат на основе лейкоконцентрата	1 – 2	Нет данных
2.45.	Разработка наноразмерных систем для направленной доставки терапевтических молекул	2025 – 2030 годы	Наноразмерные системы для направленной доставки терапевтических молекул	2 – 3	Нет данных
2.46.	Автоматизированная система амбулаторной реабилитации пациентов с нарушениями двигательной функции	2025 – 2028 годы	Интегрированная открытая платформа реабилитации	6	16,0
2.47.	Разработка средства для лечения воспалительных заболеваний кожи	2025 – 2030 годы	Средства для лечения воспалительных заболеваний кожи и ее придатков, обусловленных микотической инфекцией и тромбообразованием	4	100,0
2.48.	Обогащенные продукты органического питания для повышения здоровья и каче-	2025 год	Специализированные продукты на основе козьего молока	5	Нет данных

1	2	3	4	5	6
	ства жизни социально значимых и уязвимых групп населения				
Проект Казанского физико-технического института имени Е.К.Завойского – обособленного структурного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»					
2.49.	Магнитно-резонансный ортопедический томограф 0.4 Тесла	2025 год	Томограф	7	Нет данных
Проекты Казанской государственной медицинской академии – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации					
2.50.	Оптимизация радиационного воздействия на пациентов, персонал, население при использовании источников ионизирующего излучения	2025 – 2030 годы	Разработка научно обоснованных методов первичной профилактики и ранней диагностики злокачественных новообразований	5	Нет данных
2.51.	Разработка научных основ онкологической безопасности населения Республики Татарстан	2025 – 2030 годы	Создание математической модели оценки риска причинно-следственной зависимости показателей онкологической заболеваемости и смертности от различных внешних факторов	4	Нет данных
Проекты государственного автономного учреждения здравоохранения «Межрегиональный клинико-диагностический центр»					
2.52.	Проект создания единого центра по высокотехнологичным методам лечения венозных тромбозов	2025 – 2030 годы	Центр лечения тромбозов	7	Нет данных