

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
**ГКНТ**  
ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ

Государственный комитет по науке и технологиям  
Республики Беларусь

*БелИСА*

Государственное учреждение «Белорусский институт  
системного анализа и информационного  
обеспечения научно-технической сферы»

# **РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ПРОГНОЗА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА 2021–2025 ГГ. И НА ПЕРИОД ДО 2040 Г.**

**МИНСК  
2019**

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>2</b>
<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ТОВАРОВ И УСЛУГ .....</b>	<b>27</b>
1.1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТОВАРЫ И УСЛУГИ НА 2021–2025 ГГ. ....	27
1.2. СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНЫХ «ПРОЕКТОВ БУДУЩЕГО» .....	43
1.3. ТЕХНОЛОГИИ, ТОВАРЫ И УСЛУГИ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ В ДОЛГОСРОЧНОМ ПЕРИОДЕ ДО 2040 Г.....	83
<b>2. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА 2021–2025 ГГ. ....</b>	<b>84</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>87</b>

# ВВЕДЕНИЕ

## Развитие в мире новых технологий в среднесрочном (до 2025 г.) и долгосрочном (до 2050 г.) периодах

### Основные международные аналитические центры и аналитические центры США

#### *Бильдербергский клуб*

Основные области внимания: ядерная безопасность, кибертерроризм, отношения США и Евросоюза между собой, а также с Россией, исламским миром, странами Африки.

#### *Трехсторонняя комиссия*

Открытая неправительственная политическая международная организация представителей Северной Америки, Западной Европы и Азии (Японии и Южной Кореи). Создана в 1973 г. по инициативе Д. Рокфеллера для обсуждения и поиска решений межнациональных проблем Европы, США и Юго-Восточной Азии.

#### *Римский клуб*

Международная общественная организация, объединяющая представителей мировой политической, финансовой, культурной и научной элиты в целях привлечения внимания человечества к глобальным проблемам экологии, экономики. Публикует результаты исследований в виде докладов социально-экономической тематики. Выдвигает идеи о перспективах развития человечества, таких как, например, концепция нулевого роста и др.

#### *Совет по международным отношениям*

Американская независимая организация, специализирующаяся на внешней политике США.

#### *Агентство перспективных исследовательских проектов в области обороны*

Области деятельности: создание сложных технических систем (прежде всего в сфере обороны), исследование систем управления, разработка методологии эффективного воздействия на социум, технологий сборки и разрушения социальных субъектов, технологий управления историей, управления будущим.

#### *Корпорация РЭНД*

Представляет собой стратегический исследовательский и проектный центр США в области международных отношений и национальной безопасности. Прорабатывает научно-технические, экономические и военные вопросы. Проводит исследования по контрактам с государственными ведомствами и частными корпорациями. Имеет отделения в США и в Европе (Нидерланды, Великобритания, ФРГ).

#### *Фонд наследия*

Стратегический исследовательский институт США консервативной направленности. Считает своей миссией создание и продвижение инноваций социально-экономической и военной политики на основе трех принципов — ограничение вмешательства государства, частные свободы и традиционные американские ценности.

#### *Институт Брукинса*

Один из важнейших аналитических центров, «фабрик мысли» страны, специализируется на общественных науках, муниципальном управлении, внешней политике и мировой экономике.

#### *Международный фонд мира Карнеги*

Основной задачей считает содействие сотрудничеству между странами, стремящимися к миру во всем мире. Создает дочерние фонды поддержки мирного урегулирования конфликтов, прорабатывает формулировки нормативных актов, касающихся мировой безопасности.

#### *Университет Карнеги — Меллона*

Занимается разработкой мультипроцессорных систем, финансовой аналитикой, информационными системами управления, социальным проектированием, поведенческой экономикой, изучением взаимодействия человека с компьютером, развлекательными технологиями.

*Институт государственной политики при Университете Райса*

Разрешение конфликтов, политика борьбы с наркотиками, энергетический форум, глобальные проблемы, национальная безопасность и терроризм, международная экономика, латиноамериканская инициатива, общественная дипломатия, религия и общественная политика, наука и технологии, космическая политика, налоговая политика, технологическая и общественная политика, транснациональные китайские проекты, женщины и права человека на Ближнем Востоке.

*Институт внешнеполитических исследований*

Привлекает ведущих экспертов к работе по выработке новой американской внешнеполитической стратегии, где долгосрочные задачи были бы связаны с текущей политикой. Разрабатывал стратегии победы в холодной войне.

*Фонд Эндрю Уильяма Меллона*

Предоставляет гранты по пяти основным программам: среднее и высшее образование; коммуникационные и информационные технологии; история искусства, реставрация, музейное дело; исполнительские виды искусств (кино, театр, музыка, балет и т. п.); охрана окружающей среды.

*Фонд Макатуров*

Финансируемые области деятельности: общество и право, права человека. В тематике фонда также представлены окружающая среда и общество, проблемы мира и безопасность.

*Фонд Рокфеллера*

Финансируемые программы: сельскохозяйственные науки, культура и гуманитарные науки, медицина, охрана окружающей среды, демографические науки, международные инициативы, специальные программы и проекты в области международной безопасности и развития демократии.

*Гуверовский институт войны, революции и мира*

Основные направления исследований: национальная безопасность и закон, права частной собственности и гражданские свободы, экономическое развитие, федеральная налоговая политика, реформирование здравоохранения, идеология и терроризм, энергетическая политика.

*Массачусетский технологический институт*

Направления исследований: разработка систем с разделением времени и интерактивной графики, широкий спектр научных разработок в области искусственного интеллекта, робототехники. Проводит исследования по менеджменту, экономике, лингвистике, в сфере политических наук и философии.

*Американский институт предпринимательства*

Проводит исследования в области государственной политики с целью сохранять и укреплять фундаментальные элементы свободы: ограничение власти правительства, частное предпринимательство, важнейшие культурные и политические институты, а также сильную внешнюю политику и национальную оборону.

*Центр национальной политики*

Основные направления исследований: разработка внешней политики, обеспечение национальной безопасности, реформирование инфраструктуры.

*Корпорация по разработке систем*

Первая в мире компания, специализирующаяся на программном обеспечении. Разрабатывала системы с разделением времени для первой оборонной компьютерной сети ARPA и прочие программы, что позволило создать Интернет.

*Гудзоновский институт*

Оказывает помощь правительственным и деловым кругам всего мира через конференции, публикации, политические рекомендации.

*Институт урбанистики*

Институт выявляет социальные проблемы, оценивает государственные программы, определяет новые тренды, анализирует эффекты принимаемого законодательства и иногда даже предлагает альтернативы политическим решениям.

#### *Институт Аллегени*

Деятельность организации основана на принципах свободного предпринимательства, уважения прав частной собственности, развития гражданского общества и личной свободы, защиты интересов налогоплательщиков, граждан, малого и среднего бизнеса от непомерных посягательств органов управления.

#### *Манхэттенский институт политических исследований*

Ставит своей задачей развивать и распространять новые идеи, дающие больше возможностей экономического выбора и требующие личной ответственности. Институт пропагандирует решения проблем на основе свободных рыночных отношений, поддерживает исследования по экономике, образованию, здравоохранению, социальному обеспечению, по вопросам права, снижения преступности, условиям урбанизированной среды проживания и т. п.

#### *Институт Санта Фе*

Независимый некоммерческий институт теоретических исследований, предназначенный для междисциплинарного изучения фундаментальных принципов функционирования сложных самоприспосабливающихся систем, включая физические, компьютерные, биологические и социальные системы.

#### *Школа военно-морской адъюнктуры*

Военно-морская академия, имеет одну из самых крупных библиотек среди американских вузов, богатейшее собрание микрофильмов, обширную компьютерную базу с выходом на Пентагон, ЦРУ.

#### *Центральное разведывательное управление, ЦРУ*

Имеет в своем составе Научно-технический директорат, проводит исследования и разработки в области технических средств сбора информации, осуществляет обмен информацией с крупнейшими научными центрами США.

Управление исследований и разработок технических систем занимается фундаментальными и прикладными научно-техническими исследованиями и разработками систем связи, датчиков, полупроводниковых приборов и устройств, исследованиями по искусственному интеллекту, моделированию процессов и др.

В Информационно-аналитическом директорате есть пять региональных управлений анализа информации: по СНГ, Европе, Ближнему Востоку и Южной Азии, по Восточной Азии, по странам Африки и Латинской Америки. Имеется оперативный центр ЦРУ, круглосуточно анализирующий информацию в целях выявления признаков назревания кризисных ситуаций.

Управление научных исследований в области вооружений занимается анализом технических аспектов вооружения и космических систем других стран, анализом информации по ядерному оружию и энергетике, системам оружия тактического и общего назначения, средствам ПВО, а также о политике в области научно-технического прогресса.

Управление глобальных проблем занимается анализом экономических, географических и технологических проблем в международном масштабе. Управление информационных ресурсов осуществляет информационно-справочные функции; Управление анализа информации об иностранных лидерах предоставляет руководству страны характеристики иностранных политических лидеров и организаций.

## **Основные европейские аналитические центры**

#### *Стокгольмский институт изучения проблем мира*

Независимый международный институт, созданный для исследования проблем мира и конфликтов, прежде всего вопросов контроля над вооружениями, нераспространения вооружений и разоружения. Основные направления деятельности: евроатлантическая безопасность, вооруженные конфликты и их разрешение, вероятные химические и биологические войны, расходы на вооружение и производство оружия, движение оружия по странам и континентам, разработка систем раннего обнаружения баллистических угроз.

#### *Международный институт стратегических исследований*

Британский «мозговой центр», занимающийся изучением международных отношений. Считается ведущей мировой «фабрикой мысли» по вопросам военно-политических конфликтов.

*Международный институт защиты окружающей среды и развития*

Политический научно-исследовательский «мозговой центр». Направления деятельности: изучение распределения природных ресурсов в целях снижения мирового уровня бедности и борьбы с голодом. Изучает вопросы изменения климата, распределения природных ресурсов, демографии и законодательства.

*Королевский институт международных исследований*

Анализирует важнейшие внешнеполитические вопросы, публикации мнений, выводов и рекомендаций по ним. Тематика недавних исследований: терроризм, проблема Ирана, пиратство у берегов Сомали.

*Германский институт международной политики и безопасности*

Анализирует международные вопросы и проблемы безопасности. Снабжает правительство актуальной информацией по тематике: сохранение Европейской интеграции, общая политика безопасности, западнобалканский регион, отношения с Россией, США, странами Африки и Ближнего Востока.

*Институт Восточной Азии Университета Дуйсбург-Эссен*

Направление деятельности: укрепление деловых партнерских отношений ФРГ с Китаем и Японией.

## **Основные азиатские аналитические центры**

*Национальный институт развития научных исследований (Япония)*

Решение вопросов в области сложных социальных процессов, политических, экономических, международных проблем, а также технологий. Тематика исследований: экономическая интеграция в регионе, развитие КНР и Индии, возможности и вызовы XXI в. Исследования охватывают все три уровня: национальный, региональный, международный.

*Центр исследований международной общественной политики (Япония)*

*Токийский университет внешнеполитических исследований (Япония)*

*Институт евразийских исследований Йогогамского национального университета*

*Институт современных международных отношений (КНР)*

Китайский гражданский «мозговой центр», активно сотрудничает с подразделениями Всемирного банка, Всемирной организацией труда. В основном специализируется на вопросах трудовой миграции, прав трудящихся, и социальной ответственности корпораций.

*Шанхайский университет международных исследований*

Специализируется на подготовке специалистов по международным отношениям, лингвистов высшего класса.

*Институт оборонных исследований и анализа (Индия)*

Проведение опережающих исследований в области международных отношений, стратегических и секретных вопросов. Кроме того, занимается подготовкой гражданских и военных специалистов.

*Институт политических и международных исследований при МИД Ирана*

Предназначен для проведения и расширения независимых исследований в области международных отношений. Основные направления деятельности: проведение и поощрение аналитических работ, исследований и распространение знаний в политической, экономической, юридической областях, а также в сфере стратегической безопасности и культуры.

*Центр региональных исследований (Пакистан)*

Предоставляет информацию правительственным и неправительственным организациям.

*Центр евразийских стратегических исследований (Турция)*

## **Основные азиатские аналитические центры, действующие в СНГ**

*Казахстанский институт стратегических исследований (КИСИ) при Президенте Казахстана (Астана, Казахстан)*

*Институт стратегических и межрегиональных исследований (Ташкент, Узбекистан)*

*Международный институт стратегических исследований (Бишкек, Киргизия)*

*Центр СНГ Института актуальных международных проблем*

Изучение процессов, протекающих в Содружестве Независимых Государств в целом и в каждой входящей в него стране. При этом акцентируется внимание на путях и методах укрепления и развития тенденций, ведущих к сближению стран и народов СНГ, к развитию интеграционных процессов на территории стран Содружества.

*Институт независимых стратегических исследований (Киев, Украина);*

*Французский институт изучения Центральной Азии (Ташкент, Узбекистан)*

## **Российские аналитические центры**

*Институт современного развития (Москва)*

В рамках научно-исследовательской деятельности Института и по результатам экспертных обсуждений формулируются практические рекомендации, представляемые на рассмотрение Президенту и Правительству РФ, готовятся аналитические и информационные материалы, адресованные всей российской общественности.

*Агентство стратегических инициатив (Москва)*

Работа агентства по трем направлениям: проекты практического характера, оценки квалификаций (систему оценки разрабатывает РСПП) и социальные проекты в области здравоохранения, культуры, образования, а также деятельности независимых, неправительственных организаций.

*Государственный Институт системного анализа Счетной палаты РФ (Москва)*

Предназначен для проведения научных исследований актуальных проблем государственного финансового контроля, координации и выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных с разработкой и внедрением новых методов и технологий контрольно-ревизионной и экспертно-аналитической деятельности Счетной палаты РФ.

*Центр анализа стратегий и технологий (Москва)*

Занимается изучением вопросов оборонной промышленности и военно-технического сотрудничества, оказание консультационных услуг и обеспечение информационно-аналитической поддержки российским профильным министерствам и ведомствам, оборонным предприятиям, банкам и инвестиционным компаниям.

*Международный Фонд социально-экономических и политологических исследований (Горбачев-Фонд) (Москва)*

*Клуб Товарищей Военного института иностранных языков имени Красной Армии*

*Политическая экспертная сеть «Кремль.Орг»*

*Сайт политических комментариев ПОЛИТКОМ.RU*

*Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (Москва)*

*Центр стратегических разработок (Москва)*

*Центр политической конъюнктуры России*

*Центр макроэкономических исследований Сбербанка России*

*Московский Либертариум*

*Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара (Институт Гайдара)*

*Международный общественный фонд «Экспериментальный творческий центр» (Центр Кургина МОФ-ЭТЦ)*

*Фонд экономических исследований «Центр развития» (Москва)*

*Аналитическая лаборатория «Веди»*

*Региональный общественный фонд «Информатика для демократии» (Москва)*

*Институт политического и военного анализа (Москва)*

*Международный центр социально-экономических исследований (Леонтьевский центр) (Санкт-Петербург)*



## Прогнозирование высокотехнологичными компаниями своей деятельности на среднесрочный и долгосрочный периоды

Большинство передовых компаний при составлении прогнозов по своему развитию на среднесрочную и долгосрочную перспективу (наравне со своими проводимыми исследованиями) используют сведения Массачусетского технологического института.

**Главные тренды 2019 г., по версии Массачусетского технологического института** (с использованием данных журнала MIT Technology Review), по прорывным технологиям, которые внедряются или уже внедрены, но не потеряют свою актуальность в ближайшее время.

1. Придание функциональных способностей роботам — роботизированные руки, которые могут самостоятельно манипулировать незнакомыми предметами.

2. Освоение нового поколения ядерной энергии — проектирование ядерных реакторов деления и синтеза, которые снизят углеродосодержащие выбросы.

3. Внедрение в медицине технологии предсказания преждевременных родов по анализу крови, который поможет предсказать рождение недоношенных детей.

4. Обследование желудочно-кишечного тракта человека посредством капсулы — создание глотаемого устройства для обследования пищеварительного тракта и проведения биопсии.

5. Создание customной вакцины от рака — лекарства, которое помогает иммунной системе организма атаковать только раковые клетки.

6. Растительные продукты питания без животного белка, произведенные в лабораторных условиях и альтернативные говядине, которые позволят снизить отходы в пищевой промышленности.

7. Внедрение новых технологий очистки воздуха от углекислоты, а также извлечения и сохранения углекислого газа из воздуха.

8. Широкое применение приспособлений, позволяющих осуществлять постоянную ЭКГ (крепление на запястье, типа — смарт-часов с функцией мониторинга здоровья сердца и раннего оповещения о рисках).

9. Распространение биотуалетов без подключения к канализации и водопроводу (безводные туалеты), способные утилизировать человеческие отходы.

10. Создание и внедрение качественных помощников искусственного интеллекта, способствующих прогрессу в обработке естественного языка, благодаря чему коммуникация цифровых помощников станет более приближена к человеческой.

## Публикация Национального совета по разведке (США) «Глобальные тенденции 2030: Альтернативные миры»

Это пятый выпуск докладов Национального совета по разведке, направленных на формирование основных представлений о будущем.

Согласно материалам, изложенным в докладе, утверждается, что глобальные экономические, социальные и военные достижения к 2030 г. будут формироваться на четырех технологических аренах: информационные технологии, технологии автоматизации производства, технологии использования ресурсов и медицинские технологии.

**1. Информационные технологии** входят в эпоху больших данных. Операционные процессы и банки данных становятся почти бесплатными, сетевые и облачные технологии обеспечивают глобальный доступ и повсеместные услуги, социальные СМИ и сфера кибер-безопасности становятся новыми большими рынками.

**2. Технологии автоматизации и модернизации производства** меняют схемы массового производства и способы предоставления товаров и услуг.

**3. Прорывные технологии в области жизненно важных ресурсов**, которые необходимы для удовлетворения потребностей мирового населения в продовольствии, воде и энергии. К ключевым технологиям, которые, вероятно, будут находиться на первых позициях в этой области, относятся генетически модифицированные культуры, точная агротехника, технологии ирригации,



солнечная энергия, новые виды биотоплива, а также усовершенствованный способ добычи нефти и природного газа по технологии гидравлического разрыва пласта.

**4. Технологии здравоохранения** обеспечат дальнейшее увеличение среднего возраста населения во всем мире, облегчат состояния организма при физических и психических нарушениях, а также улучшат здоровье в целом.

В свою очередь информационные технологии состоят:

- из технологий обработки данных (которые включают ряд новых решений, позволяющих собирать, хранить и извлекать информацию из «больших данных», то есть из таких чрезвычайно обширных массивов данных, которыми трудно управлять с помощью обычных инструментов);

- технологии социальных сетей (которая позволяет пользователям образовывать виртуальные группы на основе таких факторов, как общие интересы, общие биографические и географические факторы);

- технологий «умных городов» (которые с использованием информационных технологий позволяют довести до максимума производительность инфраструктуры и качество жизни обитателей, одновременно сводя к минимуму потребление ресурсов и ущерб природе).

Технологии автоматизации и модернизации производства включают:

- робототехнику;

- технологию дистанционно управляемых и автономных транспортных средств;

- технологию аддитивного производства.

Ресурсосберегающие технологии включают:

- точную агротехнику;

- управление водными ресурсами, водопользование;

- биоэнергетику;

- солнечную энергию.

Технологии здравоохранения включают:

- контроль заболеваемости;

- «модернизацию» человека (охватывает широкий диапазон технологий, варьирующихся от имплантов и протезирования до механизированных экзоскелетов; «модернизация» человека позволяет расширить природные возможности, а также заменить отсутствующие или неполноценные органы, например, поврежденные конечности).

## Главные тренды развития новых технологий по версии Gartner

Gartner, Inc. — одна из ведущих в мире исследовательская и консалтинговая компания. Обеспечивает бизнес-лидеров необходимыми знаниями, советами и инструментами для достижения важных приоритетов сегодня и построения успешного бизнеса завтрашнего дня. Является надежным консультантом и объективным ресурсом для более чем 15 000 организаций в более чем 100 странах — по всем основным функциям, в каждой отрасли и масштабе предприятия.

Топ-10 трендовых технологий по версии Gartner.

### 1. Искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ИИ) сегодня существует повсюду: от смартфонов до автомобилей.

Автономные объекты, такие как роботы, дроны и автономные транспортные средства, используют ИИ для автоматизации функций, ранее выполнявшихся людьми. Их автоматизация выходит за рамки автоматизации, обеспечиваемой жесткими моделями программирования, и они используют ИИ для предоставления усовершенствованного поведения, более естественного взаимодействия с окружением и людьми.

### 2. Blockchain.

Это технология, которая питает биткойны, новую параллельную валюту, которая захватила весь мир.

Интересно, что блокчейн как технология имеет далеко идущий потенциал во всем: от здравоохранения до выборов, недвижимости и правоохранительных органов.

### **3. Дополненная реальность и виртуальная реальность (VR и AR).**

VR и AR, двойные технологии виртуальной реальности.

Студенты-медики используют технологию AR для практики хирургии в контролируемой среде.

VR открывает новые возможности для игр и интерактивного маркетинга.

### **4. Облачные вычисления.**

Позволяя компаниям экономить деньги, а пользователям — упрощать свои вычислительные потребности, облачные вычисления, без сомнения, являются одной из самых популярных технологий, которая останется популярной в ближайшие годы.

### **5. Angular и React.**

Angular и React — это основанные на JavaScript фреймворки для создания современных веб-приложений.

Используя React и Angular, можно создать высокомодульное веб-приложение. При этом не нужно проходить множество изменений в вашей базе кода для добавления новой функции.

Angular и React также позволяют создавать собственные мобильные приложения с теми же знаниями JS, CSS и HTML.

### **6. DevOps.**

DevOps — это методология, гарантирующая непрерывность процесса от разработки до эксплуатации.

Рынок быстро переходит от подхода, при котором профессиональные исследователи данных должны сотрудничать с разработчиками приложений для создания большинства решений с расширенным ИИ, к модели, в которой профессиональный разработчик может работать в одиночку, используя предопределенные модели, предоставляемые в качестве услуги. Это предоставляет разработчику экосистему алгоритмов и моделей искусственного интеллекта, а также инструменты разработки, адаптированные для интеграции возможностей и моделей искусственного интеллекта в решение. Другой уровень возможностей для профессиональной разработки приложений возникает, когда ИИ применяется к самому процессу разработки для автоматизации различных функций обработки данных, разработки приложений и тестирования. К 2025 г. как минимум 40 % новых проектов по разработке приложений будут иметь со-разработчиков ИИ в своей команде.

### **7. Интернет вещей (IoT).**

IoT — это гигантская сеть подключенных устройств, которые собирают и обмениваются данными о том, как они используются, и об условиях, в которых они работают.

IoT включает в себя все: от мобильного телефона до холодильника и стиральной машины.

С IoT мы можем иметь «умные города» с оптимизированными:

- системой дорожного движения;
- эффективным управлением отходами и т. д.

### **8. Интеллектуальные приложения (I-Apps).**

I-Apps — это части программного обеспечения, написанные для мобильных устройств на основе технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, предназначенные для облегчения повседневных задач.

I-Apps решают такие задачи, как организация и расстановка приоритетов электронной почты, планирование собраний, регистрация взаимодействий, контент и т. д. Примерами I-Apps являются чат-боты и виртуальные помощники.

### **9. Большие данные.**

Большие данные относятся к проблемам, связанным с обработкой и хранением различных типов данных. Большинство современных компаний полагаются на аналитику больших данных, чтобы получить представление:

- о своих покупателях;
- исследовании продукта;
- маркетинговых инициативах и др.

## **10. RPA (роботизированная автоматизация процессов).**

Как правило, любая работа в любой отрасли включает задачи, которые повторяются по своей природе и могут быть автоматизированы.

RPA, или Robotic Process Automation, позволяет автоматизировать рутинные и повторяющиеся задачи.

В ближайшие годы тенденции развития ботов и машинного обучения будут стремительно расти, а это значит, что RPA станет бесценным навыком.

## **Десять технологий, которые потрясут мир. Главные тренды по версии Билла Гейтса**

Прогнозы Билла Гейтса во многом коррелируют с прогнозами Массачусетского технологического института. Ниже приводится краткое описание десяти технологий, которые могут появиться в ближайшие годы.

### **1. «Ловкие роботы» (появятся через 3–5 лет).**

Промышленные роботы слишком неуклюжи. Они справляются со стандартными обязанностями, но, как только ситуация или обстановка меняется даже едва заметно, от производительности и точности робота ничего не остается. На сборочном конвейере он не видит, к примеру, что некоторая деталь передвинута на пару миллиметров. А если и видит, то не может перестроиться.

Специалисты по «ловким роботам» учат машины самостоятельно манипулировать объектами методом проб и ошибок. Одним из таких проектов является робот Dexterity, разработанный некоммерческой организацией OpenAI. Это механическая рука, окруженная несметным количеством камер, датчиков и ламп и работающая на нейронно-сетевом ПО. Она учится манипуляциям с новыми предметами разной формы или размера без помощи человека. От успеха эксперимента зависит, как быстро крупные роботы появятся не только на производстве, но и в домашнем хозяйстве, где ловкость особенно нужна.

### **2. Безопасные и дешевые ядерные реакторы (коммерчески будут доступны в 2020-х гг.).**

О ядерных реакторах четвертого поколения говорят и пишут с начала века. Они должны сделать получение электроэнергии еще более дешевым и безопасным. Работы ведутся в направлении уменьшения реакторов и создания новых их видов.

Кроме собственно реакторов четвертого поколения (эволюция нынешних технологий) работы активизировались в области создания мобильных реакторов (SMR) и реакторов термоядерного синтеза.

Некоторые разработчики, такие как канадская Terrestrial Energy и американская TerraPower, уже подписали соглашения с энергетическими компаниями о вводе реакторов в эксплуатацию в 2020-х гг. SMR-реакторы уже существуют, а термоядерные реакторы должны появиться к 2030-м гг.

В них верит и сам Билл Гейтс, ставший инвестором сразу двух компаний в этой области: TerraPower и Commonwealth Fusion Systems.

### **3. Прогнозирование риска недоношенности (ближайшие 5 лет).**

В мире ежегодно рождается 15 млн недоношенных детей. Это, в свою очередь, является главной причиной смертности у детей в возрасте до пяти лет. Ученый Стивен Куэйк и компания Akna Dx работают над созданием анализа крови, который бы выявлял риск преждевременных родов. В отличие от тестов, выявляющих риск онкологических заболеваний или синдрома Дауна, которые основываются на изучении свободно циркулирующей ДНК, тест доктора Куэйка основывается на отслеживании и определении изменений в свободно циркулирующей РНК.

Отклонения в экспрессии семи генов, которые, по его мнению, отвечают за преждевременные роды, помогают определить риск рождения недоношенного ребенка. Остальное — дело врачей, которые могут отсрочить такие роды, увеличив шансы ребенка на выживание. Стоимость такого теста оценивается в 10 долл. США.

### **4. Зонд в таблетке.**

Одно из самых распространенных и самых дорогих заболеваний, говорят эксперты «Обозрения», так называемая «тропическая энтеропатия» — болезнь ЖКТ, из-за которой воспаленный кишечник с большим трудом поглощает питательные вещества. Результат — истощение, задержки развития. Болезнь, широко распространенная в бедных странах, изучена очень плохо.

Врач и инженер Клинической больницы Массачусетса Гильермо Тирни разработал микроскопические приспособления, которые могут и передавать информацию о наличии признаков заболевания, и даже получать мельчайшие кусочки ткани для биопсии.

Они настолько удобны, что могут использоваться даже в поликлиниках.

Приспособление представляет собой капсулу, в которой скрыт микроскоп. Тончайший катетер подает в капсулу электроэнергию и свет и, кроме того, передает видеоизображение. По словам доктора Тирни, он разработал методику, позволяющую избежать малейшего дискомфорта для пациента. Разумеется, прибор можно использовать для выявления и других заболеваний ЖКТ.

#### **5. Вакцины от рака «с примеркой» (тестируются на пациентах).**

Обычная химиотерапия самым негативным образом влияет и на здоровые клетки, к тому же, она не всегда эффективна. Поэтому ученые разрабатывают персонализированную вакцину против рака.

В случае успеха она должна таким образом спровоцировать иммунную систему человека, чтобы та смогла самостоятельно идентифицировать новообразование. Тем самым будет снижено негативное влияние на здоровые клетки.

Кроме того, задействованные иммунные клетки смогут реагировать на оставшиеся после первоначального лечения отдельные раковые клетки.

Впервые всерьез о такого рода вакцинах заговорили более десяти лет назад. Ученые определили, что всякая раковая клетка имеет сотни, если не тысячи, особенностей, присущих только ей. Позже ученые из стартапа BioNTech доказали, что вакцина, содержащая копии этих конкретных мутаций, может служить катализатором для иммунной системы к производству цитотоксических Т-лимфоцитов, в задачи которых входит выявление, борьба и уничтожение всех раковых клеток, имеющих такие мутации.

Клинические испытания начались в 2017 г. в сотрудничестве с фарматехнологической компанией Genentech. Эксперты говорят, что достижение этой цели само по себе дело непростое, поскольку предполагает биопсию новообразования, анализ ДНК и передачу полученной информации на производство.

#### **6. Искусственное мясо.**

По прогнозам, к 2050 г. потребление мяса в мире увеличится на 70 % по сравнению с 2005 г. Чтобы снизить нагрузку на природу, ученые предлагают создавать аналоги мяса на основе растений и выращивать его в лабораториях. По словам представителей Маастрихтского университета, которые уже выращивают мясо в пробирках, в будущем году стоимость гамбургера, произведенного в лабораторных условиях, не будет отличаться от гамбургера из обычной говядины.

Правда, у этого направления есть один серьезный, с точки зрения защитников окружающей среды, недостаток: производство мяса в пробирках почти такое же «грязное», как и обычное скотоводство.

Предпочтительнее, по мнению Билла Гейтса, производство заменителей мяса растительного происхождения. Гейтс инвестировал сразу в две компании, лидирующие на этом рынке: Beyond Meat и Impossible Foods.

Компании используют горох, сою, пшеницу, картофель и растительные масла для того, чтобы имитировать вкус и текстуру настоящего мяса. У производимого ими мяса есть одно очевидное достоинство — производство на 90 % «чище» производства обычного мяса.

#### **7. Уловители CO<sub>2</sub> (появятся через 5–10 лет).**

Изъятие CO<sub>2</sub> из атмосферы представляет собой единственный более или менее эффективный способ борьбы с изменением климата.

Чтобы избежать опасного повышения температуры атмосферы, человечеству необходимо убрать из нее 1 трлн т CO<sub>2</sub>.

Компания Carbon Engineering, инвестируемая Биллом Гейтсом, готова производить синтетическое топливо, в котором CO<sub>2</sub> будет основным ингредиентом.

#### **8. ЭКГ на запястье.**

Исследование работы сердца, такое как ЭКГ, все еще требует посещения врача. Пока не существует ни одного носимого устройства, которое смогло бы «засечь» сердечный приступ или инфаркт моментально, в реальном времени.

Однако AliveCore уже представил Американской ассоциации кардиологов предварительные результаты испытаний своего нового приложения и двухсенсорного устройства, которое может выявить некоторые виды сердечных приступов.

### **9. Туалет без канализации.**

2,3 млрд человек живут в чудовищных санитарных условиях. Это является причиной многочисленных смертей.

В 2011 г. Билл Гейтс учредил специальную премию «Придумаем туалет заново». Благодаря ей сразу несколько групп ученых и изобретателей представили прототипы уборных, которые перерабатывают отходы на месте, а многие из них и вовсе не требуют наличия канализации.

Прототипы не лишены недостатков. И главный из них — негибкость в том, что касается масштаба использования. Кроме того, все эти проекты достаточно дороги.

### **10. Говорящие ИИ-помощники.**

У нынешних голосовых ассистентов есть серьезный недостаток: они выполняют только определенные задания, а любое отклонение в произношении или выборе слов делает их беспомощными.

## **Всемирный экономический форум. Какие из современных технологий будут определять завтрашний мир?**

Новый доклад, составленный Всемирным экономическим форумом, раскрывает некоторые из прорывных инноваций, которые, как ожидается, радикально повлияют на глобальный социальный и экономический порядок.

Новые технологии должны привести к положительным изменениям и быть привлекательными для инвесторов и исследователей в течение ближайших 5 лет.

### **1. Биопластик для круговой экономики (Bioplastics for a Circular Economy).**

Наша цивилизация построена на пластике. По данным Всемирного экономического форума, только в 2014 г. промышленность произвела 311 млн метрических тонн пластика, и ожидается, что к 2050 г. эта цифра утроится. Однако только менее 15 % пластика перерабатывается. Большая часть остального сжигается, находится на свалках или выброшена в окружающую среду, где, будучи устойчивой к микробному пищеварению, может сохраняться в течение сотен лет. Пластмассовый мусор, накапливающийся в океане, вызывает всевозможные проблемы: от убийства диких животных при попадании в организм по ошибке до выделения токсичных соединений. Он может даже попасть в организм человека через зараженную рыбу.

Биоразлагаемые пластики могут превращаться обратно в биомассу. Как и стандартные пластмассы, полученные из нефтехимических продуктов, биоразлагаемые пластики состоят из полимеров (длинноцепочечных молекул), которые в жидком состоянии могут быть отлиты в различные формы.

В настоящее время доступные варианты — из кукурузы, сахарного тростника или отработанных жиров и масел — не имеют механической прочности. Преодолеть эти недостатки помогут достижения в производстве пластмасс из целлюлозы или лигнина (сухого вещества в растениях). Целлюлоза и лигнин могут быть получены из непищевых растений, таких как гигантский тростник, выращенный на окраинных землях, непригодных для пищевых культур, или из отходов древесины и побочных продуктов сельского хозяйства, которые в противном случае не выполняли бы никакой функции.

Целлюлоза, самый распространенный органический полимер на земле, является основным компонентом клеточных стенок растений; лигнин заполняет пробелы в этих стенах, обеспечивающие прочность и жесткость.

Чтобы сделать пластмассы из этих веществ, производители должны сначала разбить их на свои строительные блоки или мономеры. Исследователи недавно нашли способы сделать это для обоих веществ. Работа с лигнином особенно важна, потому что мономеры лигнина состоят из ароматических колец — химических структур, которые придают некоторым стандартным пластмассам их механическую прочность и другие желательные свойства.

Лигнин не растворяется в большинстве растворителей, но ученые доказали, что определенные экологически чистые ионные жидкости (которые состоят в основном из ионов) могут избирательно отделять его от древесины и древесных растений. Генетически сконструированные фер-



менты, подобные грибковым и бактериальным, могут затем расщеплять растворенный лигнин на его компоненты.

Chrysalix Technologies, дочерняя компания Imperial College London, разработала процесс, в котором используются недорогие ионные жидкости для отделения целлюлозы и лигнина от исходных материалов.

Финская биотехнологическая компания MetGen Oy производит ряд генно-инженерных ферментов, которые расщепляют лигнины различного происхождения на компоненты, необходимые для широкого спектра применений.

Компания Mobius (ранее Grow Bioplastics) разрабатывает пластиковые гранулы на основе лигнина для использования в биоразлагаемых цветочных горшках, сельскохозяйственных мультфильмах и других продуктах.

Новые методы производства биоразлагаемого пластика могут способствовать созданию круговой экономики в крупной промышленности.

## **2. Социальные роботы (Social Robots).**

В промышленности роботы строят, ломают и проверяют вещи. Медицинские роботы помогают в хирургии и отпускают по рецепту лекарства в аптеках.

Как и большинство роботов, социальные роботы используют искусственный интеллект, чтобы преобразовывать информацию, полученную через камеры и другие датчики. Достижения в области искусственного интеллекта позволили дизайнерам преобразовать такие психологические и нейронаучные идеи в алгоритмы, которые позволяют роботам распознавать голоса, лица и эмоции, интерпретировать речь и жесты, соответствующим образом реагировать на сложные словесные и невербальные сигналы, устанавливать зрительный контакт, разговаривать и адаптироваться к потребностям людей, учась на обратной связи, похвале и критике.

Например, 47-дюймовый человекоподобный робот по имени Пеппер (от SoftBank Robotics) распознает лица, основные человеческие эмоции и интонацию через сенсорный экран в «груди».

Около 15 000 роботов по всему миру предоставляют такие услуги, как регистрация в отеле, обслуживание клиентов в аэропорту, помощь в совершении покупок и выезд за едой в фастфуд.

Социальные роботы имеют особую привлекательность для оказания помощи увеличивающемуся пожилому населению мира.

Терапевтический робот PARO (разработанный Японским национальным институтом передовых промышленных наук и технологий), который выглядит как приятный тюлень, предназначен для стимулирования и снижения стресса для людей с болезнью Альцгеймера и других пациентов в учреждениях по уходу. Он отвечает на свое имя, двигая головой.

Робот Mabu (разработка Catalia Health) особенно полезен для пожилых людей в качестве оздоровительного помощника, напоминая им, чтобы они гуляли и принимали лекарства, а также может позвать членов семьи.

## **3. Крошечные линзы для миниатюрных устройств (Tiny Lenses for Miniature Devices).**

Несмотря на то, что телефоны, компьютеры и другая электроника становятся меньше в размерах, их оптические компоненты упорно «отказываются» сокращаться. Необходимо отметить, что трудно изготавливать крошечные линзы, используя традиционные технологии резки стекла и изгиба стекла, поскольку элементы стеклянной линзы часто необходимо сложить, чтобы правильно фокусировать свет.

Инженеры предложили более легкую альтернативу, известную как металинзы. Эти линзы могут обеспечить большую миниатюризацию микроскопов и других лабораторных инструментов, а также потребительских товаров, таких как камеры, гарнитуры виртуальной реальности и оптические датчики для Интернета вещей. Они могут также улучшить функциональность оптических волокон.

Металинза состоит из плоской поверхности, тоньше микрометра, которая покрыта массивом объектов наномасштаба, таких как выступающие столбы или просверленные отверстия. Когда падающий свет попадает на эти элементы, многие его свойства меняются, включая поляризацию, интенсивность, фазу и направление распространения. Исследователи могут точно позиционировать наноразмерные объекты, чтобы гарантировать, что свет, выходящий из металинз, имеет выбранные характеристики. Более того, металинзы настолько тонки, что несколько линз могут быть наложены друг на друга без значительного увеличения в размерах.

Большим прорывом в 2018 г. явилось решение проблемы хроматической аберрации. Когда белый свет проходит через обычную линзу, лучи с его различными длинами волн отклоняются под разными углами и таким образом фокусируются на разных расстояниях от линзы. Чтобы исправить этот эффект, инженерам сегодня необходимо накладывать линзы, применяя очень точное выравнивание. Теперь одна металинза может фокусировать все волны белого света на одном и том же месте. Помимо создания «ахроматических» металинз, ученые разработали металинзы, которые исправляют другие аберрации, такие как кома и астигматизм, которые вызывают искажение изображения и размытость.

В дополнение к уменьшению размера с помощью металинзы можно снизить стоимость оптических компонентов, поскольку уменьшенные линзы могут быть изготовлены с использованием того же оборудования, которое уже используется в полупроводниковой промышленности.

Эта особенность открывает привлекательную перспективу производства, например, миниатюрного оптического и электронного компонентов датчика света рядом друг с другом.

На данный момент, однако, расходы по-прежнему высоки, поскольку трудно точно разместить наноразмерные элементы на микросхеме сантиметрового размера. Другие ограничения также нуждаются в устранении. До сих пор металинзы не пропускают свет так же эффективно, как традиционные линзы. Кроме того, они слишком малы, чтобы захватывать большое количество света, а это значит, что на данный момент они не подходят для съемки качественных фотографий.

Тем не менее в течение следующих нескольких лет миниатюрные линзы «пробьются» в более простые в изготовлении датчики, диагностические инструменты, такие как устройства для эндоскопической визуализации и оптические волокна. Эти потенциальные приложения достаточно привлекательны, чтобы получить исследовательскую поддержку со стороны государственных учреждений и таких компаний, как Samsung и Google.

#### **4. Неупорядоченные белки как лекарственные мишени (Disordered Proteins as Drug Targets).**

Новые возможности для лечения рака и других болезней.

Несколько десятилетий назад ученые определили особый класс белков, которые ведут болезни от рака до нейродегенеративного заболевания. Эти «внутренне неупорядоченные белки» (ВНБ) выглядели иначе, чем белки с жесткими структурами, которые были более знакомы в клетках. ВНБ были оборотнями, выглядящими как совокупность компонентов, которые постоянно меняли конфигурацию.

Эта свободная структура позволяет ВНБ собирать разнообразные молекулы в критические моменты, например во время реакции клетки на стресс. Менее гибкие белки, как правило, имеют более ограниченное число партнеров по связыванию. Когда ВНБ не функционируют должным образом, может развиваться болезнь.

Тем не менее медицинские исследователи не смогли создать методы лечения для устранения или регулирования неисправных белков.

Ученые установили, как функционируют ВНБ для выявления соединений, которые ингибируют эти белки, а некоторые из них стали «кандидатами» в лекарства. В 2017 г. исследователи во Франции и Испании показали, что одобренное Управлением по контролю за продуктами и лекарствами лекарство под названием «трифлуоперазин» (используется для лечения психотических расстройств и тревоги) связывается и ингибирует NUPR1, нарушенный белок, участвующий в форме рака поджелудочной железы.

На терапевтический потенциал ВНБ также делает ставку промышленность. Биотехнологическая компания IDP Pharma разрабатывает тип ингибитора белка для лечения множественной миеломы и мелкоклеточного рака легкого.

Graffinity Pharmaceuticals, в настоящее время входящая в состав NovAliX, определила небольшие молекулы для нацеливания на неупорядоченный белок, который участвует в патологии Альцгеймера.

Santabio Pharmaceuticals исследует небольшие молекулы для стабилизации ВНБ, участвующих в нейродегенерации. Компания Dewpoint Therapeutics исследует идею о том, что неупорядоченные компоненты белка благодаря способу, которым они объединяют молекулы для усиления реакций, могут быть использованы в качестве мишеней для лекарств. Весьма вероятно, что в ближайшие 3–5 лет эти некогда «неиспользуемые» белки окажутся в основе фармацевтической разработки.



## **5. Умные удобрения, позволяющие уменьшить загрязнение окружающей среды (Smarter Fertilizers Can Reduce Environmental Contamination).**

Чтобы прокормить растущее население мира, фермеры должны увеличить урожайность. Применение большего количества удобрений может помочь, но стандартные способы часто работают неэффективно и наносят вред окружающей среде. К счастью, доступны и становятся все более «умными» экологически чистые продукты, полученные с использованием удобрения с контролируемым высвобождением.

Фермеры обычно удобряют урожай двумя способами:

- опрыскивают поля аммиаком, мочевиной или другими веществами, которые выделяют питательный азот при взаимодействии с водой;
- применяют гранулы калия или других минералов для производства фосфора.

Относительно малая часть этих питательных веществ попадает в растения. Вместо этого большая часть азота попадает в атмосферу в парниковых газах, а фосфор попадает в водосборные бассейны, что часто вызывает чрезмерный рост водорослей и других организмов.

Составы с контролируемым высвобождением, напротив, могут гарантировать, что значительно более высокие уровни питательных веществ достигают зерновых культур, что приводит к более высокой урожайности с меньшим количеством удобрений.

Удобрения медленного высвобождения обычно состоят из крошечных капсул, заполненных веществами, которые содержат азот, фосфор и другие желательные питательные вещества. Внешняя оболочка замедляет как скорость, с которой вода может получить доступ к внутреннему содержимому для высвобождения питательных веществ, так и скорость, с которой конечные продукты выходят из капсулы. В результате питательные вещества дозируются постепенно, в отличие от быстрого выброса, который не может быть эффективно поглощен. Более новые составы включают вещества, которые еще больше замедляют доставку питательных веществ, замедляя превращение исходных веществ, таких как мочевина, в питательные вещества.

Удобрения, которые в большей степени соответствуют описанию «контролируемое высвобождение», были разработаны недавно — это стало возможным благодаря сложным материалам и технологиям изготовления, которые могут настраивать оболочки так, чтобы они изменяли скорости высвобождения питательных веществ желаемыми способами по мере изменения температуры, кислотности или влажности почвы. Комбинируя различные типы настроенных капсул, производители могут производить удобрения с профилями, адаптированными к потребностям конкретных культур или условий выращивания.

Хотя технологии с контролируемым высвобождением делают удобрения более эффективными, они не устраняют все недостатки использования удобрений. Продукты по-прежнему включают, например, аммиак, мочевину и калий. Производство этих веществ является энергоемким, что означает, что их производство может способствовать производству парниковых газов и изменению климата.

Однако этот эффект можно смягчить, если использовать более благоприятные для окружающей среды источники азота и включить микроорганизмы, которые повышают эффективность поглощения азота и фосфора растениями. Нет никаких доказательств того, что материалы, из которых изготовлены оболочки, наносят вред окружающей среде, но этот риск необходимо контролировать всякий раз, когда какие-либо новые вещества вводятся в больших объемах.

Удобрения с контролируемым высвобождением являются частью устойчивого подхода к сельскому хозяйству, известного как точное земледелие. Этот подход повышает урожайность и сводит к минимуму чрезмерное высвобождение питательных веществ, объединяя аналитику данных, искусственный интеллект и различные сенсорные системы, чтобы точно определить, сколько удобрений нужно в любой момент времени, и используя автономные транспортные средства для доставки питательных веществ в предписанных количествах и местах.

## **6. Совместное телеприсутствие (Совместная виртуальная реальность) Collaborative Telepresence.**

Участники виртуальных встреч почувствуют себя физически вместе.

Представим себе группу людей в разных частях света, которые взаимодействуют друг с другом, как будто они физически вместе, вплоть до способности чувствовать прикосновение друг друга. Компоненты, которые позволяют осуществить такое «совместное телеприсутствие», могут изменить человеческую жизнь, делая физическое местоположение неважным.

Подобно тому, как Skype или Viber сделали широкодоступным для потребителей то, что ранее было областью исключительно бизнеса, а массовые многопользовательские онлайн-игры существенно изменили способ взаимодействия людей в Интернете, совместная виртуальная реальность может изменить то, как люди виртуально сотрудничают в бизнесе и в других направлениях деятельности. Например, медицинские работники смогут удаленно работать с пациентами, как если бы они находились в одной комнате. Семьи смогут наслаждаться совместным отдыхом, таким как совместное проживание в уютной комнате или туристическая поездка по новому городу, даже если они на самом деле не находятся в одном месте.

Прогресс в нескольких областях сделал эту перспективу осуществимой. Технологии дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) становятся достаточно доступными для широкого распространения. Телекоммуникационные компании развивают сети 5G достаточно оперативно, чтобы обрабатывать массу данных из современных сенсорных массивов без задержки. Совершенствуются технологии, которые позволяют людям физически взаимодействовать с удаленными средами, включая сенсорные датчики, позволяющие почувствовать, к чему прикасаются их роботизированные аватары. Полное сенсорное погружение, предусмотренное для совместного присутствия, потребует времени задержки, существенно меньшего, чем допустимые задержки для видеозвонков.

Несмотря на то, что совместное телеприсутствие все еще находится в стадии становления, все готово для того, чтобы оно стало реальностью в течение 3–5 лет.

Например, Microsoft и другие компании уже вкладывают средства в технологии, которые, как ожидается, станут основой многомиллиардной индустрии к 2025 г.

Запуск указанных технологий позволит доставлять человеческие чувства, действия и присутствие в удаленное место в реальном времени. Это принесет изменения в повседневную жизнь и работу человека, сравнимые с теми, которые были вызваны широким распространением смартфонов.

## **7. Инновационные технологии прослеживания и упаковки продуктов питания (Advanced Food Tracking and Packaging).**

Сочетание двух технологий может значительно улучшить безопасность пищевых продуктов.

По данным ВОЗ, ежегодно около 600 млн человек страдают от пищевых отравлений, и в результате 420 000 человек умирают. Когда происходит вспышка пищевого отравления, могут проходить дни или недели, пока не будет найден ее источник.

Поиск источника отравления может быть медленной работой, потому что еда проходит сложный путь от фермы к столу, а записи об этом пути хранятся в локальных системах, которые часто не связаны друг с другом.

Совместное использование двух технологий может уменьшить как пищевые отравления, так и количество пищевых отходов:

- применение технологии блокчейна (более известной как управление виртуальной валютой) может решить проблему прослеживаемости;
- инновационная упаковка пищевых продуктов предоставляет новые способы определения того, хранились ли продукты при надлежащих температурах и могли ли они испортиться.

Блокчейн — это децентрализованная система учета, в которой записи сделаны в последовательности в нескольких идентичных «книгах», которые хранятся на компьютерах в нескольких местах, что исключает возможность фальсификации данных. Облачная платформа на основе блокчейна, разработанная для пищевой промышленности, — IBM Food Trust — уже используется крупными продавцами продуктов питания. Интегрируя производителей, дистрибьюторов и розничных продавцов в единую цепочку блоков, Food Trust имеет надежную запись о том, как данный продукт проходит через сквозную цепочку поставок. Тестируя использование этой технологии, Walmart проследил происхождение «загрязненного» предмета за считанные секунды; со стандартным сочетанием письменных и цифровых записей это заняло бы дни. С этой возможностью розничные торговцы и рестораны могут удалить загрязненный предмет из обращения практически сразу и уничтожить только запасы, полученные из того же источника (определенного производителя продукта), вместо того, чтобы тратить целые национальные запасы этого продукта. Многие гиганты пищевого бизнеса — Walmart, Carrefour, Sam's Club, Albertsons Companies — присоединились к этой инициативе и внедрили технологию блокчейна для улучшения отслеживаемости движения продуктов питания от фермы к столу.

Для предотвращения пищевых отравлений некоторые исследовательские лаборатории и компании разрабатывают небольшие датчики, которые могут контролировать качество и безопасность пищевых продуктов в поддонах, ящиках или в индивидуальной упаковке.

Например, Timestrip UK и Vitsab International создали сенсорные метки, которые меняют цвет, если продукт не хранился при надлежащей температуре, а Insignia Technologies продает датчик, который показывает медленно меняющийся цвет продукта (если продукт испорчен) после вскрытия упаковки и указывает, когда был упакован продукт.

Также разрабатываются датчики, которые обнаруживают газообразные побочные продукты порчи. Помимо предотвращения болезней, такие датчики могут уменьшить количество отходов, показывая, что пища безопасна для употребления.

Препятствием для повсеместного использования датчиков является их стоимость.

### **8. Безопасные ядерные реакторы (Safer Nuclear Reactors).**

Контроль углерода в атмосфере требует использования разных энергетических технологий. Одним из решений проблемы могут быть ядерные реакторы, которые не выделяют углерод, но считаются рискованными из-за произошедших в прошлом нескольких крупных аварий.

Риск использования такого реактора может быть значительно уменьшен. Коммерческие реакторы десятилетиями использовали одно и то же топливо: маленькие гранулы диоксида урана, расположенные внутри длинных цилиндрических стержней из сплава циркония. Цирконий позволяет нейтронам, образующимся в результате деления в таблетках, легко проходить среди множества стержней, погруженных в воду внутри активной зоны реактора, поддерживая самоподдерживающуюся тепловую ядерную реакцию.

В случае перегрева циркония и взаимодействия его с водой происходит реакция, в результате которой выделяется водород, который может взорваться. Этот сценарий послужил причиной двух страшных аварий на реакторах в мире: в 1979 г. на Три-Майл-Айленд в США и взрывы и выброс радиации на Фукусиме в Японии в 2011 г.

Такие производители, как Westinghouse Electric Company и Framatome, ускоряют разработку топлива, которое (в случае аварии) с меньшей вероятностью перегревается и, если это произойдет, будет выделять очень мало или совсем не выделять водород. В некоторых вариантах оболочка из циркония изолирована, чтобы минимизировать реакции. В других вариантах цирконий и даже диоксид урана заменены другими материалами.

Происходит тщательное внутреннее тестирование, чтобы удовлетворить требования регуляторов. Подобные реакторы могут быть введены в эксплуатацию в течение 2020 г.

Новые виды топлива позволят сделать ядерную энергию более конкурентоспособной по стоимости, что является существенным стимулом для производителей и предприятий электроэнергетики, поскольку природный газ, солнечная и ветровая энергия дешевле.

Хотя развитие ядерной энергетики приостановилось в США и постепенно сокращается в Германии и других странах, Россия и Китай продолжают строить АЭС. Эти рынки могут быть прибыльными для производителей новых видов топлива.

Производители ядерного топлива также экспериментируют с моделями реакторов «четвертого поколения», в которых вместо воды используется жидкий натрий или расплавленная соль для передачи тепла, что исключает возможность опасного производства водорода. Китай намерен в ближайшее время подключить демонстрационный реактор с гелиевым охлаждением к своей энергосистеме.

Перспективными могут оказаться модульные реакторы малой мощности, разрабатываемые в Национальной лаборатории Айдахо (США) и в Росатоме.

Инновационное ядерное топливо и производство небольших реакторов могут послужить возрождению атомной энергетики.

### **9. ДНК как хранилище данных (DNA Data Storage) (система хранения информации, адаптированная для обработки больших массивов информации).**

По данным компании облачного программного обеспечения Domo, Inc. (США), специализирующейся на инструментах бизнес-аналитики и визуализации данных, каждую минуту в 2018 г. Google проводил 3,88 млн поисковых запросов, люди смотрели 4,33 млн видео на YouTube, отправили 159 362 760 электронных писем, 473 000 твитов и опубликовали 49 000 фотографий в Instagram.

В 2020 г. примерно 1,7 мегабайта данных будет создаваться в секунду на глобальном уровне, что соответствует примерно 418 зетабайтам в течение одного года (418 млрд терабайт данных на жестком диске) при предположении численности населения мира в 7,8 млрд человек. Магнитных или оптических систем хранения данных, которые в настоящее время хранят этот объем информации, хватит примерно на 100 лет. Кроме того, для работы центров обработки данных требуется огромное количество энергии. То есть существует серьезная проблема с хранением данных.

ДНК может хранить огромные объемы данных при плотности, намного превышающей плотность электронных устройств. Например, простая бактерия *Escherichia coli* (*E. coli*) имеет плотность хранения около 1019 бит на кубический сантиметр, согласно расчетам, опубликованным в 2016 г. в *Nature Materials* Джорджем Черчем и его коллегами из Гарвардского университета.

При такой плотности всю годовую потребность нынешних мировых хранилищ можно было бы удовлетворить с помощью метрического куба ДНК.

Перспектива использования ДНК для хранения данных внедряется в практику. В 2017 г., например, группа ученых в Гарварде применила технологию редактирования ДНК CRISPR для записи изображений человеческой руки в геном кишечной палочки, которые были считаны с точностью более 90 %. А исследователи из Вашингтонского университета и Microsoft Research разработали полностью автоматизированную систему для записи, хранения и чтения данных, закодированных в ДНК. Ряд компаний, в том числе Microsoft и Twist Bioscience, работают над продвижением технологии хранения ДНК.

Последние достижения позволяют легко считывать миллиарды последовательностей ДНК. Используя эту возможность, исследователи могут использовать штрих-кодирование — использование последовательностей ДНК в качестве «меток» молекулярной идентификации — для отслеживания экспериментальных результатов.

Штрих-кодирование ДНК в настоящее время используется, чтобы значительно ускорить темпы исследований в таких областях, как химическая технология, материаловедение и нанотехнологии. Например, в Технологическом институте Джорджии выявляют более безопасные генные методы лечения, методы борьбы с лекарственной устойчивостью и предотвращения метастазирования рака.

Даже если ДНК не станет повсеместным материалом для хранения информации, такая система почти наверняка будет использоваться для генерации информации в совершенно новых масштабах и сохранения определенных типов данных в течение долгосрочного периода.

## **10. Системы для хранения возобновляемых источников энергии (Utility-Scale Storage of Renewable Energy).**

Пути получения электричества в мире быстро меняются. Это обусловлено возросшей потребностью декарбонизации энергетических систем и резким падением затрат на ветровые и солнечные технологии. За последнее десятилетие электроэнергия, вырабатываемая возобновляемыми источниками энергии в США, удвоилась в основном за счет использования ветряных и солнечных установок.

Но прерывистый характер этих источников предполагает, что коммунальным предприятиям нужен способ сохранения энергии, когда солнце не светит, а ветра нет.

Эта потребность вызывает растущий интерес к технологии накопления энергии, в частности к ионно-литиевым батареям.

Десятилетиями доминирующий крупномасштабный метод накопления энергии в США практиковался в виде гидроаккумуляции в резервуарах на разных высотах. Для накопления энергии вода закачивается в верхний резервуар; когда эта энергия необходима, вода попадает в нижний резервуар, протекающий через турбину по пути. По данным Министерства энергетики, на гидроаккумулирующие насосы в настоящее время приходится 95 % общего объема накопления энергии в США.

Но поскольку эффективность и надежность литий-ионных батарей улучшились, а стоимость их производства упала, то вырос спрос на их использование. Анализ Bloomberg New Energy Finance, проведенный в марте 2019 г., показал, что стоимость электроэнергии от таких батарей снизилась на 76 % с 2012 г., что позволяет им конкурировать с заводами, обычно работающими на природном газе, которые включаются во времена пикового потребления.

На сегодняшний день коммунальные службы в нескольких штатах США, включая Флориду и Калифорнию, используют литий-ионные батареи, которые будут работать в течение 2–4 ч.

Литий-ионные аккумуляторы, вероятно, будут доминирующей технологией на ближайшие 5–10 лет, по мнению экспертов, и продолжающиеся усовершенствования приведут к тому, что батареи смогут хранить энергию от 4 до 8 ч — достаточно долго, например, чтобы переключать выработку солнечной энергии на вечерний пик спроса.

Однако, чтобы возобновляемые источники энергии могли справиться с базовой нагрузкой, потребуется накопление энергии на более длительные периоды времени, что будет означать выход за пределы возможности литий-ионных батарей.

Необходимо будет использовать другие высокотехнологичные варианты:

- проточные батареи, которые перекачивают жидкие электролиты;
- водородные топливные элементы;
- гравитационные накопители.

Гидроэлектростанция накачки является дешевой в эксплуатации, но ее строительство требует больших затрат, она может использоваться только в определенной местности.

Столь же простой является концепция гравитационного хранения, которая подразумевает использование электричества для поднятия тяжелого блока, который впоследствии можно опустить, чтобы привести турбину в действие для выработки электроэнергии. Несколько компаний работают над такими проектами, но идея пока не воплощена в жизнь.

Другие варианты еще находятся в стадии разработки, чтобы сделать их достаточно надежными, эффективными и экономически выгодными в сравнении с литий-ионными батареями.

По данным ОВОС, к концу 2017 г. в США были развернуты всего три крупномасштабные системы хранения с проточной батареей, а водородные системы коммунального масштаба пока находятся в стадии демонстрации. Правительство США финансирует некоторую работу в этой области, в частности через Агентство перспективных исследовательских проектов «Энергетика» (ARPA-E), но значительная часть инвестиций в технологии хранения энергии осуществляется в Китае и Республике Корея.

## **Пять технологий, которые должны изменить наш мир в ближайшие 5 лет по версии IBM**

Научно-исследовательское подразделение IBM, IBM Research, ежегодно публикует доклад «5 in 5», в котором описывает пять технологий, которые должны изменить наш мир в ближайшие пять лет. В 2018 г. специалисты лабораторий компании выделили технологии, связанные с искусственным интеллектом, криптографией и квантовыми вычислениями.

Технологиями, которые были отмечены в 2018 г. IBM Research, стали:

- блокчейн и криптографические якоря;
- квантовые компьютеры;
- шифрование на криптографических решетках;
- непредвзятый искусственный интеллект.

Необходимо отметить, что «IBM 5 in 5» не говорил о том, что должны произойти какие-то кардинальные изменения. Кардинальные изменения требуют перемен в экономике, появления новых отраслей и общественных институтов. Обычно на это требуется больше времени, чем 5 лет. И, как правило, это свойственно лишь совсем прорывным технологиям, вроде двигателя внутреннего сгорания для XX в. или сотовой телефонии. В свою очередь, квантовые вычисления, кибербезопасность и блокчейн улучшат или изменят какие-то аспекты существующих отраслей или компаний, но не создадут кардинально новых сущностей.

В течение следующих 5 лет население Земли впервые превысит отметку в 8 млрд. Сегодня человечество в разных частях планеты имеет сложные цепочки поставок (производства) продуктов, обусловленные изменением климата, ограниченным водоснабжением и др.

В докладе «IBM 5 in 5» 2019 г. выделены следующие пять технологий, которые, по мнению специалистов IBM, должны изменить общество и бизнес в течение ближайших 5 лет.

**1. Цифровое сельское хозяйство:** по данным IBM, к концу столетия население Земли увеличится на 45 %, а обрабатываемые земли уменьшатся на 20 %.

**2. Блокчейн,** предотвращающий отходы. В течение пяти лет потери продуктов значительно сократятся, а продукция, которая попадает на стол к потребителю, будет более свежей, когда объ-



единятся усилия технологий и устройств Интернета вещей (IoT) и алгоритмов искусственного интеллекта (AI).

**3. Картирование микробиома:** миллионы микробов сосуществуют в цепочке поставок продуктов питания. Некоторые из них полезны для потребления человеком, а другие — нет.

**4. Датчики искусственного интеллекта, обнаруживающие патогенные микроорганизмы:** IBM считает, что в течение 5 лет мировые производители продуктов питания, а также миллиарды поваров смогут легко обнаруживать опасные загрязнители в своей пище.

**5. Радикальная переработка:** IBM прогнозирует, что в течение следующих пяти лет последуют радикальные достижения в борьбе с глобальными пластиковыми отходами.

Таким образом, начиная с 2019 г., исследователи IBM исследуют новые технологии и устройства и новые способы мышления, связанные с безопасностью пищевых продуктов.

## О докладе ВОИС «Технологические тренды 2019 г.: Искусственный интеллект»

В начале февраля 2019 г. Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС) был представлен доклад на тему «Технологические тренды 2019 г.: Искусственный интеллект», который является одним из первых обзоров, содержащих подробный и комплексный анализ областей и направлений применения систем искусственного интеллекта (ИИ).

Представленное в докладе описание таких областей основывается на заключениях 20 исследователей и сотрудников ключевых технических университетов мира, ведущих разработки в сфере ИИ, а также на основе анализа, проведенного Организацией патентных заявок, на изобретения, содержащие элементы ИИ.

В целом, как отмечается в обзоре, с даты введения в употребление в 1950-х гг. термина «искусственный интеллект» было зарегистрировано порядка таких 340 тыс. изобретений. При этом половина из них была зарегистрирована, начиная с 2013 г., что позволяет говорить в последнее время о т. н. «волне систем ИИ».

В докладе отмечается наиболее активная роль машинного обучения в применении систем ИИ. Передовым сектором внедрения данных систем выступает автомобилестроение и транспортировка (включая создание автоматизированных транспортных средств и соответствующей инфраструктуры). Системы ИИ также внедряются в областях телекоммуникаций и построения компьютерных сетей, при проектировании систем электронного правительства и картографии, в образовании, построении систем энергообеспечения, в биоинженерии, фармацевтике, сельском хозяйстве и т. д.

Лидерами по числу разрабатываемых инноваций являются американские компании IBM, Microsoft и Google, а также азиатские компании, расположенные в Японии, Китае и Корее (Toshiba, Hitachi, Fujitsu, Huawei, Samsung). Так, корпорация IBM подала более 8000 патентов, Microsoft — 5930 патентов. Из европейских компаний в первую двадцатку держателей патентов попал только немецкий концерн Siemens, а в тридцатке оказались немецкий Bosch, нидерландский Philips и финская компания Nokia.

Исследовательские компании подают, как правило, международные заявки на получение патента, что гарантирует защиту прав на изобретение в целых регионах, а не в отдельно взятом государстве.

Начиная с 1998 г., на рынок вышли порядка 430 компаний, специализирующихся на разработках систем ИИ, большая часть которых расположена в США. В настоящее время появление новых компаний и стартапов в области ИИ «культивируется» транснациональными компаниями для их последующего поглощения. Это приводит к тому, что средний срок жизни стартапов не превышает 3–5 лет, большинство из них специализируется на разработке программных алгоритмов для машинного обучения.

Трендом последних 5 лет является внедрение систем ИИ при производстве коммерческих продуктов и оказании услуг на конкретно взятом рынке. При этом если в 1980-е гг. наибольшее количество изобретений в сфере ИИ приходилось на долю Японии, то в последние годы акцент сместился в пользу США и Китая. В том числе с учетом коммерческого применения разработок в об-

ласти ИИ в последнее время в азиатских странах и США прочно закрепился термин «экономика, основанная на знаниях».

Согласно докладу ВОИС, университетами стран ЕС, Китая и США публикуется подавляющее большинство научных работ, посвященных тематике ИИ. Данные выводы схожи с итогами исследования сетевого издания AI Index, которое порядка 10 лет анализирует тенденции в сфере развития ИИ. В частности, согласно отчету AI Index за 2018 г., лидерами по числу публикаций являются Евросоюз (более 17 000 публикаций за 2018 г.), Китай (около 15 000 публикаций) и США (около 10 000 публикаций).

Доклад содержит главу, посвященную социальным последствиям от внедрения и применения систем ИИ, включая их использование в области занятости населения, доступности личной информации по каждому человеку, изменения образовательных программ в сторону доминирования технических дисциплин. Отсутствует консенсус мнений относительно исключительно положительной роли ИИ в жизни общества. Каждая из ее составляющих требует отдельного рассмотрения. Вместе с тем специалисты сходятся во мнении, что ИИ приведет человечество в новое технологическое измерение и данный процесс будет нарастать с увеличением бюджетных ассигнований стран на развитие ИИ.

В докладе отражено видение экспертов о применении систем ИИ в сфере интеллектуальной собственности. Отмечается, в частности, что количество патентов на изобретения с применением ИИ будет постоянно увеличиваться. Такие изобретения будут использоваться во всех ключевых областях повседневной жизни в целях извлечения коммерческой прибыли. Основными заявителями будут выступать крупные компании. Исследовательские же институты, специализирующиеся на вопросах ИИ, займут ниши удаленного обучения и разработки систем умных городов. В последующее десятилетие внедрение систем машинного обучения будет доминирующим направлением применения ИИ при постоянно возрастающем массиве обрабатываемых данных. Важным вопросом ближайшего будущего станет обеспечение взаимосвязи систем и платформ на базе ИИ, которые были разработаны в разных регионах мира.

В докладе отмечается, что внедрение систем ИИ может в определенной степени повлиять на институт правообладателя на объекты интеллектуальной собственности. В частности, возрастет актуальность вопросов об отнесении хранимой в базах данных информации к личной и обеспечение ее защиты, а также о классификации систем ИИ и их патентной охране.

Показательна информация Генерального директора ВОИС о том, что порядка 20 % совокупных расходов ВОИС идет на финансирование ИКТ-систем, включая проекты ИИ. ВОИС планирует модернизировать платформы для подачи электронных заявок в рамках РСТ, Гагской и Мадридской систем. Развивать свои электронные базы знаний будет Центр ВОИС по арбитражу и посредничеству.

Необходимо отметить, что Беларусь и страны ЕАЭС в докладе ВОИС не упоминаются. Представляется, что отчасти это обусловлено отсутствием статистических данных по нашему региону, в т. ч. в части защиты прав на объекты интеллектуальной собственности. Отдельные исследования, проводимые самими компаниями (например, Microsoft) наоборот показывают активное внедрение в России и Казахстане систем с использованием ИИ. Отдельные резиденты Парка высоких технологий Беларуси участвуют в разработке систем машинного обучения в рамках проектов аутсорсингового программирования для компаний США и Европы. Ввиду того, что права на указанные объекты не принадлежат данным резидентам, белорусские компании также не упоминаются в докладе.

## **Технологические прогнозы для нашего мира на 2050 г.**

Изменения в жизни людей происходят очень быстро, иногда довольно сложно предсказать даже завтрашний день, но некоторые исследователи пытаются заглянуть дальше.

Собраны различные предсказания футурологов и экспертов из разных стран для временных интервалов 2030-х, 2040-х и 2050-х гг., которые размещены на сайте <https://2050.earth/predictions/the-era-of-an-emerging-post-heterosexist-society>. Сайт представляет собой интерактивный глобус: можно выбрать город на глобусе и посмотреть, как эксперты видят будущее этого города и людей в нем. Иногда это касается только конкретного города, иногда — целой страны, а иногда и всего мира.



Некоторые известные высокотехнологичные компании привлекают к своим исследованиям влиятельных футурологов. Так, ведущего мирового футуриста Рэя Курцвейла, предсказания которого сбываются примерно в 86 % случаев, Google нанял для определения концентраций усилий по искусственному интеллекту. Искусственный интеллект занимает центральное место в изменениях жизни человечества и предлагает широкие возможности для ее улучшения.

Комбинируя знания о сегодняшнем дне с ожидаемыми достижениями, различные эксперты делают следующие предположения о технологиях, которые изменят жизнь человека к 2050 г.

### **Роботы.**

В 2050 г. роботы будут конкурировать с людьми: компьютеры, составляющие их искусственные «мозги», будут выполнять 100 000 млрд команд в секунду. Человечество достигнет первоначальной цели робототехники, о которой так много говорится в фантастических романах: роботы будут двигаться автономно и обладать интеллектуальными способностями человека.

Есть также опасения, что роботы могут заменить людей, работающих в сфере здравоохранения.

### **Наноботы.**

К 2050 г. будут созданы наноботы, которые соединят мозг человека непосредственно с облачными технологиями, что позволит человеку полностью погрузиться в виртуальную реальность изнутри нервной системы. Можно будет забыть о проблемах с памятью, проблемах с доказательствами и т. д.

*Справочно.* Нанобот (наноробот) — программно управляемое наноразмерное устройство, созданное посредством молекулярной технологии и обладающее достаточной автономностью. Эти гипотетические устройства размером в единицы и десятки нанометров могут самостоятельно манипулировать отдельными атомами. Переставляя их, они способны самовоспроизводиться, создавать из произвольного материала (земли, воды) любые предметы, причем изменениям могут подвергаться практически любые — как органические, так и неорганические вещества. В конечном итоге нанороботы посредством манипуляций с молекулами смогут создать любой предмет или существо.

### **Протезирование (имплантация).**

Технология для имплантируемых устройств в форме чипа находится в стадии разработки и, как ожидается, будет доступна в 2050 г. Мобильные телефоны смогут быть имплантированы в организм человека. Уже в настоящее время имеются действующие примеры использования сложных протезов: существует протез руки с личным дроном и встроенным фонариком. Протезы будут продолжать развиваться до такой степени, что люди примут слияние технологии и тела. Кроме того, люди смогут делать кибернетические имплантаты на ногах, чтобы сделать их сильнее.

### **Экзоскелеты.**

Будут активно использоваться экзоскелеты, облегчающие подъем тяжелых грузов, облегчающие ходьбу и бег и др.

### **IoT («Интернет вещей»).**

IoT будет использоваться во всех электронных компонентах, используемых для разработки новых продуктов. К 2050 г. все должно быть подключено к облаку и Интернету.

### **Космический туризм.**

Согласно Business Insider, к 2050 г. станет возможным космический туризм. Очень богатые люди смогут отправиться на Марс и открыть для себя эту планету.

### **Автомобили с автоматическим управлением.**

Согласно отчету Стэнфордского университета, несмотря на несчастные случаи с участием беспилотных автомобилей, эта область ИИ могла бы значительно сократить количество смертей и травм на дорогах. Автомобиль сделает вождение более безопасным благодаря автоматизированному вождению.

### **Получение энергии из растений.**

Человек сможет зарядить свой смартфон с помощью энергии, полученной из растения. Леса могут стать энергетическими станциями будущего. Уже сейчас это становится возможным: например, Bioo — компания, работающая в сфере чистых технологий, способная вырабатывать электроэнергию из фотосинтеза растений.

### **Тепловая энергия океана.**

Тепловая энергия океана является в значительной степени неиспользованным ресурсом и одним из крупнейших в мире источников возобновляемой энергии. Например, прямо сейчас Bluerise работает над созданием энергетического прорыва, генерируя электроэнергию коммунального масштаба посредством преобразования тепловой энергии океана. Данный ресурс будет играть решающую роль в будущем энергетическом балансе, являясь одним из очень немногих постоянных источников энергии, доступных круглые сутки.

Таким образом, анализ информации о деятельности мировых высокотехнологичных компаний и информации аналитических центров позволяет выделить те направления, которые развиваются в настоящее время и имеют перспективу в среднесрочном (до 2025 г.) периоде.

#### 1. Информационно-коммуникационные технологии, включающие:

- создание искусственного интеллекта;
- создание операционных систем;
- создание поисковых систем в Интернете;
- создание облачных технологий;
- создание программного обеспечения автоматической системы управления домом;
- создание и производство «умной» таблетки;
- создание программного обеспечения управления автономным транспортом.

#### 2. Производство транспортных средств, включающее:

- совершенствование автомобилей серийного производства;
- создание и производство гибридных приводов для автотранспорта;
- повышение безопасности выпускаемых автомобилей;
- производство электромобилей;
- производство автономного транспорта;
- производство деталей для автотранспорта из композитных материалов на основе углеволокна.

#### 3. Производство фармакологических средств для лечения, диагностики и профилактики болезней, в том числе:

- препаратов для лечения людей с гематологическими, невралгическими и аутоиммунными болезнями;
- развитие биотехнологий;
- разработка и создание косметических и санитарно-гигиенических средств.

#### 4. Оказание современных телекоммуникационных услуг:

- широкополосного доступа в Интернет, телефонии и телевидения.

#### 5. Развитие ресурсо- и энергосберегающих технологий:

- способствующих снижению потребления электроэнергии и воды;
- внедрение альтернативных источников энергии.

#### 6. Медтехника:

- разработка и производство контактных линз для коррекции зрения;
- разработка и создание различного оборудования для оснащения отечественных лечебных учреждений и продвижения на внешний рынок.

#### 7. Развитие нефтехимии:

- разработка и производство различных видов химикатов для использования в широчайшем круге областей;
- производство каучука, пластмасс и продуктов для сельхозпредприятий;
- производство компонентов для фармацевтики, строительства;
- углубленная переработка нефти и природного газа.

8. Производство электроники и электротехники, светотехники, телекоммуникаций для энергетики, транспорта и других сфер промышленности.

Технологические прогнозы экспертов из различных стран мира предполагают наличие следующих технологий (в основном, с использованием ИИ), которые изменят жизнь человека к 2050 г.:

- роботы и наноботы;
- имплантанты и экзоскелеты;
- интернет вещей;
- космический туризм;
- автомобили с автоматическим управлением (беспилотные);
- энергия из растений;
- тепловая энергия океана.

## **Концептуальные основы методологии Комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г.**

**Методология комплексного прогнозирования научно-технического прогресса** для Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г., одобрена решением Коллегии ГКНТ (протокол от 6 июля 2018 г. № 5) и на заседании межведомственной рабочей группы по разработке Комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь (приказ ГКНТ от 29.04.2017 № 135 «О создании межведомственной рабочей группы»), включающей представителей Минэкономики, Минпрома, Минсельхозпрода, Минтранса, НАН Беларуси и других заинтересованных.

Методология прошла верификацию экспертами международных форсайт-структур и Европейской экономической комиссией ООН (8 ноября 2018 г., г. Минск).

**КП НТП** — это научно обоснованное представление о возможных вариантах научно-технологического развития Республики Беларусь в среднесрочном и долгосрочном периоде в контексте мирового научно-технологического развития. КП НТП служит основой для определения приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь, перспективных прорывных технологий, продуктовых групп и инновационных продуктов.

**Цель** разработки КП НТП — обеспечение повышения эффективности планирования развития экономики государства.

**Объекты** прогнозирования — перспективные инновационные технологии, продуктовые группы, товары или услуги.

**Задачи** КП НТП:

- анализ тенденций мирового научно-технологического развития;
- оценка текущего состояния научно-технологической сферы в Республике Беларусь;
- сопоставление мировых тенденций и уровней развития научно-технологической сферы Республики Беларусь в различных отраслях экономики.

В зависимости от продолжительности периода прогнозирования КП НТП подразделяется на среднесрочный и долгосрочный.

Среднесрочный КП НТП (на 5-летний период) разрабатывается в разрезе отраслей экономики Республики Беларусь, а для каждой из отраслей — в разрезе перечня перспективных направлений научно-технологического развития.

Для составления КП НТП выбраны 14 важнейших отраслей экономики, развитие которых в значительной степени определяют основные экономические тенденции и в которых производств около 70 % валового внутреннего продукта в Республике Беларусь.

Структура среднесрочного КП НТП для Республики Беларусь представлена на рис. 1.

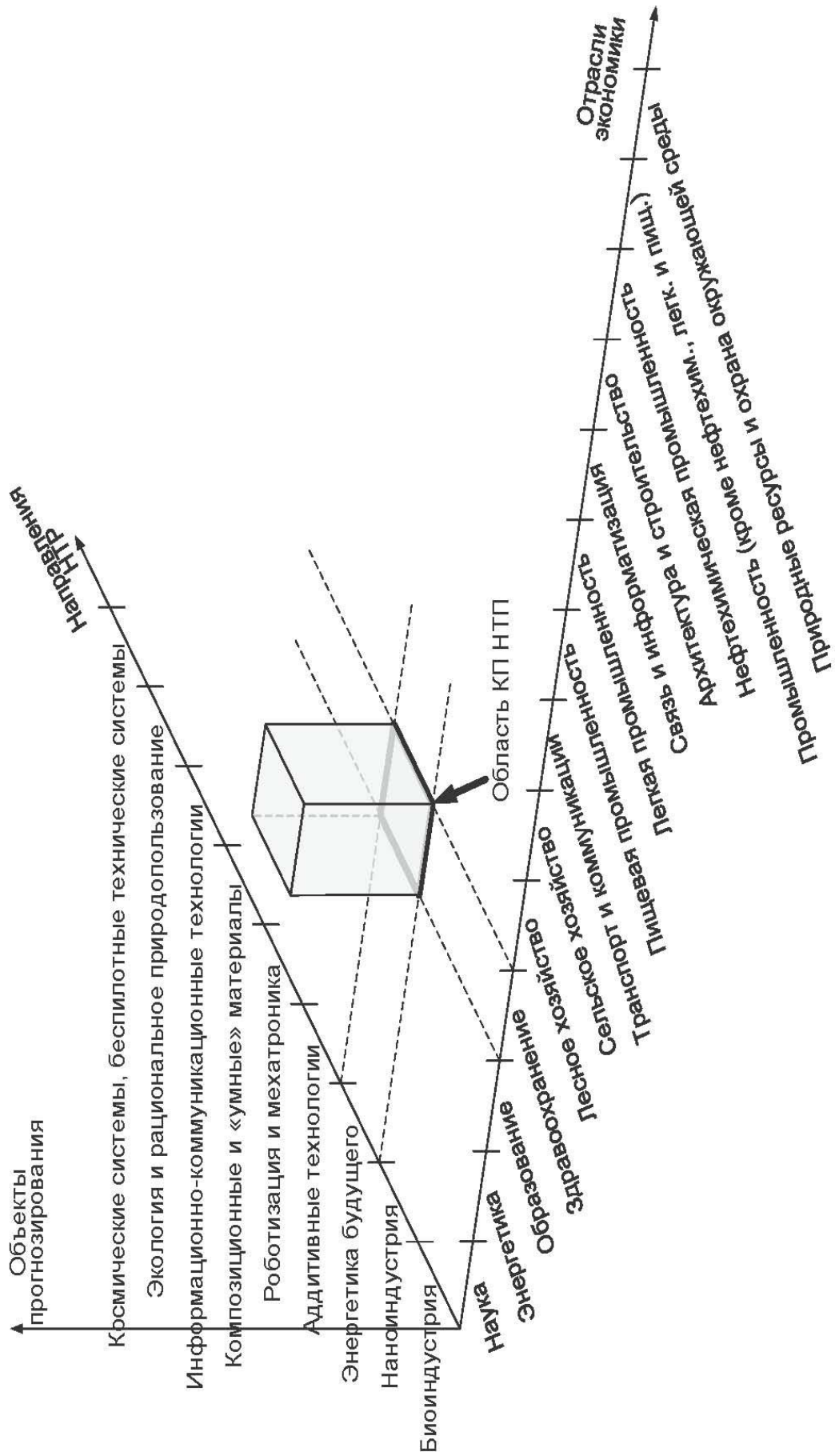


Рис. 1. Структура среднесрочного КТП НТП для Республики Беларусь

Пересечение перспективного направления научно-технологического развития с отраслью экономики представляет собой область КП НТП. Внутри области КП НТП выделяются конкретные объекты прогнозирования: перспективные инновационные технологии, продуктовые группы, товары или услуги.

Перечень перспективных направлений научно-технологического развития формируется с учетом мировых тенденций и положений Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040».

Среднесрочный КП НТП рекомендуется использовать для определения приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь, а также перспективных инновационных технологий, продуктовых групп, товаров или услуг.

Долгосрочный КП НТП (на 10-летний и более период) разрабатывается в разрезе отраслей экономики Республики Беларусь, а для каждой из отраслей — в разрезе перечня перспективных направлений научно-технологического развития и является дополнением среднесрочного КП НТП на соответствующий период. Долгосрочный КП НТП может использоваться для определения стратегических направлений развития экономики государства.

Этапы выполнения КП НТП представлены на рис. 2.

Все объекты прогнозирования делятся на товары, услуги, технологии.

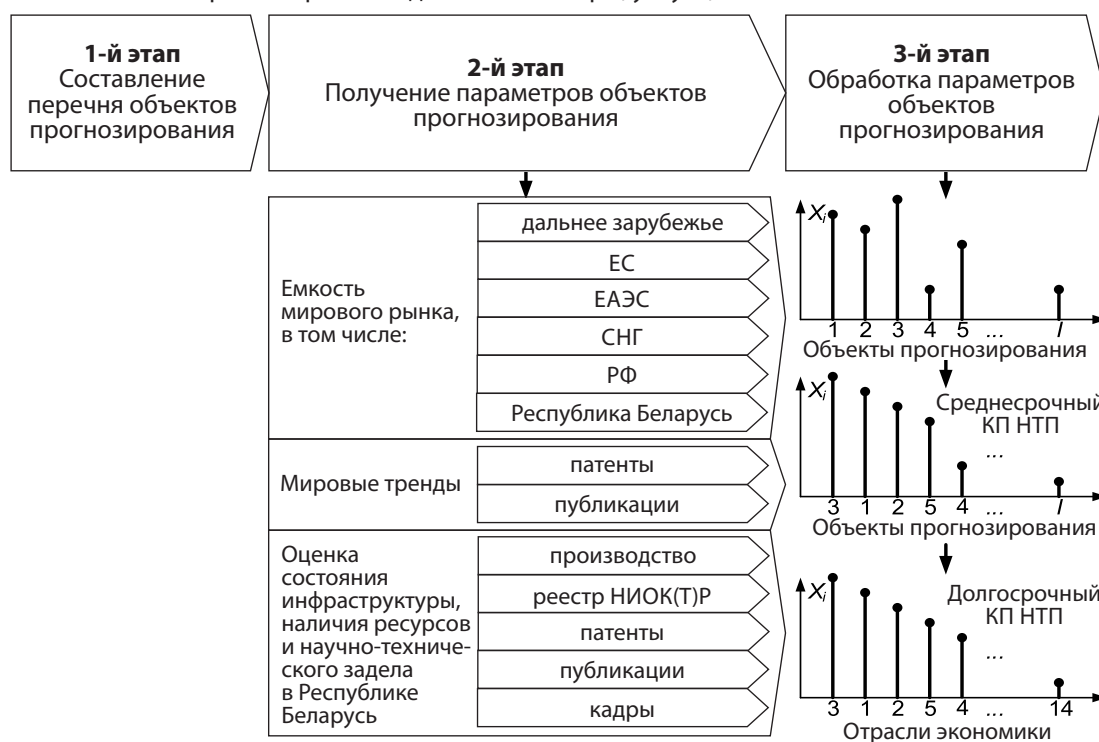


Рис. 2. Этапы выполнения КП НТП

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ТОВАРОВ И УСЛУГ

## 1.1. Перспективные технологии, товары и услуги на 2021–2025 гг.

### АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показывают, что наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития в архитектуре и строительстве Республики Беларусь являются композиционные и «умные» материалы.

Наиболее перспективными для реализации в Республике Беларусь являются следующие продуктовые группы и технологии с наибольшей степенью готовности производства (1-я категория):

- модифицированный керамзитопенобетон повышенной прочности с высокими теплоизоляционными свойствами и конструкции наружных ограждений зданий на его основе;
- регенерация жилой застройки в средних и малых городах;
- пеностекло.

Выпуск таких товаров и развитие технологий возможны при пессимистическом варианте развития экономики отрасли.

При сбалансированном варианте развития отрасли перечень товаров для освоения может быть дополнен товарами и технологиями 2-й категории, для производства которых необходимы дополнительные ресурсы (для организации производства или подготовки кадров).

Таким объектом для отрасли являются облегченные стеновые панели на стальном каркасе с эффективным утеплителем, по которым имеется экспериментальный образец. Следовательно, необходима оценка возможности организации производства таких материалов и при пессимистическом варианте развития экономики отрасли.

При оптимистическом варианте развития экономики отрасли возможна организация выпуска товаров и развитие технологий с наименьшей степенью готовности производства (требующих значительных вложений в организацию производства и/или подготовку кадров — 3-я категория):

- стеновые блоки с гибкими связями;
- стеклофибробетон;
- архитектура, притягивающая туристические потоки.

При планировании освоения и реализации перспективных инновационных технологий, продуктовых групп или товаров по каждой из категорий, целесообразно, в первую очередь, выбирать позиции с более высоким рейтингом и с более высокой экономической эффективностью реализации.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Полученные в ходе прогнозирования результаты позволили определить, что наиболее перспективными направлениями НТР в отрасли «Здравоохранение» являются информационно-коммуникационные технологии, биоиндустрия и роботизация и мехатроника.

При пессимистическом развитии экономики отрасли наиболее целесообразно первоочередное развитие технологий и организация выпуска продуктов с наибольшей степенью готовности к производству (1-я категория):

- технологии диагностики, лечения и профилактики социально значимых заболеваний;
- новые профилактические технологии, связанные с формированием здоровья при рождении, сохранением его качества в период развития и старения, после перенесенных болезней и травм;
- технологии выхаживания детей с инвалидизирующими и жизнеугрожающими заболеваниями, родившихся с очень низкой массой тела.

При сбалансированном сценарии развития отрасли указанный выше перечень технологий может быть дополнен такими товарами и технологиями, как:

- синтез ПЦР-праймеров и оборудование для ПЦР-исследований в режиме реального времени;
- технологии направленного действия комбинированного фотомагнитного излучения в комплексе интенсивной терапии ряда заболеваний и состояний.

Данные направления относятся к 2-й категории, их развитие требует дополнительных ресурсов для организации производства и/или подготовки кадров.

При оптимистическом варианте развития отрасли перечень технологий, услуг может быть дополнен технологиями 3-й категории. Для них необходим более полный анализ целесообразности производства в Республике Беларусь. При этом необходимо учитывать рейтинг и экономическую эффективность внедрения. Такими товарами и технологиями являются:

- установка по переработке твердых коммунальных и медицинских отходов;
- устройства и технологии для лечения злокачественных новообразований;
- диагностические тест-системы и методы антимикробной терапии инфекций;
- аппаратура для синтеза искусственных олигонуклеотидов и генов и технологии получения генноинженерных медицинских, ветеринарных, сельскохозяйственных и биологических продуктов с высоким экспортным потенциалом.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.



## ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

На основании проведенного в рамках КП НТП исследования можно сделать вывод, что наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития в легкой промышленности являются композиционные и «умные» материалы, nanoиндустрия, экология и рациональное природопользование.

Наиболее перспективными для внедрения в производство в республике являются:

- новые виды технического текстиля и нетканых материалов для использования в сельском хозяйстве и мелиорации;
- изделия из синтетических нитей и волокон с повышенными гигиеническими свойствами;
- технология производства текстильных изделий, изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения из короткого льна.

Перечисленные выше товарные группы и технологии относятся к 1-й категории, обладают наибольшей готовностью к производству, и их внедрение возможно в случае пессимистического варианта развития экономики отрасли.

При сбалансированном варианте развития перечень товаров можно дополнить товарами 2-й категории, для производства и внедрения которых необходимы дополнительные ресурсы для развития промышленной базы и/или подготовки кадров:

- бесхромовые методы дубления кожи;
- текстильные полотна и изделия с улучшенными свойствами (теплозащитными, антистатическими и/или экранирующими и др.);
- материалы и изделия медицинского или косметологического назначения из нановолокнистых материалов или с нановолокнистыми покрытиями;
- целлюлоза из отходов переработки льна.

В случае оптимистического варианта развития отрасли приведенный выше перечень можно дополнить технологиями или услугами 3-й категории.

Такой технологией является технология вторичного использования и утилизации текстильных отходов легкой промышленности. Развитие данной технологии позволит решить ряд экологических проблем, но потребует дополнительных средств для подготовки производства и кадров.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показывают, что наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития в лесном хозяйстве являются информационно-коммуникационные технологии, космические системы, беспилотные технические системы, биоиндустрия, композиционные и «умные» материалы, экология и рациональное природопользование.

Наиболее перспективными для реализации в Республике Беларусь являются следующие технологии:

- промышленное клонирование и адаптация быстрорастущих растений;
- технология переработки древесины для получения различных биологически активных веществ и продуктов (по мнению органов государственного управления данный объект следует разрабатывать при оптимистическом сценарии развития экономики отрасли как требующий больших финансовых затрат на его реализацию);
- технология многоуровневого мониторинга лесов, в том числе с использованием беспилотных авиационных комплексов, для оценки состояния леса и предотвращения последствий чрезвычайных ситуаций;
- целевые лесные плантации из древесных видов с высокодекоративной древесиной.

Все вышеперечисленные технологии обладают наибольшей готовностью к производству (1-я категория), и реализация их в первую очередь целесообразна при пессимистическом сценарии развития экономики отрасли.

Рейтинг может служить ориентиром для определения приоритетности организации производства товара, продуктовой группы или внедрения технологии.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли к данному перечню можно добавить товары и технологии, относящиеся к 2-й категории:

- виброплита для уплотнения лесохозяйственных дорог;
- технология комплексной обработки материалов съемки, получаемых с беспилотных летательных аппаратов;
- единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (по мнению органов государственного управления, данный объект может быть реализован при пессимистическом варианте развития экономики отрасли, как имеющий значительный задел в его создании).

Данные товары и технологии требуют дополнительных затрат для организации производства и/или подготовки кадров.

Оптимистический сценарий развития экономики отрасли предполагает наличие финансовых ресурсов для выпуска товаров и разработки технологий, относящихся к 3-й категории:

- технологии программно-конфигурируемых сетей;
- технология производства конструктивных деталей для деревянного домостроения;
- технология формирования высокопродуктивных лесных насаждений основных лесообразующих пород Республики Беларусь;
- приспособления и механизмы для механизации трудоемких процессов в лесной отрасли.

Организацию выпуска товаров и развитие технологий, относящихся к третьей категории, необходимо оценивать по каждой позиции отдельно. При возможности оперативной подготовки производства и подготовки (переподготовки) кадров выпуск товаров третьей категории с высоким рейтингом и высоким экспортным потенциалом целесообразно организовать даже при сбалансированном сценарии развития экономики отрасли.

Для всех трех категорий технологий, продуктовых групп или товаров целесообразно выбирать позиции с более высоким рейтингом и более высокой экономической эффективностью реализации.

Дополнительно в соответствии с предложениями органов государственного управления в качестве перспективной может быть рассмотрена технология проведения рубок леса, обеспечивающих сохранение биологического разнообразия.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## НАУКА

Результаты, полученные в ходе разработки КП НТП, показали, что в области науки развиваются все направления НТР. Однако наиболее рейтинговыми с относительно близкими значениями суммы индекса перспективности являются энергетика будущего, информационно-коммуникационные технологии и наноиндустрия.

По степени готовности к производству в Республике Беларусь объекты прогнозирования были разделены на три категории.

При пессимистическом развитии экономики отрасли наиболее целесообразно первоочередное развитие объектов с наибольшей степенью готовности к производству (1-я категория).

В области науки это:

- технологии возобновляемой энергетики;
- интерактивные учебно-методические комплексы, в том числе с элементами дополненной реальности;
- магнитные нанопорошки для медицинских применений;
- искусственный интеллект и нейронные сети;
- композиционные и «умные» материалы.

Рейтинг может служить ориентиром для определения приоритетности организации производства товара, продуктовой группы или развития технологии.

В случае сбалансированного варианта развития экономики отрасли особого внимания заслуживают товары и технологии с высоким рейтингом, но относящиеся ко 2-й категории, то есть требующие дополнительных финансов (для организации производства или подготовки кадров), например, Интернет-вещей (рейтинг 3). Также интерес представляют следующие объекты второй категории, для реализации которых необходима подготовка кадров:

- GRID-системы для распределенного решения сложных задач;
- энергоинформационные системы для использования в сфере строительства и архитектуры;
- аддитивные технологии создания объектов из композиционных и конструкционных материалов с заданным пространственным распределением физико-химических свойств.

Организацию выпуска товаров, продуктовых групп и развитие технологий, относящихся ко второй категории, необходимо оценивать по каждой позиции отдельно, в зависимости от степени готовности производства и наличия кадров. При возможности оперативной подготовки производства и подготовки (переподготовки) кадров выпуск товаров второй категории с высоким рейтингом и высоким экспортным потенциалом целесообразно организовать даже при пессимистическом сценарии развития экономики отрасли.

При оптимистическом варианте развития экономики отрасли возможен выпуск товаров и разработка технологий, относящихся к 3-й категории, то есть требующих наибольших дополнительных средств для организации серийного производства:

- технологии рационального природопользования;
- современные элементы микроэлектроники;
- гибридные биосовместимые наноструктуры для применения в медицине и фармакологии.

Товары третьей группы могут иметь высокий экспортный потенциал, поэтому необходимо проводить всестороннюю оценку возможности выпуска таких товаров даже при сбалансированном варианте развития отрасли.

Товары и технологии 3-й категории часто требуют проведения полного цикла научно-исследовательских работ и затрат на подготовку кадров. При принятии решения по таким объектам необходима оценка возможности и целесообразности их разработки в республике, вхождения в кооперацию по таким проектам или закупки технологий в других странах.

Для всех трех категорий технологий, продуктовых групп или товаров целесообразно выбирать позиции с более высоким рейтингом и с более высокой экономической эффективностью реализации.

В соответствии с предложениями органов государственного управления перспективным может быть формирование рынка экосистемных услуг.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## НЕФТЕХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показывают, что наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития в нефтехимической промышленности являются композиционные и «умные» материалы, наноиндустрия, энергетика будущего.

Наиболее перспективными для реализации в Республике Беларусь являются следующие продуктовые группы и технологии:

- новые ассортименты термостабильных, высокопрочных композиционных материалов;
- технология производства полиэфирных и полиамидных волокон и нитей, модифицированных наночастицами различной природы.
- технология производства терефталевой кислоты
- высокоэффективные реагенты и присадки для очистки труб.

Указанные продуктовые группы и технологии относятся к категории с наибольшей степенью готовности к производству (1-я категория) и имеют высокий рейтинг согласно индексу перспективности.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли могут быть добавлены технологии 2-й категории:

- технология переработки остаточного продукта гидрокрекинга H-Oil;
- реновация и перепрофилирование трубопроводов с использованием инновационных технологий.

Разработка данных технологий потребует дополнительных финансовых ресурсов для организации производства и/или подготовки кадров.

При оптимистическом варианте развития экономики отрасли можно добавить услугу вовлечения в хозяйственный оборот земель охранных зон коммуникаций. Предлагаемая услуга требует широкого обсуждения, т. к. может повлечь внесение изменений в нормативную документацию.

Для принятия решения о практическом применении предложенных технологий необходима глубокая проработка проектов, включающая маркетинговые исследования рынков сбыта продукции, расчет экономической эффективности от использования технологии, определение технических и финансовых возможностей организации.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## ОБРАЗОВАНИЕ

В соответствии с результатами, полученными в ходе разработки КП НТП, и с учетом предложений Министерства образования Республики Беларусь наиболее перспективными направлениями научно-технологического развития системы образования являются: ориентация содержания образования на формирование универсальных компетенций в сочетании с персонализацией образовательного процесса, оптимизация содержания образования в соответствии с перспективными требованиями рынка труда и уровнем развития науки и технологий, проектирование перспективных специальностей (квалификаций) и открытие подготовки по ним, междисциплинарная подготовка специалистов, цифровая трансформация процессов в системе образования, организация обучения на протяжении всей жизни.

При пессимистическом сценарии развития экономической составляющей отрасли наиболее перспективными для реализации являются технологии, товары и услуги с наибольшей степенью готовности к их массовому внедрению, производству или предоставлению (1-я категория):

- образовательные технологии, позволяющие осуществлять подготовку обучающихся к жизни в цифровом обществе;
- сетевые образовательные технологии;
- технологии и средства дистанционного обучения;
- технологии виртуальной и дополненной реальности;
- технологии, ориентирующие содержание образования на формирование универсальных компетенций;
- мобильные и онлайн-курсы со смешанным учебным планом и проектно-ориентированным обучением;
- информационный образовательный материал, представленный в электронном виде;
- образовательные онлайн-платформы с контентом, постоянно актуализируемым педагогическим персоналом;
- цифровые пользовательские устройства, предназначенные для применения в учреждениях образования в образовательных целях;
- средства автоматизации управления образовательным процессом учреждений образования.

При сбалансированном сценарии развития экономической составляющей системы образования, дополнительно к вышеуказанным, целесообразна реализация технологий, обладающих высоким рейтингом (2-я категория):

- смешанные технологии обучения (индивидуальное, дистанционное «инверсное» и другое обучение);
- технологии, сочетающие освоение обучающимися образовательных программ с созданием ими объектов интеллектуальной собственности;
- геймификация образовательного процесса;
- облачные технологии;
- технологии блокчейн;
- технологии трансформируемого рабочего пространства педагога и обучаемого («умные» доски (SMARTboards), «умные» парты (SMARTdesks) и др.);
- технологии проектирования перспективных специальностей (квалификаций) и открытия подготовки по ним;
- технологии смешанной реальности;
- технологии, связанные с организацией обучения на протяжении всей жизни.

Для развития данных технологий потребуются ресурсы для доведения теоретических разработок и пилотных проектов до массового распространения в учреждениях образования и органах управления образованием.

При оптимистическом сценарии возможна реализация технологий, товаров и услуг всех категорий, включая 3-ю категорию:

- технологии персонализации образовательного процесса;

- технологии искусственного интеллекта;
- внедрение дуальной формы образования;
- создание интегрированных научно-образовательных учреждений для междисциплинарной подготовки специалистов;
- технологии «Умное учреждение образования» на базе Интернета вещей.

Для всех трех категорий технологий, товаров и услуг целесообразно выбирать позиции с более высоким рейтингом и с более высокой экономической эффективностью реализации.

Кроме того, необходимо придерживаться единых подходов по их применению в системе образования для упреждения нарастания угроз в масштабах республики за счет бесконтрольно реализуемых инициатив и проведения преобразований без должной оценки их последствий.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития национальной системы образования и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования ее экономической составляющей на среднесрочную перспективу.

## ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

По результатам разработки КПНТП перспективными направлениями научно-технологического развития в пищевой промышленности являются биоиндустрия, композиционные и «умные» материалы, наноиндустрия.

Наиболее перспективными для реализации в Республике Беларусь являются следующие технологии, относящиеся к 1-й категории:

- инновационные упаковочные материалы, активно защищающие продукты питания от порчи;
- пищевые продукты с заданными свойствами с использованием биологически активных веществ (БАВ) и их комплексов;
- продукты и технологии производства пищевых добавок и БАВ на основе местных видов экологического сырья;
- экспрессные методы микробиологического контроля пищевого сырья и продуктов, а также элементов производственной среды.

Данные товары и продуктовые группы могут выпускаться при пессимистическом развитии экономики отрасли, т. к. обладают наибольшей степенью готовности производства.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли среди наиболее важных направлений 2-й категории следует выделить такие технологии:

- технологии решения экологических проблем на пищевых предприятиях;
- технологии лечебного сбалансированного питания.

Для развития данных технологий необходимо задействовать дополнительные ресурсы (для организации производства и/или подготовки кадров).

При оптимистическом варианте развития отрасли выпуск товаров может быть дополнен товарами 3-й категории:

- научные рекомендации по персонализированному питанию;
- растительные аналоги молока;
- технология контроля качества и безопасности пищевой продукции.

Товары третьей группы могут иметь высокий экспортный потенциал, поэтому необходимо проводить всестороннюю оценку возможности выпуска таких товаров даже при сбалансированном варианте развития отрасли.

Для всех технологий, продуктовых групп или товаров целесообразно выбирать позиции с более высоким рейтингом и более высокой экономической эффективностью реализации в рамках каждой категории.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.



## ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показали, что основными направлениями НТР в области природных ресурсов и охраны окружающей среды являются экология и рациональное природопользование.

В случае пессимистического сценария развития экономики отрасли наиболее перспективными для Республики Беларусь являются следующие товары и технологии с высоким рейтингом и наибольшей степенью готовности к производству (1-я категория):

- технологии предварительной концентрации полезного компонента для повышения эффективности добычи и переработки минерального сырья;
- технологии и материалы для очистки природных и сточных вод;
- технология производства фосфорных удобрений с извлечением фосфора из возвратных потоков иловой воды после обезвоживания осадка.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли перечень товаров и технологий может быть дополнен товарами и технологиями 2-й категории, реализация которых требует дополнительных средств для организации производства и/или подготовки кадров:

- технологии для добычи нетрадиционных видов углеводородов;
- оборудование для создания биогазовых установок;
- система мониторинга окружающей среды с использованием автоматизированных и дистанционных средств.

При оптимистическом варианте развития экономики отрасли дополнительно возможны выпуск товаров и разработка технологий с наименьшей степенью готовности к производству, требующих вложения наибольших средств (3-я категория):

- новые виды живых организмов, которые могут иметь практическую значимость;
- технология поддержания оптимальной йодной обеспеченности организма у детей школьного возраста;
- технологии получения, обработки и интерпретации геологических данных для поисков и разведки новых месторождений полезных ископаемых.

Товары и технологии, относящиеся к 3-й категории, необходимо оценивать с точки зрения возможности и целесообразности их развития полностью в нашей стране, вхождение в кооперацию или заимствование готовых технологий в других странах.

Для всех трех категорий технологий, продуктовых групп или товаров целесообразно выбирать позиции с более высоким рейтингом и более высокой экономической эффективностью реализации.

Органами государственного управления по данной отрасли:

- в качестве перспективных предложены технологии экологической реабилитации (восстановления) нарушенных экологических систем;
- отмечена необходимость обратить внимание на принципы циркулярной экономики (экономики замкнутого цикла), призванной изменить классическую линейную модель производства, концентрируясь на продуктах и услугах, которые минимизируют отходы и другие виды загрязнений;
- рекомендовано объект прогнозирования «Технология поддержания оптимальной йодной обеспеченности организма у детей школьного возраста» отнести к отрасли «Здравоохранение».

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## **ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, КРОМЕ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ, ЛЕГКОЙ, ПИЩЕВОЙ**

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показывают, что наиболее перспективны направления научно-технологического развития в промышленности, кроме нефтехимической, легкой, пищевой являются информационно-коммуникационные технологии, роботизация и мехатроника, наноиндустрия.

Наиболее перспективными для реализации в Республике Беларусь являются следующие товары:

- энергонасыщенные тракторы мощностью более 450 л. с. (рейтинг 2);
- тракторная и автомобильная электроника (рейтинг 4);
- линейка дизельных двигателей с различными мощностями (от 8 до 800 л. с.) и связанные с их производством технологии (рейтинги от 3 до 19);
- прецизионное оборудование для микроэлектроники и микросхемотехники (рейтинг 6) и др.

Все вышеперечисленные товары и технологии обладают наибольшей готовностью к производству (1-я категория) и реализация их в первую очередь целесообразна при пессимистическом сценарии развития экономики отрасли.

Рейтинг может служить ориентиром для определения приоритетности организации производства товара, продуктовой группы или развития технологии.

При сбалансированном варианте развития отрасли перечень товаров для освоения может быть дополнен товарами и технологиями 2-й категории, для производства которых необходимы дополнительные ресурсы (для организации производства или подготовки кадров):

- оборудование для производства перспективных стройматериалов;
- гусеницы для создаваемой сельскохозяйственной и строительной техники;
- изделия из композитных материалов;
- новые порошковые материалы, в том числе для аддитивных технологий;
- компоненты силового управления питанием.

Также товарами 2-й категории (при соответствующем развитии производства и наличии кадров) могут стать: средства легкового, индивидуального и коммерческого электротранспорта, включая специализированный и технологический электротранспорт (например, льдозаливочный комбайн с электроприводом для обслуживания ледовых площадок).

Организацию выпуска товаров, продуктовых групп и развитие технологий второй категории необходимо оценивать по каждой позиции отдельно, в зависимости от степени готовности производства и наличия кадров. При возможности оперативной подготовки производства и подготовки (переподготовки) кадров выпуск товаров второй категории с высоким рейтингом и высоким экспортным потенциалом целесообразно организовать даже при пессимистическом сценарии развития экономики отрасли.

При оптимистическом варианте развития отрасли выпуск товаров может быть дополнен товарами 3-й категории:

- туннельные полевые транзисторы (Tunnel FETs);
- средства беспилотного транспорта, включая наземный, воздушный и водный.

Для таких товаров необходима более полная оценка с точки зрения возможности и целесообразности производства в республике, вхождения в кооперацию или закупки технологий и/или товаров в других странах..

При планировании освоения и реализации перспективных инновационных технологий, продуктовых групп или товаров по каждой из категорий целесообразно, в первую очередь, выбирать позиции с более высоким рейтингом и более высокой экономической эффективностью реализации, а также учитывать мировые перспективы и тенденции развития таких технологий.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## СВЯЗЬ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показывают, что наиболее перспективным направлением научно-технологического развития отрасли «Связь и информатизация» являются информационно-коммуникационные технологии.

Среди наиболее перспективных технологий в отрасли информатизации следует отметить: программно-конфигурируемые сети, искусственный интеллект и нейронные сети, Интернет вещей, блокчейн. Наряду с данными технологиями необходимо расширять цифровизацию производственных, государственных, социальных и бизнес процессов в целях формирования в долгосрочном периоде цифрового государства.

На основе развития информационно-коммуникационных технологий могут разрабатываться перспективные товары и услуги в других отраслях экономики:

- различные образовательные технологии (отраслевые кластеры, онлайн-площадки для дистанционного и самостоятельного обучения, подготовка магистров и аспирантов, студенческие научно-исследовательские лаборатории);
- целевая аппаратура для малых космических аппаратов и беспилотных летательных аппаратов; беспилотные авиационные комплексы различного назначения на современной элементной базе (солнечный элемент диодного типа на основе тонких пленок с высоким коэффициентом поглощения; приборы на основе широкозонных полупроводников, широкополосные высокочастотные и сверхвысокочастотные поглотители энергии на основе сложных компаундов и композитов);
- создание и оснащение центров поддержки принятия решений при социальных, природных и техногенных происшествиях;
- геоинформационные системы и геопорталы в сфере природопользования и охраны окружающей среды различного назначения;
- различные технологии в здравоохранении (внутрибольничная логистическая система для обеспечения лечебно-диагностического процесса; национальная сеть, объединяющая базы данных всех учреждений здравоохранения Республики Беларусь; глобальная компьютерная система с использованием мобильного приложения для связи врач-пациент).

Разработка данных технологий и выпуск товаров возможен при пессимистическом варианте развития экономики.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли к данному перечню могут быть добавлены технологии 2-й категории, требующие дополнительных затрат для организации производства и/или подготовки кадров:

- технология проектирования систем автоматического управления на основе интегрально-модуляционных методов параметрической идентификации динамических объектов;
- смешанные технологии обучения с использованием облачных технологий;
- программное обеспечение для супервычислений и систем хранения геолого-геофизической информации для многовариантной интерпретации результатов поиска месторождений углеводородов и других полезных ископаемых;
- интеллектуальные сети в структуре единой электроэнергетической системы страны и мини- и микросети на базе распределенной генерации;
- GRID-системы для распределенного решения сложных задач;
- система оценки параметров транспортных потоков на основе обработки навигационных данных о движении транспортных средств.

При оптимистическом варианте развития производства к перечню объектов и технологий могут быть добавлены технологии 3-й категории, требующие наибольших вложений в организацию производства и/или подготовку кадров:

- система удаленного мониторинга линий электропередач;
- информационная система управления урожайностью растениеводческой продукции;
- организация обучения специалистов по проблемам информационной поддержки жизненного цикла изделий;
- различные технологии в транспортной сфере (объекты инфраструктуры «умных» дорог; сервисы по обслуживанию пассажиров в мультимодальном сообщении; автоматизированная си-

стема мониторинга состояния конструкций мостов и путепроводов на автомобильных дорогах и видеоконтроль проезда по ним тяжеловесных транспортных средств);

- единая информационная система контроля качества и безопасности пищевой продукции;
- энергоинформационные системы для использования в сфере строительства и архитектуры.

При планировании освоения и реализации перспективных инновационных технологий, продуктовых групп или товаров по каждой из категорий целесообразно, в первую очередь, выбирать позиции с более высоким рейтингом и более высокой экономической эффективностью реализации.

Таким образом, приведенные результаты КП НТП не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены и/или скорректированы в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Полученные в ходе разработки КП НТП результаты показали, что основными направлениями научно-технологического развития сельского хозяйства являются экология и рациональное природопользование, биоиндустрия и информационно-коммуникационные технологии.

В случае пессимистического сценария развития экономики отрасли, следующие технологии имеют наибольшую степень готовности производства (1-я категория):

- технология селекции сельскохозяйственных растений при перманентном изменении условий культивирования, патогенной нагрузки, способов возделывания;
- семеноводство растений, оригинальное и семена высших репродукций;
- технологии садкового выращивания ценных видов рыб в условиях индустриальной аквакультуры;
- технологии производства органических удобрений и регуляторов роста, безопасных с санитарно-эпидемиологической и экологической точек зрения.

Рейтинг может служить ориентиром для определения приоритетности организации производства товара, продуктовой группы или развития технологии.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли перечень выпускаемых товаров и разрабатываемых технологий может быть дополнен объектами 2-й категории:

- системы водоснабжения и водоотведения;
- технологии вовлечения нетрадиционных источников белка в производственные процессы пищевой промышленности;
- овощеводство защищенного грунта;
- технологии максимально возможного безотходного использования растений для получения различной продукции.

Производство товаров, продуктовых групп и разработка технологий, относящихся ко второй категории, требует вложения дополнительных средств для организации серийного производства и/или подготовки кадров.

Однако при наличии высокого рейтинга и высокого экспортного потенциала необходима оценка возможности и целесообразности выпуска товаров 2-й категории даже при пессимистическом сценарии развития экономики отрасли.

При оптимистическом варианте развития экономики отрасли выпуск товаров может быть дополнен товарами 3-й категории, то есть требующими наибольших финансовых вложений для организации производства:

- технологии ферм-небоскребов;
- различные технологии выращивания рыбы высокопродуктивных и ценных сортов;
- технология брендовых продуктов свиноводства.

Товары третьей группы могут иметь высокий экспортный потенциал, поэтому необходимо проводить всестороннюю оценку возможности выпуска таких товаров даже при сбалансированном варианте развития отрасли.

При принятии решения по объектам 3-й категории необходима оценка возможности и целесообразности выпуска товаров и разработка технологий в Республике Беларусь, вхождение в кооперацию по таким проектам, либо закупка технологий в других странах.

Для всех трех категорий технологий, продуктовых групп или товаров целесообразно выбирать позиции с более высоким рейтингом и более высокой экономической эффективностью реализации.

Дополнительно, в соответствии с предложениями органов государственного управления, в качестве перспективных могут рассматриваться следующие технологии: технологии точного земледелия; технологии обработки почвы, обеспечивающие сохранение ее плодородия и предотвращение деградации.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## ТРАНСПОРТ И КОММУНИКАЦИИ

На основании результатов, полученных в ходе разработки КП НТП, можно констатировать, что перспективными направлениями научно-технологического развития отрасли «Транспорт и коммуникации» являются информационно-коммуникационные технологии, экология и рациональное природопользование, композиционные и «умные» материалы.

Наиболее перспективными для внедрения в Республике Беларусь являются следующие технологии и услуги:

- транспортное планирование в градостроительной деятельности;
- ситуационные центры поддержки принятия решений при социальных, природных и техногенных происшествиях в части транспортной инфраструктуры.

Дополнительно в соответствии с предложениями органов государственного управления в качестве перспективных могут рассматриваться следующие товары и технологии:

- технологии применения монолитного бетона в мостостроении;
- технологии полного использования вторичных материалов при строительстве автомобильных дорог.

Описанные выше технологии и услуги относятся к категории с наибольшей степенью готовности производства (1-я категория), а также имеют высокий рейтинг в соответствии с рассчитанным индексом перспективности. Поэтому их внедрение целесообразно при пессимистическом сценарии развития транспортной отрасли.

Дополнительно органами государственного управления в качестве перспективных предложены объекты, отнесенные ко 2-й категории:

- интеллектуальные транспортные системы для управления движением на автомобильных дорогах;
- инфраструктура электротранспорта на автомобильных дорогах и в населенных пунктах.

Остальные объекты данной отрасли относятся к 3-й категории, то есть разработка технологий, выпуск товаров и продуктовых групп возможны при оптимистическом варианте развития экономики отрасли:

- технологии создания объектов инфраструктуры «умных» дорог;
- модульные автотранспортные средства для перевозки пассажиров;
- информационно-логистический центр.

Следует отметить, что в рамках технологии создания объектов инфраструктуры «умных» дорог, уже внедрены некоторые элементы (электронные информационные табло на остановках, фото и видеокамеры, управление светофорами и др.). В связи с этим представляется возможным дальнейшее внедрение элементов данной технологии при сбалансированном варианте развития транспортной отрасли.

Дополнительно органами государственного управления в качестве перспективных предложены объекты, отнесенные к 3-й категории:

- технологии «мобильность как услуга»;
- технологии для поддержки движения автономных транспортных средств;
- цифровые услуги пользователям автомобильных дорог и управление движением на основе развития технологий IoT.

Отмечено, что два последних объекта требуют для своего развития наличия высокоскоростных технологий обмена и передачи данных (5G).

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.



## ЭНЕРГЕТИКА

Результаты, полученные в ходе разработки КП НТП, показали, что в области энергетики основным направлением НТР является энергетика будущего.

При пессимистическом варианте развития экономики отрасли наиболее перспективной, с высокой степенью готовности к производству (1-я категория), являются топки ступенчатого сжигания низкосортного биотоплива, отходов сельскохозяйственного производства и топлива из твердых коммунальных отходов (ТКО) (рейтинг 9).

Так как основным направлением развития энергетики является энергетика будущего, все остальные товары, технологии, продуктовые группы и услуги относятся ко второй и третьей категориям, то есть для организации производства требуют вложения дополнительных ресурсов.

При сбалансированном варианте развития экономики отрасли перечень товаров, технологий и услуг может быть дополнен товарами и технологиями 2-й категории:

- материалы по проектированию и оборудованию для систем теплофикации на базе мощных (до 100 МВт) абсорбционных тепловых насосов;
- интеллектуальные сети в структуре единой электроэнергетической системы страны и мини-микросети на базе распределенной.

В соответствии с предложениями органов государственного управления в качестве перспективных для разработки могут быть технологии получения электрической и тепловой энергии из местных видов топлива и возобновляемых источников энергии.

Ориентиром для определения приоритетности организации производства товара или развития технологии может служить рейтинг объекта.

При оптимистическом варианте развития экономики отрасли выпуск товаров и разработка технологий могут быть дополнены объектами 3-й категории, требующими наибольших затрат для организации серийного производства:

- электрифицированный транспорт, включая внутренний водный транспорт;
- технологии для обеспечения работы АЭС на всех этапах жизненного цикла;
- нетрадиционные технологии получения электроэнергии из воздуха, энергии звезд.

Следует отметить, что нетрадиционные технологии получения электроэнергии из воздуха, энергии звезд имеют достаточно высокий рейтинг (4 и 5), однако в настоящее время разработка таких технологий носит поисковый характер. Целесообразность развития таких технологий в Республике Беларусь требует глубокой проработки, расчета экономической эффективности от использования технологии, определение технических и финансовых возможностей.

Все товары и технологии 3-й категории, чья степень готовности к производству определена как идея, концепция, требуют проведения полного цикла научно-исследовательских работ, а часто и затрат на подготовку кадров. При принятии решения по таким объектам необходим тщательный расчет стоимости полного цикла работ, а также оценка возможности и целесообразности производства товара в Республике Беларусь, либо вхождения в кооперацию по таким проектам, либо закупки технологий в других странах.

Приведенные результаты не являются исчерпывающим перечнем для развития отрасли и могут быть дополнены в ходе стратегического планирования экономики отрасли на среднесрочную перспективу.

## 1.2. Структура комплексных «проектов будущего»

На основе результатов КП НТП по приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. могут быть сформированы «проекты будущего», обеспечивающие прогрессивное развитие отраслей экономики Республики Беларусь.

«Проекты будущего» — это масштабный комплекс работ по созданию и освоению в Республике Беларусь новых технологий, инновационных продуктов и услуг, соответствующих мировым тенденциям научно-технологического развития с учетом перспективности рынков сбыта, задействующий потенциал различных сфер национальной экономики, реализующийся посредством единого инновационного цикла «от идеи — до создания производства».

«Проекты будущего» должны соответствовать следующим основным критериям:

1) **приоритетность** — соответствие основным приоритетным направлениям социально-экономического развития Республики Беларусь и/или научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг.;

2) **инновационность** — создание и внедрение новых технологий и/или производство новой для Республики Беларусь и/или мировой экономики продукции, и/или высокотехнологичность создаваемого в рамках проекта производства с последующим соотношением соответствующего вида экономической деятельности к определенной категории по уровню технологичности (высокотехнологичное производство, среднетехнологичное производство высокого уровня) в соответствии с рекомендациями Евростата и ОЭСР);

3) **экспортная ориентированность** — превышение экспорта над импортом;

4) **экономическая эффективность** — организация технологического процесса, обеспечивающего средний уровень добавленной стоимости на одного работающего, аналогичный среднему уровню добавленной стоимости на одного работающего по соответствующему виду экономической деятельности в Европейском союзе либо превышающий этот уровень;

5) **масштабность** — создание не менее 250 новых рабочих мест по итогу реализации проекта или обеспечение доли годового объема производства по проекту на уровне не менее 5% от годового объема производства по подклассу вида экономической деятельности или не менее 0,1 % от годового валового регионального продукта по области или г. Минску.

Во исполнение поручения Совета Министров Республики Беларусь от 13.08.2019 № 34/102-245/9198р ГКНТ совместно с Министерством экономики и НАН Беларуси сформированы следующие предложения по «проектам будущего» с учетом суммарной емкости рынка на 2021–2025 гг., отечественного кадрового и производственного потенциала:

– «Органическая сельскохозяйственная и пищевая продукция на основе отечественного сырья»;

– «Автономный электротранспорт (легковые автомобили, тракторы, комбайны, карьерные самосвалы, коммунальная техника)»;

– «Высокотехнологическое медицинское оборудование (магнитно-резонансный томограф, эндоскопы и др.)»;

– «Промышленные коллаборативные роботы»;

– «Инновационные конструкционные материалы с заданными свойствами (композиционные материалы, высокопрочные чугуны и др.)».

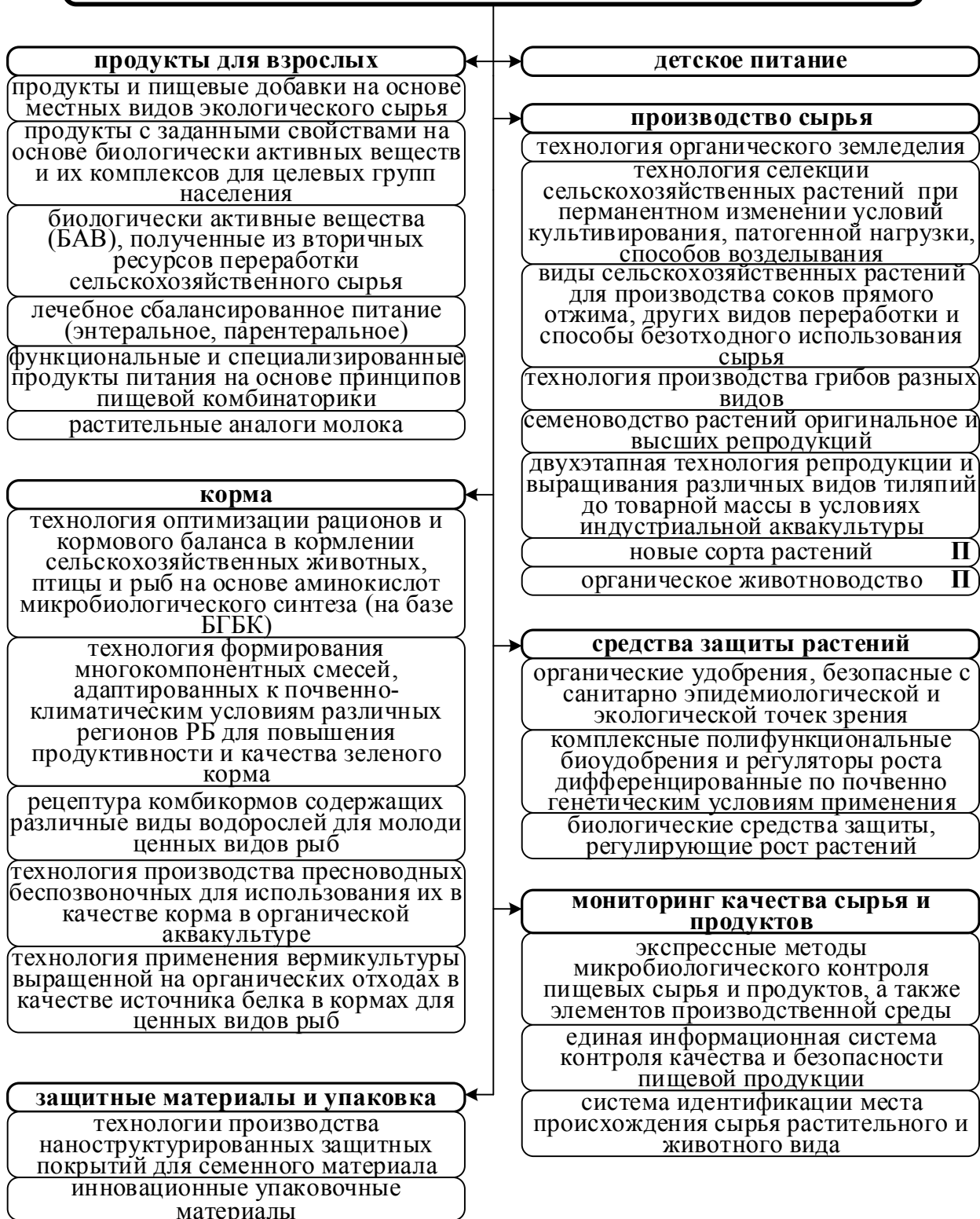
Все «проекты будущего» предполагают использование различных технологий искусственного интеллекта.

Все проекты формировались с учетом общей суммы инвестиционных затрат в пределах 0,5–1,5 млрд долларов США.

Примерный срок реализации любого из предложенных проектов составляет от 7 до 10 лет.

Выполнение «проектов будущего» позволит разработать технологии, создать товары и услуги, обладающие значительными конкурентными преимуществами на существующих рынках, сформировать потенциал для создания новых рыночных ниш для отечественной продукции.

## ОРГАНИЧЕСКАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ



**П** - перспективные до 2040 г. продукты, технологии, услуги

Рис. 3. Структура комплексного «проекта будущего» «Органическая сельскохозяйственная и пищевая продукция на основе отечественного сырья»

## **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ**

### **Министерство сельского хозяйства, Белгоспищепром, НАН Беларуси**

ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», ОАО «Беллакт», РУП «Институт мясо-молочной промышленности», ПУП «Оршанский мясо-консервный комбинат», ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов», ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», ЗАО «Щара-Агро», ОАО «Тепличный комбинат “Берестье”» и др., РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», Консервные заводы Белгоспищепрома, Рыбокомбинаты и рыбхозы, ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии», ОАО «Жабинковский комбикормовый завод»

## **ГОТОВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Для 25,0 % продуктов и технологий возможно серийное производство

Для 3,1 % продуктов и технологий имеется опытный образец

Для 12,5 % продуктов и технологий имеется экспериментальный образец

Для 9,4 % продуктов и технологий имеется идея, концепция

## **КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Кадры имеются для реализации 50,0 % продуктов и технологий

Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки для реализации

6,3 % продуктов и технологий

## **СУММАРНАЯ ЕМКОСТЬ РЫНКА на 2021–2025 гг. (трлн долл. США)**

10,98, из них:

9,60 — другие рынки

0,91 — ЕС

0,20 — СНГ (без РФ и РБ)

0,26 — РФ

0,02 — РБ

**Таблица 1. Перспективные продукты, технологии и услуги (КП НТП)**

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
<b>Продукты для взрослых</b>			
1.	Продукты и технологии производства пищевых добавок на основе местных видов экологического сырья	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», Учебно-научно-производственное РУП «Унитехпром БГУ», ОАО «Могилевский желатиновый завод», ОАО «Пищевой комбинат "Веселово"», ОАО «Барановичхлебопродукт» и др.	<i>Кадры имеются:</i> Могилевский государственный университет продовольствия, Гродненский государственный аграрный университет, БГТУ, БГУ
2.	Технологии получения пищевых продуктов с заданными свойствами на основе биологически активных веществ и их комплексов для целевых групп населения	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Беллакт», РУП «Институт мясомолочной промышленности», ПУП «Оршанский мясо-консервный комбинат», Полоцкий хлебозавод филиал РУПП «Витебскхлебпром», КУП «Минскхлебпром» и др.	<i>Кадры имеются:</i> Могилевский государственный университет продовольствия, Гродненский государственный аграрный университет, БГУ
3.	Биологически активные вещества (БАВ), полученные из вторичных продуктов переработки сельскохозяйственного сырья	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> УО «Белорусский государственный технологический университет»	<i>Кадры имеются:</i> Могилевский государственный университет продовольствия, БГТУ, БГУ, Витебский государственный университет, Брестский государственный технический университет
4.	Технологии лечебного сбалансированного питания (энтерального, парентерального)	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов», ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Могилевский государственный университет продовольствия, БГУ, Белорусский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования
5.	Функциональные и специализированные продукты питания на основе принципов пищевой комбинаторики	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» и др.	<i>Кадры имеются:</i> Могилевский государственный университет продовольствия
6.	Растительные аналоги молока	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Могилевский государственный университет продовольствия, Гродненский государственный аграрный университет

Продолжение таблицы 1

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
<b>Производство сырья</b>			
1.	Технология органического земледелия	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет, Гродненский государственный университет, Белорусский государственный аграрный технический университет, БГУ, Барановичский государственный университет
2.	Технология селекции сельскохозяйственных растений при перманентном изменении условий культивирования, патогенной нагрузки, способов возделывания	<i>Возможно серийное производство:</i> РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству», РУП «Институт овощеводства», РУП «Институт плодководства», РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», РУП «Институт льна», Белорусская государственная сельскохозяйственная академия	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
3.	Овощеводство защищенного грунта	<i>Возможно серийное производство:</i> ЗАО «Щара-Агро», ОАО «Тепличный комбинат "Берестье"», Филиал «Тепличный» РУП «Витебскэнерго», КУП «Зеленхоз», ОАО «Рудаково», КСУП «Брилево», ОАО «Комбинат "Восток"», КСУП «Мозырская овощная фабрика», КСУП «Светлогорская овощная фабрика», ЧСУП «Тепличное», СУП «АзотСервис», РУАП «Гродненская овощная фабрика», СПК «Свислочь», РУП «Институт овощеводства», ОСП «Тепличное хозяйство» ОАО «ДОРОРС», УП «Агрокомбинат "Ждановичи"», ЧУП «Озерицкий-Агро», ЗАО «Агрокомбинат Несвижский», УП «Минский парниково-тепличный комбинат», холдинг «Агрокомбинат Мачулищи», КУП «Минская овощная фабрика», КФХ «СидСад», ОАО «Бобруйский тепличный комбинат», ОАО «Фирма "Вейно"», ОАО «Кадино», ОАО «Рассвет им. К. П. Орловского»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
4.	Виды сельскохозяйственных растений для производства высоковитаминных соков прямого отжима, других видов переработки и способы безотходного использования сырья	<i>Возможно серийное производство:</i> РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», РУП «Институт овощеводства», РУП «Институт плодководства»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Могилевский государственный университет продовольствия



Продолжение таблицы 1

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
5.	Технологии производства грибов разных видов	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Ляховичский консервный завод», ОАО «Борисовский консервный завод», ОАО «Горынский агрокомбинат» и др.	<i>Кадры имеются:</i> Могилевский государственный университет продовольствия
6.	Семеноводство растений, оригинальное и высших репродукций	<i>Возможно серийное производство:</i> РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодОВОЩЕВОДСТВУ», РУП «Институт плодОВОДСТВА»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, БГУ, Гродненский государственный аграрный университет
7.	Двухэтапная технология репродукции и выращивания различных видов телят до товарной массы в условиях индустриальной аквакультуры	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ОАО «Гродненский механический завод», Оршанский инструментальный завод, Пинский судостроительный завод, Могилевский завод химического волокна, ОАО «Опытный рыбхоз "Селец"»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
8.	Новые сорта растений	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
9.	Органическое животноводство	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Корма</b>			
1.	Технология оптимизации рационов и кормового баланса в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и рыб на основе аминокислот микробиологического синтеза (на базе БГБК)	<i>Возможно серийное производство:</i> РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет, Витебская государственная академия ветеринарной медицины
2.	Технология формирования многокомпонентных смесей, адаптированных к почвенно-климатическим условиям различных регионов Республики Беларусь, для повышения продуктивности и качества зеленого корма	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет, БГУ, Барановичский государственный университет, Гродненский государственный университет
3.	Рецептура комбикормов, содержащих различные виды водорослей, для молоди ценных видов рыб	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии», ОАО «Жабинковский комбикормовый завод», ОАО «Опытный рыбхоз "Селец"», ОАО «Рыбокомбинат "Любань"», ОАО «Рыбхоз "Альба"», ОАО «Опытный рыбхоз "Белое"»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Гродненский государственный университет, БГУ, Полесский государственный университет

Продолжение таблицы 1

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
4.	Технология производства пресноводных беспозвоночных для использования их в качестве корма в органической аквакультуре	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ОАО «Опытный рыбхоз “Селец”», ОАО «Рыбокомбинат “Любань”», ОАО «Рыбхоз “Альба”», ОАО «Опытный рыбхоз “Белое”»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный университет, БГУ
5.	Технология применения вермикультуры, выращенной на органических отходах, в качестве источника белка в кормах для ценных видов рыб	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Гродненский государственный университет, БГУ, Полесский государственный университет
<b>Средства защиты растений</b>			
1.	Технологии производства органических удобрений, безопасных с санитарно-эпидемиологической и экологической точек зрения	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Житковичхимсервис», ЧУП «Белбионекстар»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный аграрный технический университет; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет, БГУ
2.	Комплексные полифункциональные биоудобрения и регуляторы роста, дифференцированные по почвенно-генетическим условиям применения	<i>Возможно серийное производство:</i> ТПЧУП «БелУниверсалПродукт», ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» (разработка)	<i>Кадры имеются:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет, Барановичский государственный университет, БГУ
3.	Биологические средства защиты, регулирующие рост растений	<i>Возможно серийное производство:</i> РУП «Институт защиты растений», ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», ОАО «Бобруйский завод биотехнологий»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БГУ, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет
<b>Защитные материалы и упаковка</b>			
1.	Технологии производства наноструктурированных защитных покрытий для семенного материала	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси» (лаборатория полимерных биоактивных веществ)	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Гродненский государственный аграрный университет, БГУ

Окончание таблицы 1

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
2.	Инновационные упаковочные материалы. Технологии производства биоцидной, антиокислительной и иных видов упаковки, активно защищающих продукты питания от порчи	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> УО «Белорусский государственный технологический университет»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ
<b>Мониторинг качества сырья и продуктов</b>			
1.	Экспрессные методы микробиологического контроля пищевых сырья и продуктов, а также элементов производственной среды (технологического оборудования и инвентаря, упаковочных материалов, воздуха производственных помещений)	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> РУП «Институт мясо-молочной промышленности», ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БНТУ, Могилевский государственный университет продовольствия, Гродненский государственный аграрный университет, БГТУ
2.	Единая информационная система контроля качества и безопасности пищевой продукции	<i>Сведения отсутствуют</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БНТУ, БГУИР, Могилевский государственный университет
3.	Система идентификации места происхождения сырья растительного и животного вида	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ, Могилевский государственный университет продовольствия, Белорусский государственный аграрный технический университет

Рынок органической продукции в мире развивается ускоренными темпами (темп прироста составляет примерно 6 % в год). Развитие органического производства отнесено к числу приоритетных задач развития АПК государств — членов Евразийского экономического союза. Государства активно ведут работу по формированию необходимой нормативно-правовой базы, национальных систем аккредитации и сертификации продукции, а также рыночной инфраструктуры.

Усиление конкуренции на основных рынках сбыта продовольствия, а также постоянно растающие требования к качеству продукции становятся определяющими для эффективности белорусского экспорта. Актуальной задачей является завоевание устойчивых позиций нашей страны как производителя и экспортера качественного оригинального продовольствия, в том числе и органической продукции.

Такая стратегия в полной мере соответствует задачам по повышению качества питания населения и устойчивости сельского хозяйства, поставленным в Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 г. (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г. № 962), а также национальным Целям устойчивого развития, обозначенным в рамках резолюции Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. № 70/1 «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период 2030 г.».

В Республике Беларусь 9 ноября 2018 г. принят Закон № 144-З «О производстве и обращении органической продукции». В настоящее время ведется работа по формированию механизмов и мер поддержки и стимулирования производителей органической продукции.

Вместе с тем, для того, чтобы в перспективе производить и продавать на внутреннем и внешнем рынках отечественную органическую продукцию с высокой добавленной стоимостью, необходимо сформировать полноценную продуктовую цепочку (подотрасль), которая будет включать: производство сельскохозяйственного сырья, производство органических пищевых продуктов (в том числе продуктов детского питания) и пищевых добавок, хранение, специализированную торговлю, а также эффективный маркетинг и продвижение.

Именно на формирование устойчивой национальной цепочки органических пищевых продуктов и обеспечение прироста добавленной стоимости экспорта ориентирована концепция рассматриваемого проекта.

*Справочно.* Следует учесть опыт Европейского союза, где рынок органических продуктов растет ускоренно, а потенциал европейских производителей недостаточен для обеспечения потребительского спроса. В Швейцарии средний житель тратит на органические продукты примерно 221 евро в год, Люксембурге — 164, Дании — 162, Швеции — 145, Австрии — 127, Германии — 97. Безусловно, следует учесть высокий уровень среднедушевых доходов в этих государствах.

В настоящее время в ЕС возникла необходимость стимулировать рост добавленной стоимости в органических продуктовых цепочках, что крайне сложно сделать при отсутствии обработки, хранения и специализированной торговли. Установлена недостаточная эффективность продаж органической продукции через универсальные торговые сети и магазины.

Для решения указанных задач органическая продуктовая цепочка ЕС совершенствуется за счет создания брендов и концентрации предложения в специализированных объектах розничной торговли в целях обеспечения эффективного маркетинга.

Предполагаемая социально-экономическая эффективность проекта заключается в следующем:

- укрепление продовольственной безопасности в части насыщения отечественного рынка продукцией высокого качества и повышения экологической устойчивости сельского хозяйства;
- формирование новых направлений экспортного потенциала агропромышленного комплекса, усиление продуктовой диверсификации белорусского экспорта;
- возможность выхода отечественных производителей на внешний рынок с оригинальной белорусской продукцией, соответствующей международным стандартам;
- создание дополнительных возможностей для средних и мелких сельхозтоваропроизводителей, крестьянских (фермерских) хозяйств по повышению эффективности и увеличению добавленной стоимости продукции;
- создание новых рабочих мест и экономических условий для повышения уровня жизни населения в сельской местности и в малых городах.

Возможные этапы разработки проекта представлены в таблице ниже.

**Таблица 2. Возможные этапы разработки инновационного проекта по производству органических пищевых продуктов (формирования подотрасли АПК)**

Этапы	Содержание	Потенциальные исполнители
1. Разработать план подготовки и реализации проекта	1.1. Определить цель и задачи проекта, заинтересованные стороны 1.2. Обосновать концепцию проекта и сроки подготовительного, проектного и других этапов 1.3. Проанализировать потенциальные риски и меры по упреждению	<i>Рабочая группа экспертов (представители заинтересованных сторон проекта)</i>
2. Обосновать перечень НИР и НИОКР	2.1. Разработать перечень НИР и НИОКР, необходимых для реализации проекта 2.2. Обосновать заказ на выполнение НИР и НИОКР, а также источники финансирования	<i>Рабочая группа экспертов</i>
Этапы	Содержание	Потенциальные исполнители
3. Выполнить анализ и прогноз развития рынка органической продукции	3.1. Провести анализ и прогноз спроса и предложения на рынке органической продукции (ЕАЭС, СНГ и Европейского союза, мировом) 3.2. Выявить потребительские предпочтения, динамику спроса, основных производителей и продукты, доступ к торговым сетям 3.3. Оценить конкурентную среду по сегментам рынка пищевых продуктов	<i>Научно-исследовательские организации, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по продовольствию</i>

Продолжение таблицы 2

<p>4. Оценить потенциал отечественных производителей</p>	<p>4.1. Оценить потенциал отечественных производителей органического сельскохозяйственного сырья и обрабатывающей промышленности в средне- и долгосрочной перспективе 4.2. Выявить конкурентные виды органической пищевой продукции и потенциальных производителей</p>	<p><i>Научно-исследовательские организации, Белгоспищепром, Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси; НПЦ НАН Беларуси по продовольствию</i></p>
<p>5. Определить перспективные конкурентные виды продукции и рынки сбыта</p>	<p>5.1. Обозначить продукты, потенциальные рынки и условия сбыта в средне- и долгосрочной перспективе 5.2. Выявить наличие и необходимость создания специализированных объектов сбытовой инфраструктуры</p>	<p><i>Научно-исследовательские организации, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по продовольствию</i></p>
<p>6. Разработать инновационные технологии производства и хранения в соответствии с мировыми стандартами</p>	<p>6.1. Выполнить анализ технологий и стандартов производства органических пищевых продуктов, выявить инновационные подходы 6.2. Обосновать перечень необходимых технологий и нормативно-технологической документации для организации производства 6.3. Организовать разработку инновационных технологий и продуктов</p>	<p><i>Научно-исследовательские организации, НПЦ НАН Беларуси по продовольствию</i></p>
<p>7. Обосновать национальную цепочку создания добавленной стоимости органической продукции</p>	<p>7.1. Определить предполагаемых участников продуктовой цепочки (производители сырья, обрабатывающие предприятия, предприятия торговли) 7.2. Выявить факторы формирования и роста добавленной стоимости на каждом этапе</p>	<p><i>Научно-исследовательские организации, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по продовольствию и др.</i></p>
<p>8. Разработать модели продвижения продукции на внутреннем и внешнем рынке</p>	<p>8.1. Проанализировать зарубежный опыт по продвижению органической продукции 8.2. Разработать эффективные модели продвижения органической продукции для отечественных производителей 8.3. Разработать программы продвижения органической продукции для внутреннего и внешних рынков</p>	<p><i>Научно-исследовательские организации, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси и др.</i></p>
<p>9. Разработать организационно-экономический механизм взаимодействия участников продуктовой цепочки</p>	<p>9.1. Определить потенциальные направления, формы и источники инвестирования 9.2. Проработать возможность инвестирования на основе государственно-частного партнерства, а также привлечения иностранных инвестиций 9.3. Организовать поиск потенциальных инвесторов</p>	<p><i>Научно-исследовательские организации, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси и др.</i></p>
<p>10. Обосновать стратегию развития подотрасли органического производства в АПК</p>	<p>10.1. Определить стратегию формирования отечественной подотрасли органического производства, включая цели, задачи, меры и механизмы, обоснование социально-экономического эффекта 10.2. Проработать и согласовать стратегию с заинтересованными органами государственного управления, ведомствами и организациями</p>	<p><i>Рабочая группа экспертов, научно-исследовательские организации, концерн Белгоспищепром и Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и др.</i></p>

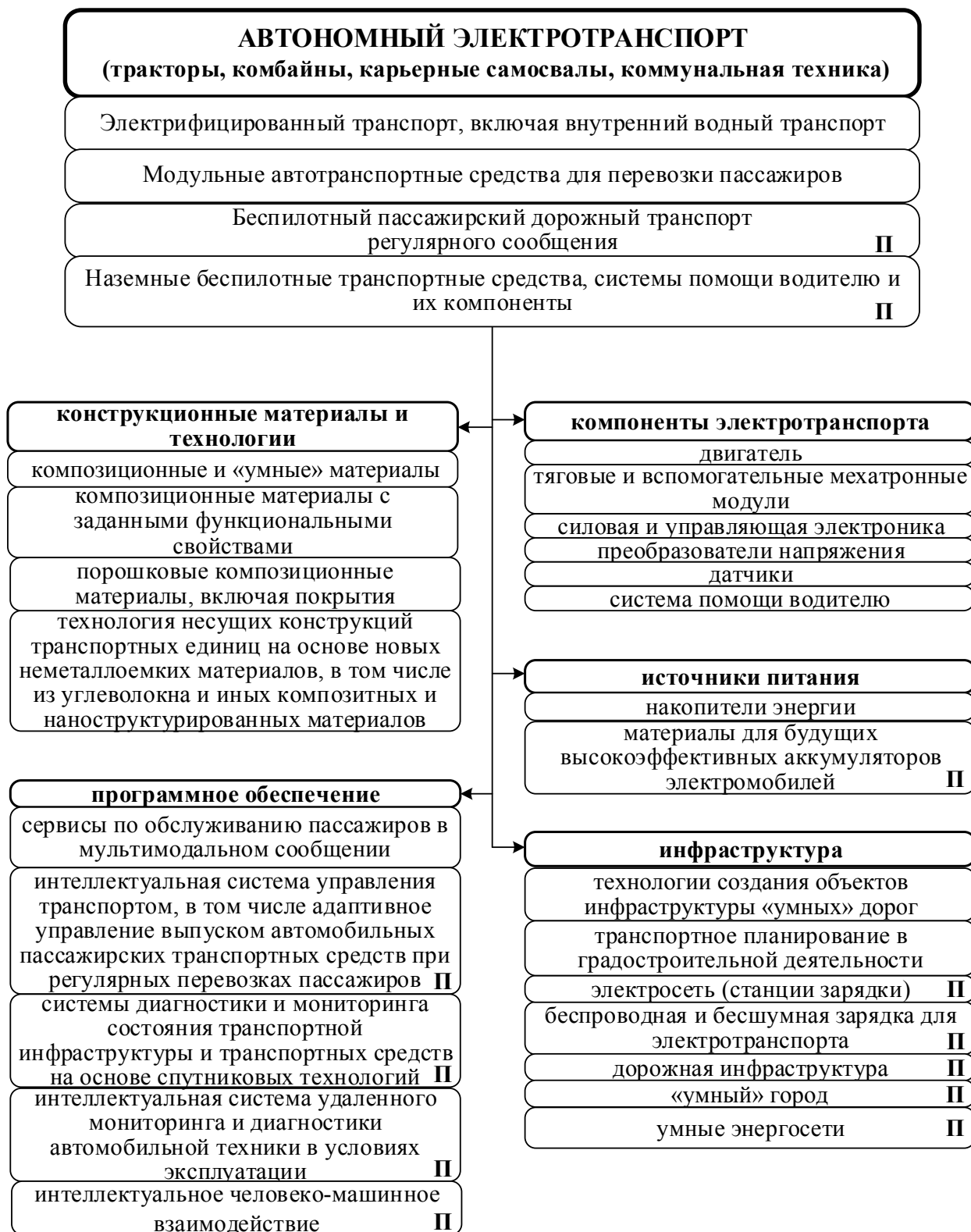
**Окончание таблицы 2**

Этапы	Содержание	Потенциальные исполнители
<b>Проектные работы</b>		
11. Разработать ТЭО инновационного проекта по производству органических пищевых продуктов	11.1. Выполнить разработку технико-экономического обоснования инновационного проекта (в установленной форме). 11.2. Провести согласование, экспертизу и утверждение технико-экономического обоснования проекта	<i>Научно-исследовательские организации, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси и др., рабочая группа экспертов</i>

Предприятия, на которых может быть налажен выпуск продукции, — это предприятия концерна «Белгоспищепром»: ОАО «Гамма вкуса», ООО «Белфуд Продакшн» — «Беллакт», ОАО «Малоритский консервноовощесушильный комбинат», ОАО «Витебский плодоовощной комбинат».

В случае невозможности наладить производство и выпуск продукции на основе уже имеющих предприятия, локализация нового предприятия возможна в любом регионе Республики Беларусь, испытывающем нехватку рабочих мест.





**II** - перспективные до 2040 г. продукты, технологии, услуги

Рис. 4. Структура комплексного «проекта будущего» «Автономный электротранспорт»

## **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ**

### **Министерство промышленности, НАН Беларуси**

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси»

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси»

ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси»

Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии

ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»

ООО «Кейджи Импэкс»

Проектно-исследовательское коммунальное унитарное предприятие «Минскградо»

УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА»

## **ГОТОВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Для 14,3 % продуктов и технологий возможно серийное производство

Для 9,5 % продуктов и технологий имеется опытный образец

Для 9,5 % продуктов и технологий имеется идея, концепция

## **КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Кадры имеются для реализации 28,6 % продуктов и технологий

Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки для реализации 14,3 % продуктов и технологий

## **СУММАРНАЯ ЕМКОСТЬ РЫНКА** на 2021–2025 гг. (трлн долл. США)

48,38, из них:

38,59 — другие рынки

8,24 — ЕС

0,39 — СНГ (без РБ и РФ)

1,12 — РФ

0,03 — РБ

**Таблица 3. Объекты прогнозирования КП НТП**

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
<b>Автономный электротранспорт</b>			
1.	Электрифицированный транспорт, включая внутренний водный транспорт	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БГУ, БНТУ, БГТУ, Белорусский государственный университет транспорта
2.	Модульные автотранспортные средства для перевозки пассажиров	<i>Сведения отсутствуют</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БНТУ, Белорусский государственный университет транспорта
3.	Беспилотный пассажирский дорожный транспорт регулярного сообщения	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
4.	Наземные беспилотные транспортные средства, системы помощи водителю и их компоненты	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Компоненты электротранспорта</b>			
1.	Двигатель	ООО «Кейджи Импэкс»	
2.	Тяговые и вспомогательные мехатронные модули		
3.	Силовая и управляющая электроника		
4.	Преобразователи напряжения		
5.	Датчики		
6.	Система помощи водителю		
<b>Конструкционные материалы и технологии</b>			
1.	Композиционные и «умные» материалы	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, БГУ, БГТУ
2.	Композиционные материалы с заданными функциональными свойствами	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси», ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ
3.	Порошковые композиционные материалы, включая покрытия	<i>Возможно серийное производство:</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ

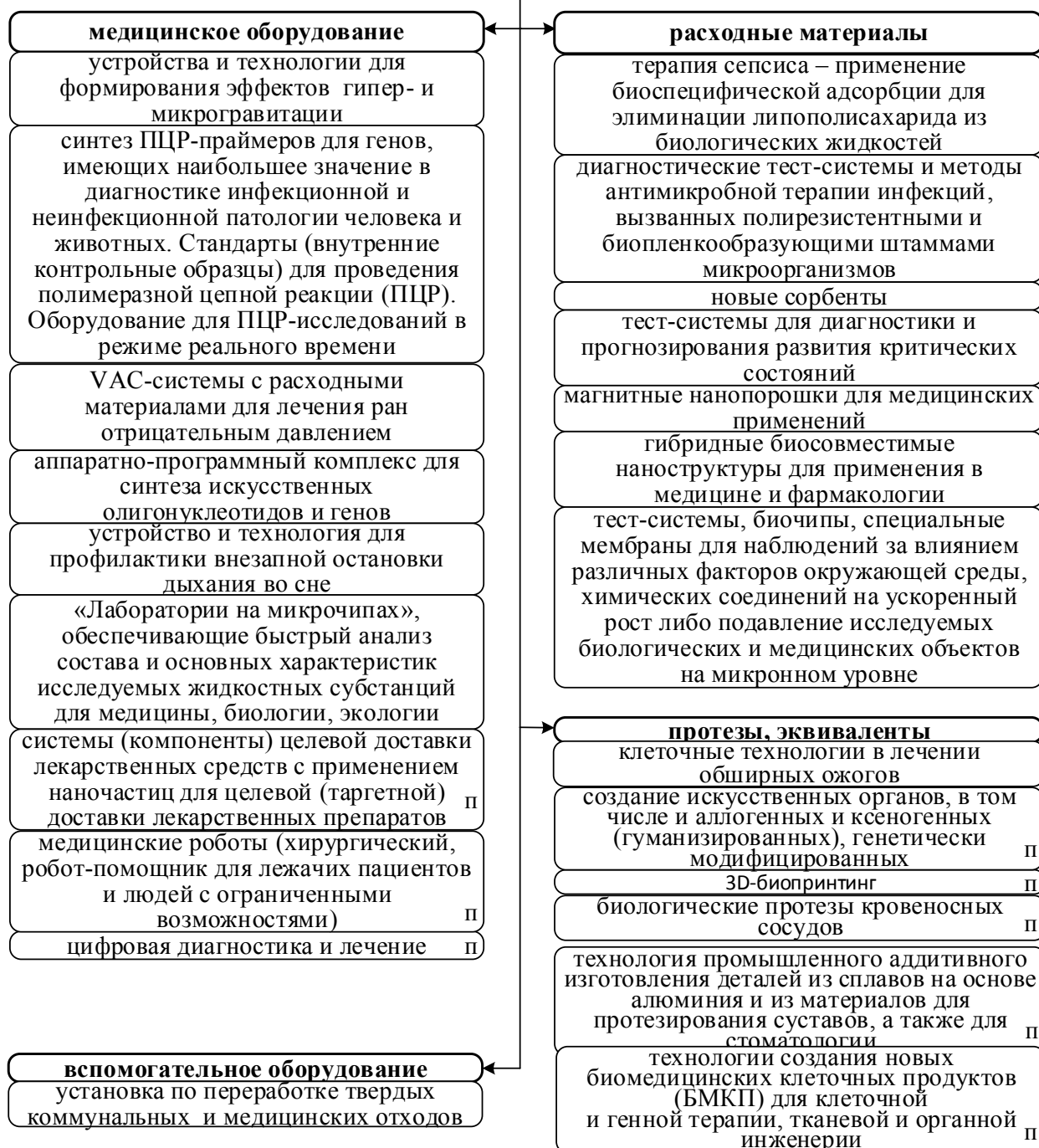
Продолжение таблицы 3

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
4.	Технология несущих конструкций транспортных единиц на основе новых неметаллоемких материалов, в том числе из углеволокна и иных композитных и наноструктурированных материалов	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ, БНТУ
<b>Инфраструктура</b>			
1.	Технологии создания объектов инфраструктуры «умных» дорог	<i>Сведения отсутствуют</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БГУИР, БНТУ
2.	Транспортное планирование в градостроительной деятельности	<i>Возможно серийное производство:</i> Проектно-исследовательское коммунальное унитарное предприятие «Минскград», УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, Белорусский государственный университет транспорта
3.	Электросеть (станции зарядки)	Производители будут определяться при реализации проекта	
4.	Беспроводная и бесшумная зарядка для электротранспорта	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
5.	Дорожная инфраструктура	Долгосрочный прогноз — 2020–2039 гг.	
6.	«Умные города»	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
7.	Умные энергосети	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Программное обеспечение</b>			
1.	Сервисы по обслуживанию пассажиров в мультимодальном сообщении	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГУИР
2.	Интеллектуальная система управления транспортом, в том числе адаптивное управление выпуском автомобильных пассажирских транспортных средств при регулярных перевозках пассажиров	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	

## Окончание таблицы 3

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
3.	Системы диагностики и мониторинга состояния транспортной инфраструктуры и транспортных средств на основе спутниковых технологий	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
4.	Интеллектуальная система удаленного мониторинга и диагностики автомобильной техники в условиях эксплуатации	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
5.	Интеллектуальное человеко-машинное взаимодействие	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Источники питания</b>			
1.	Накопители энергии	Производители будут определяться при реализации проекта	
2.	Материалы для будущих высокоэффективных аккумуляторов электромобилей	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	

**ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**  
(магнитно-резонансный томограф, эндоскопы и др.)



п – перспективные до 2040 г. продукты, технологии, услуги

Рис. 5. Структура комплексного «проекта будущего» «Высокотехнологичное медицинское оборудование»



## **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ**

### **Министерство здравоохранения, НАН Беларуси**

ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», ГУ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии», ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова», ГУ «Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии», ГУ «Республиканский научно-практический центр детской хирургии», ОАО «Планар», ГНУ «Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси», ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», НП ОДО «Фармавит», ГУ «РНПЦ трансфузиологии и биомедицинских технологий», ГУ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии», ГУ «РНПЦ хирургии, трансплантологии и гематологии»

## **ГОТОВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Для 21,1 % продуктов и технологий возможно серийное производство

Для 13,0 % продуктов и технологий имеется опытный образец

Для 4,4 % продуктов и технологий имеется экспериментальный образец

Для 21,7 % продуктов и технологий имеется идея, концепция

## **КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Кадры имеются в наличии для реализации 52,2 % продуктов и технологий

Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки для реализации 13,0 % продуктов и технологий

## **СУММАРНАЯ ЕМКОСТЬ РЫНКА** на 2021–2025 гг. (трлн долл. США)

9,33, из них:

8,39 — другие рынки

0,60 — ЕС

0,16 — СНГ (без РФ и РБ)

0,17 — РФ

0,01 — РБ

**Таблица 4. Перспективные продукты, технологии и услуги (КП НТП)**

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
<b>Медицинское оборудование</b>			
1.	Устройства и технологии для формирования эффектов гипер- и микрогравитации	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БГУ
2.	Синтез ПЦР-праймеров для генов, имеющих наибольшее значение в диагностике инфекционной и неинфекционной патологии человека и животных. Стандарты (внутренние контрольные образцы) для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР). Оборудование для ПЦР-исследований в режиме реального времени	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», ГУ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии», ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова», ОДО «Праймтех»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БГУ, аспирантура и магистратура институтов НАН Беларуси
3.	Аппаратно-программный комплекс для синтеза искусственных олигонуклеотидов и генов	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, БГУ, аспирантура и магистратура институтов НАН Беларуси
4.	VAC-системы с расходными материалами для лечения ран отрицательным давлением	<i>Возможно серийное производство:</i> ГУ «Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии», ГУ «Республиканский научно-практический центр детской хирургии», ОАО «Планар»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Гомельский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования
5.	Устройство и технология для профилактики внезапной остановки дыхания во сне	<i>Возможно серийное производство:</i> ГУ «РНПЦ оториноларингологии»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Гомельский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БГУ, БНТУ

Продолжение таблицы 4

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
6.	«Лаборатории на микрочипах», обеспечивающие быстрый анализ состава и основных характеристик исследуемых жидкостных субстанций для медицины, биологии, экологии	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ
7.	Системы (компоненты) целевой доставки лекарственных средств с применением наночастиц для целевой (таргетной) доставки лекарственных препаратов	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
8.	Медицинские роботы (хирургический, робот-помощник для лежачих пациентов и людей с ограниченными возможностями)	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
9.	Цифровая диагностика и лечение	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Расходные материалы</b>			
1.	Терапия сепсиса — применение биоспецифической адсорбции для элиминации липополисахарида из биологических жидкостей	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», НП ОДО «Фармавит», ГУ «РНПЦ трансфузиологии и биомедицинских технологий», ГУ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии», ГУ «РНПЦ хирургии, трансплантологии и гематологии»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет
2.	Диагностические тест-системы и методы антимикробной терапии инфекций, вызванных полирезистентными и биопленкообразующими штаммами микроорганизмов	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Гомельский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет
3.	Новые сорбенты и исследование их сорбционной активности по отношению к токсикантам и метаболитам	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси», ГУ «РНПЦ трансфузиологии и биомедицинских технологий», ГП «НПЦ ЛОТИОС», ГУ «Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии», ГУ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Гомельский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БГУ

Продолжение таблицы 4

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
4.	Тест-системы для диагностики и прогнозирования развития критических состояний	<i>Возможно серийное производство:</i> ГУ «РНПЦ трансфузиологии и биомедицинских технологий»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БГУ
5.	Магнитные нанопорошки для медицинских применений	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры имеются:</i> Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет, БГУ
6.	Гибридные биосовместимые наноструктуры для применения в медицине и фармакологии	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БГУ, Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет
7.	Тест-системы, биочипы, специальные мембраны для наблюдений за влиянием различных факторов окружающей среды, химических соединений на ускоренный рост либо подавление исследуемых биологических и медицинских объектов на микронном уровне	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> УЗ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии», ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», Белорусский государственный университет	<i>Кадры имеются:</i> БГУ
<b>Протезы, эквиваленты</b>			
1.	Клеточные технологии (трансплантация культивированных аутогенных или аллогенных кератиноцитов) в лечении обширных ожогов	<i>Возможно серийное производство:</i> ГУ «РНПЦ трансплантации органов и тканей», ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», Республиканский центр комбустиологии на базе УЗ ГКБСМП г. Минска, ГУ «РНПЦ трансфузиологии и биомедицинских технологий»	<i>Кадры имеются:</i> Белорусский государственный медицинский университет, Витебский государственный медицинский университет, Гомельский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет, Белорусская медицинская академия последипломного образования
2.	3D-биопринтинг	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
3.	Создание искусственных органов, в том числе и аллогенных и ксеногенных (гуманизированных), генетически модифицированных	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	

Окончание таблицы 4

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
4.	Биологические протезы кровеносных сосудов	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
5.	Технология промышленного аддитивного изготовления деталей из сплавов на основе алюминия и из материалов для протезирования суставов, а также для стоматологии	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
6.	Технологии создания новых биомедицинских клеточных продуктов (БМКП) для клеточной и генной терапии, тканевой и органной инженерии	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Вспомогательное оборудование</b>			
1.	Установка по переработке твердых коммунальных и медицинских отходов	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> Гомельский государственный медицинский университет, БГУ, БНТУ, Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова БГУ

Таблица 5. Ответы на запрос ГКНТ о формировании программы по созданию новых производств медицинской техники

№	Наименование оборудования	Организация – исполнитель (заявитель)	Требуемые средства
1.	Приборно-программный аналитический комплекс ранней диагностики системной красной волчанки и других аутоиммунных заболеваний	Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси	
2.	Информационно-аналитическая система сопровождения и обработки данных физиологически-биохимических паттернов в диагностике и лечении аутоиммунных заболеваний		
3.	Машинообучаемый компьютерный стетофонендоскоп		
4.	Диагностический комплекс компьютерной полисомнографии с автоматическим распознаванием фаз сна		
5.	Носимый аппарат ЭЭГ (холтер) с индивидуальной обучающей системой для автоматического распознавания и предупреждения приступов эпилепсии		
6.	Матричная твердотельная панель повышенной чувствительности на основе полупроводниковых детекторов с люминесцентными покрытиями для флюорографических приборов пониженной дозы облучения		

Продолжение таблицы 5

№	Наименование оборудования	Организация – исполнитель (заявитель)	Требуемые средства
7.	Разработка и производство видеокомплексов эндоскопических	ОДО «ТахатАкси», ЗАО «СОЛАР»	Ориентировочная потребность в необходимых денежных средствах для проведения НИОК(Т)Р и подготовку производства на сегодняшний день составляет 800 тыс. руб.
8.	Биопринтер для создания трехмерных клеточных популяций при помощи 3D-печати	Институт прикладной физики НАН Беларуси	
9.	Малогобаритная установка для диагностики остеопороза и проведения скрининговых исследований населения		
10.	Программно-аппаратный комплекс для оценки мышечной и суставной активности и постурального баланса человека		
11.	Серия медицинских мониторов	ОАО «ИНТЕГРАЛ»	
12.	Стационарный и портативный аппараты искусственной вентиляции легких		
13.	Наркозно-дыхательный аппарат		
14.	Электрохирургический генератор		
15.	Измеритель артериального давления		
16.	Электронный дозатор		
17.	Неонатальное оборудование		
18.	Больничные койки и электромеханическая каталка	ЗАО «СОЛАР»	
19.	Хромато-масс-спектрометры		
20.	Анализаторы гематологические, биологические, счетчики лейкоцитарные		
21.	Аппараты для плазмоцитафереза	ООО «Ассомедика»	
22.	Портативные аппараты ультразвуковой диагностики среднего и высокого класса		
23.	Аппараты для сосудистого доступа и проведения биопсии всех органов	УП «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО»	
24.	Аппарат для фото динамической терапии УПЛ-ФДТ		
25.	Аппарат лазерный хирургический диодный «Диолаз 940-6»		
26.	Офтальмологическая система для фотодинамической терапии		
27.	Аппарат для надвенозного лазерного облучения крови		
28.	Двухволновой лазерный аппарат для стоматологии		
29.	Машины моечно-дезинфекционные	ОАО «Витязь», ЗАО «СОЛАР»	Ориентировочные сроки проведения НИОК(Т)Р и подготовки производства 2021–2025 гг. Затраты на разработку и подготовку производства составят порядка 800 тыс. руб.



## Окончание таблицы 5

№	Наименование оборудования	Организация – исполнитель (заявитель)	Требуемые средства
30.	Магнитно-резонансные томографы	УП «АДАНИ»	
31.	Компьютерные рентгеновские томографы VENTUM на 16, 32, 64 и 128 срезов		
32.	Аппараты рентгеновские маммографические «МАММОСКАН»		
33.	Аппараты рентгеновские диагностические «УНИЭКСПЕРТ 2 ПЛЮС», «УНИЭКСПЕРТ 3 ПЛЮС»; «УНИЭКСПЕРТ»		
34.	Аппараты рентгеновские передвижные «УНИКОМПАКТ», «УНИКОМПАКТ-П»		
35.	Аппараты рентгенодиагностические для исследования органов грудной клетки «ПУЛЬМОСКАН» открытого типа и «ПУЛЬМОСКАН» в рентгенозащитной кабине		
36.	Рентгенотерапевтические аппараты «ТЕРАСКАН»		
37.	Передвижные диагностические комплексы для маммографии «МАММОЭКСПРЕСС» и исследований органов грудной клетки «ПУЛЬМОЭКСПРЕСС»		
38.	Комплексы для общей онкодиагностики «СКРИНЭКСПРЕСС»		

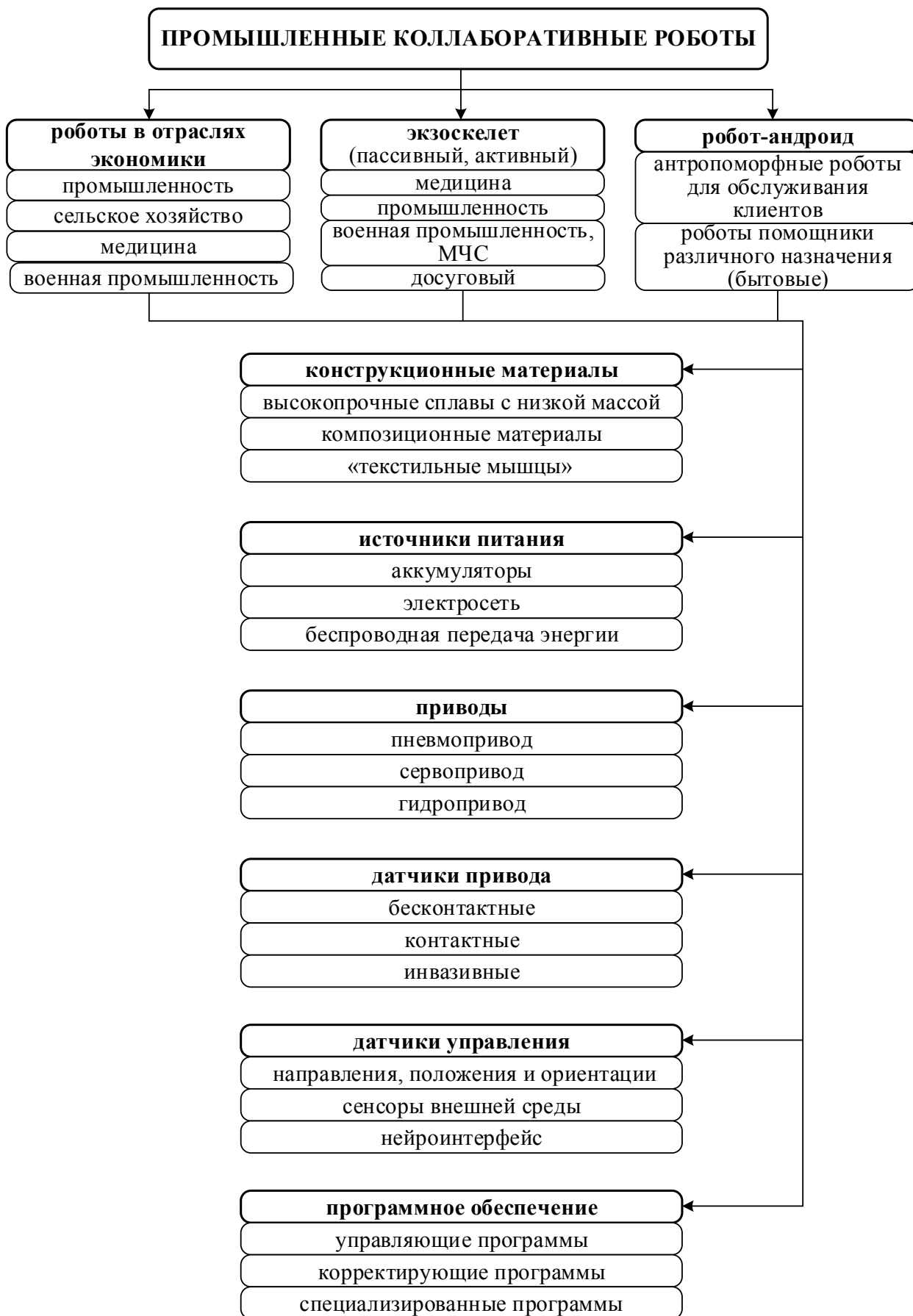


Рис. 6. Структура комплексного «проекта будущего» «Промышленные коллаборативные роботы»

## **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ**

### **Министерство промышленности, НАН Беларуси**

ОАО «ИНТЕГРАЛ»

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси»

ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси»

ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси»

Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии

ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»

ОАО «Оптоэлектронные Системы»

Организации Министерства промышленности и Госкомвоенпрома

## **ГОТОВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Для 25,0 % продуктов и технологий возможно серийное производство

Для 3,1 % продуктов и технологий имеется опытный образец

Для 12,5 % продуктов и технологий имеется экспериментальный образец

Для 9,4 % продуктов и технологий имеется идея, концепция

## **КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Кадры имеются для реализации 60,0 % продуктов и технологий

Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки для реализации 6,3 % продуктов и технологий

## **СУММАРНАЯ ЕМКОСТЬ РЫНКА** на 2021–2025 гг. (млрд долл. США)

10 427,90, из них:

8065,67 — другие рынки

2114,96 — ЕС

65,08 — СНГ (без РФ и РБ)

176,27 — РФ

6,91 — РБ

**Таблица 6. Перспективные продукты, технологии и услуги (КП НТП)**

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
<b>Робототехника в отраслях экономики</b>			
1.	Элементная база робототехнических систем, обеспечивающая увеличение быстродействия, надежности, энергоэффективности, устойчивости к различным воздействиям	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> ОАО «ИНТЕГРАЛ»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ
2.	Робототехнические комплексы с интеллектуальными системами управления	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
3.	Мехатронные системы и технологии	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
4.	Сельскохозяйственные роботы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
5.	Безлюдные комплексы управления процессами (посадка, контроль, уборка урожая сельскохозяйственных культур)	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
6.	Медицинские роботы (хирургический, робот-помощник для лежачих пациентов и людей с ограниченными возможностями)	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Конструкционные материалы и технологии</b>			
1.	Композиционные и «умные» материалы	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, БГУ, БГТУ
2.	Композиционные материалы с заданными функциональными свойствами	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси», ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ
3.	Порошковые композиционные материалы, включая покрытия	<i>Возможно серийное производство:</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ
4.	Аддитивные технологии создания объектов из композиционных и конструкционных материалов с заданным пространственным распределением физико-химических свойств	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси», УО «Белорусский государственный технологический университет»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, БГТУ

Продолжение таблицы 6

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
5.	Топологическая оптимизация объектов аддитивного производства	<i>Возможно серийное производство:</i> Организации Министерства промышленности и Госкомвоентпрома	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ, Витебский государственный технологический университет, Брестский государственный технический университет
6.	Магнитные нанокompозиты с подстраиваемыми магнитными и проводящими свойствами для применения в наноэлектронике, приборостроении, авиакосмической технике и станкостроении	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет
7.	Новые порошковые материалы, в том числе для аддитивных технологий	<i>Возможно серийное производство:</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ
8.	Изделия из композитных материалов, производимые на предприятиях в различных секторах экономики с применением всех современных технологий, известных и применяющихся в мировой практике	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> УО «Витебский государственный технологический университет», ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси», ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> Витебский государственный технологический университет
9.	Материалы для аддитивных технологий	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
10.	Нанокompозиты на основе углеродных наноструктур для разработки элементной базы электроники; новые микроэлектронные устройства на основе графена, углеродных нанотрубок	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
11.	Эффективные конструкционные материалы (композиты, металлы, промышленная керамика и др.) и технологии их производства	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
12.	Послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3D-технологий	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Источники питания</b>			
1.	Наногенераторы	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ
2.	Твердотельные (неэлектрохимические) накопители энергии	<i>Сведения отсутствуют</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ

Продолжение таблицы 6

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
3.	Системы аккумулирования электрической энергии	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Датчики</b>			
1.	Элементы микроэлектроники на технологической платформе «нитрид галлия на кремнии»	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР
2.	Многослойные и наноструктурированные компоненты оптоэлектронных устройств	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Оптоэлектронные системы»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, БГУ, БГТУ
3.	Наносенсоры	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но есть возможность подготовки:</i> БГУ, БГУИР
4.	Интегральные схемы управления питанием	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> ОАО «ИНТЕГРАЛ»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ
5.	Технология создания и серийное производство приборов СВЧ и силовой электроники, сенсоров и оптоэлектронных приборов на основе широкозонных полупроводников: нитрид галлия (GaN), карбид кремния (SiC), соединений III-V групп (арсенид галлия (GaAs), фосфид индия (InP)), сформированных на кремниевых пластинах, с нанесенным на поверхность эпислоем (толщиной до нескольких мкм) основного соединения	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Минский НИИ радиоматериалов», ГНУ «Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси», ОАО «ИНТЕГРАЛ», УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»	<i>Кадры имеются:</i> БГУИР, БНТУ, БГУ
6.	Микроэлектромеханические системы (МЭМС, MEMS) и оптические (оптоволоконные) МЭМС	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
7.	Сенсоры и MEMS-структуры на основе кремниевой технологии	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Компьютерные программы</b>			
1.	Искусственный интеллект и нейронные сети	<i>Возможно серийное производство:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ, Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет, Витебский государственный технологический университет, Брестский государственный технический университет, компании ПВТ	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ, Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет, Могилевский государственный университет, Витебский государственный университет
2.	Интернет вещей	<i>Экспериментальный (макетный) образец</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БГУ, БГУИР
3.	Распознавание и синтез речи	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	

**Окончание таблицы 6**

<b>№</b>	<b>Наименование продукта, технологии</b>	<b>Возможные производители</b>	<b>Наличие кадров</b>
4.	Интеллектуальное человеко-машинное взаимодействие	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
5.	Система управления мобильными робототехническими комплексами различного применения	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	



**ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ  
(композиционные материалы, высокопрочные чугуны и др.)**

<b>Материалы для различных отраслей экономики</b>	
магнитные нанопорошки для медицинских применений	эффективные конструкционные материалы (композиты, металлы, промышленная керамика и др.) и технологии их производства П
композиционные и «умные» материалы	
композиционные материалы с заданными функциональными свойствами	«умные» полимерные материалы с заложенной функцией самопереработки П
материал «МОНИКА» с особыми свойствами П	пористые порошковые материалы П
порошковые композиционные материалы, включая покрытия	материалы для аддитивных технологий П
наномодифицированные магнитомягкие материалы	новые материалы для детекторов ионизирующих излучений, новые детекторные технологии П
энергонасыщенные гетерогенные композиционные материалы	люминесцентные наноматериалы П
магнитные нанокомпозиты с подстраиваемыми магнитными и проводящими свойствами для применения в нанoeлектронике, приборостроении, авиакосмической технике и станкостроении	новое поколение волокнистых полуфабрикатов и целлюлозных композитных материалов П
наноструктуры на основе тонких пленок с магнитоанізотропными свойствами	солнечный элемент диодного типа на основе тонких пленок с высоким коэффициентом поглощения
новые порошковые материалы, в том числе для аддитивных технологий	<b>Архитектура и строительство</b>
пассивные высокочастотные (ВЧ) элементы и сверхвысокочастотные (СВЧ) ускоряющие системы ускорителей элементарных частиц (коллайдеров)	модифицированный керамзитопенобетон повышенной прочности с высокими теплоизоляционными свойствами и конструкции наружных ограждений зданий на его основе
приборы и устройства на основе 2D (двумерных, слоистых) материалов (графен, халькогениды переходных металлов). Методика изготовления приборных структур на основе слоев графена, выращенных на кремниевой подложке (2D-on-Si), обеспечивающих совместимость с КМОП-технологическими процессами	стеклофибробетон
нанокомпозиты на основе углеродных наноструктур для разработки элементной базы электроники; новые микроэлектронные устройства на основе графена, углеродных нанотрубок	пеностекло
	технологии производства наномодифицированных добавок для бетона и их промышленного использования при строительстве зданий и сооружений
	модифицированные углеродные нанотрубки П
	композитные материалы П
	модифицированный бетон, модифицированные сухие и жидкие строительные смеси П
	клея и клеевые технологии на основе углеводородных соединений П
	эффективные звукоизоляционные материалы и конструкции для зданий и сооружений П
	напрягающие бетоны с наполнителем из неметаллической фибры П

п – перспективные до 2040 г. продукты, технологии, услуги

**ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ (продолжение)**



Рис. 7. Структура комплексного «проекта будущего» «Инновационные конструкционные материалы с заданными свойствами»

## **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ**

### **Министерство промышленности, концерн «Белнефтехим», НАН Беларуси**

ГУ «Институт НИИСМ», ОАО «Гомельстекло», предприятия текстильной промышленности (ОАО «Моготекс», ОАО «Белфа», ОАО «Світанак», ОАО «Полесье» и др.), Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси», ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси», ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси», ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

## **ГОТОВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Для 28,6,3 % продуктов и технологий возможно серийное производство

Для 16,1 % продуктов и технологий имеется опытный образец

Для 3,6 % продуктов и технологий имеется экспериментальный образец

Для 3,6 % продуктов и технологий имеется идея, концепция

## **КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Кадры имеются для реализации 33,9 % продуктов и технологий

Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки для реализации 16,1 % продуктов и технологий

Кадры отсутствуют и отсутствует возможность их подготовки для реализации 1,8 % продуктов и технологий

## **СУММАРНАЯ ЕМКОСТЬ РЫНКА** на 2021–2025 гг. (трлн долл. США)

32,53, из них:

26,94 — другие рынки

4,70 — ЕС

0,29 — СНГ (без РФ и РБ)

0,57 — РФ

0,03 — РБ

**Таблица 7. Перспективные продукты, технологии и услуги (КП НТП)**

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
<b>Строительные материалы и технологии</b>			
1.	Модифицированный керамзитопенобетон повышенной прочности с высокими теплоизоляционными свойствами и конструкции наружных ограждений зданий на его основе	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГУ «Институт НИИСМ»	<i>Кадры имеются:</i> Брестский государственный технический университет, БНТУ, Полоцкий государственный университет
2.	Стеклофибробетон	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БНТУ, Белорусский государственный университет транспорта
3.	Пеностекло	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Гомельстекло»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, Белорусский государственный университет транспорта
4.	Технологии производства наномодифицированных добавок для бетона и их промышленного использования при строительстве зданий и сооружений	<i>Возможно серийное производство:</i> Предприятия Республики Беларусь и Российской Федерации, производящие наномодулирующие добавки	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БНТУ, Белорусский государственный университет транспорта
5.	Модифицированные углеродные нанотрубки	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
6.	Композитные материалы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
7.	Модифицированный бетон. Модифицированные сухие и жидкие строительные смеси	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
8.	Клея и клеевые технологии на основе углеводородных соединений	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
9.	Эффективные звукоизоляционные материалы и конструкции для зданий и сооружений	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
10.	Напрягающие бетоны с наполнителем из неметаллической фибры	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Легкая промышленность</b>			
1.	Новые виды технического текстиля и нетканых материалов для использования в сельском хозяйстве и мелиорации	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «МОГОТЕКС», ОАО «Пинема», ООО «Нетканый мир», ЧП «Геотекстиль», ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей», ОАО «БелФА», ОАО «СветлогорскХимволокно», ОАО «Могилевхимволокно», ОАО «Пинские нетканые материалы», ОАО «АЛБ-импэкс»	<i>Кадры имеются:</i> Витебский государственный технологический университет, БГТУ, Могилевский государственный университет продовольствия, БГАТУ

Продолжение таблицы 7

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
2.	Текстильные полотна и изделия с повышенными теплозащитными свойствами	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «СветлогорскХимволокно», ОАО «Полесье», ОАО «Моготекс», ОАО «Белфа», ОАО «8 Марта», ОАО «Світанак», ОАО «Полесье» и др.	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Витебский государственный технологический университет, БГТУ, Могилевский государственный университет продовольствия, БНТУ
3.	Текстиль с мембранным покрытием, в том числе обладающий избирательной проницаемостью (минимальная влаго- и воздухопроницаемость при максимальной паропроницаемости)	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> ОАО «Моготекс», ОАО «Белфа», ОАО «Світанак», ОАО «Полесье»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия, БГТУ
4.	Материалы и изделия медицинского или косметологического назначения из нановолокнистых материалов или с нановолокнистыми покрытиями	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Лента», ОАО «СветлогорскХимволокно», ОАО «БПХО», ОАО «Белмедпрепараты». Имеется опыт производства материалов с нановолокнистыми покрытиями и соответствующее оборудование в ОАО «Завод горного воска». Серийно материалы не выпускаются	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия
5.	Синтетические нити и волокна для производства изделий с повышенными гигиеническими свойствами. Текстильные полотна и изделия на их основе	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Лента», ОАО «СветлогорскХимволокно», ОАО «Белмедфарм», ОАО «Світанак», ОАО «8 Марта», ОАО «МогилевХимволокно». Выпуск данного ассортимента нитей освоен в ОАО «СветлогорскХимволокно». Освоение выпуска изделий происходит в настоящее время на ряде текстильных предприятий Республики Беларусь	<i>Кадры имеются:</i> Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия, БГТУ
6.	Текстильные нити, полотна и изделия из них с повышенными антистатическими и/или экранирующими свойствами за счет введения в их структуру электропроводящих волокон или нитей (углеродных, углеродосодержащих, металлических, металлизированных и др.) или за счет металлизированных покрытий (в том числе нанопокровтий)	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ», НИ РУП «Центр научных исследований легкой промышленности», ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей», ОАО «СветлогорскХимволокно», ОАО «Моготекс», ОАО «Лента», научно-технологические парки, новые предприятия малого и среднего бизнеса («стартапы»).	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия, БГТУ, БНТУ

Продолжение таблицы 7

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
7.	Текстильные полотна и изделия с вложением льняного волокна до 100 %, выработанные с использованием современных ферментных препаратов на различных этапах технологического процесса (от подготовки к прядению до отделки швейных изделий)	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Кореличи-Лен», ОАО «Кохановский льнозавод», ОАО «Лиозненский льнозавод», ОАО «Миорский льнозавод», ОАО «Ореховский льнозавод», РУПТП «Оршанский льнокомбинат», ОАО «Пружанский льнозавод», ОАО «Слуцкий льнозавод», швейные предприятия Республики Беларусь	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия, БГТУ
8.	Технология производства текстильных изделий, изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения из короткого льна	<i>Возможно серийное производство:</i> РУПТП «Оршанский льнокомбинат», ОАО «Лента», ОАО «Белмедпрепараты», ОАО «БПХО»	<i>Кадры имеются:</i> Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия, БГТУ
9.	Льняная целлюлоза из отходов переработки льна с последующим формированием нити	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Воложинский льнокомбинат» (выпуск котонизированного волокна), РУПТП «Оршанский льнокомбинат», Светлогорский ЦКК, ОАО «Гомельлен»	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БГУ, БГТУ, Витебский государственный технологический университет, Могилевский государственный университет продовольствия
10.	Изделия (одежда, обувь, постельное белье, элементы интерьера и др.) с интегрированными электронными устройствами. Продуктовые группы — «умные» (интеллектуальные) ткани (на основе технологий типа smartfabric (smart-shirt)) различного назначения (медицина, одежда для защиты от воздействия пониженных температур, декоративные изделия и др.), выработанные с использованием материалов с эффектом памяти формы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
11.	Электропроводящие нити для создания «умного» текстиля	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
12.	Технологии микрокапсулирования при создании нитей для белья и корсетных изделий. Модифицирование микрокапсулами материалов с изменяющимся фазовым состоянием для придания изделиям терморегулирующих свойств	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Материалы для различных отраслей экономики</b>			
1.	Магнитные нанопорошки для медицинских применений	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры имеются:</i> Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет, БГУ



Продолжение таблицы 7

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
2.	Композиционные и «умные» материалы	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ, БГУ, БГТУ
3.	Композиционные материалы с заданными функциональными свойствами	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси», ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БГУИР, БНТУ
4.	Порошковые композиционные материалы, включая покрытия	<i>Возможно серийное производство:</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ
5.	Наномодифицированные магнитомягкие материалы	<i>Возможно серийное производство:</i> ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению», швейцарская компания «Stadler Rail», Датунская электровозостроительная компания (КНР)	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, БНТУ, БГУИР
6.	Энергонасыщенные гетерогенные композиционные материалы	<i>Экспериментальный (макетный) образец:</i> Белорусский национальный технический университет, ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»	<i>Кадры отсутствуют, и отсутствует возможность их подготовки</i>
7.	Магнитные нанокompозиты с подстраиваемыми магнитными и проводящими свойствами для применения в наноэлектронике, приборостроении, авиакосмической технике и станкостроении	<i>Идея, концепция</i>	<i>Кадры имеются:</i> БГУ, Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет
8.	Наноструктуры на основе тонких пленок с магнитоанизотропными свойствами	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> НИИ «Институт ядерных проблем» БГУ	<i>Кадры имеются:</i> Гомельский государственный университет, Гродненский государственный университет, БГУ
9.	Новые порошковые материалы, в том числе для аддитивных технологий	<i>Возможно серийное производство:</i> Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии	<i>Кадры отсутствуют, но существует возможность их подготовки:</i> БНТУ
10.	Солнечный элемент диодного типа на основе тонких пленок с высоким коэффициентом поглощения	<i>Возможно серийное производство:</i> Группа компаний «Изовак», филиалы ОАО «ИНТЕГРАЛ», ГНПО «Планар»	<i>Кадры имеются:</i> БГУИР, БНТУ, БГУ



Продолжение таблицы 7

№	Наименование продукта, технологии	Возможные производители	Наличие кадров
11.	Материал «МОНИКА» с особыми свойствами	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
12.	Эффективные конструкционные материалы (композиты, металлы, промышленная керамика и др.) и технологии их производства	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
13.	«Умные» полимерные материалы с заложенной функцией самопереработки	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
14.	Пористые порошковые материалы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
15.	Материалы для аддитивных технологий	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
16.	Новые материалы для детекторов ионизирующих излучений, новые детекторные технологии	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
17.	Люминесцентные наноматериалы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
18.	Новое поколение волокнистых полуфабрикатов и целлюлозных композитных материалов	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
19.	Пассивные высокочастотные (ВЧ) элементы и сверхвысокочастотные (СВЧ) ускоряющие системы ускорителей элементарных частиц (коллайдеров)	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
20.	Приборы и устройства на основе 2D (двумерных, слоистых) материалов (графен, халькогениды переходных металлов). Методика изготовления приборных структур на основе слоев графена, выращенных на кремниевой подложке (2D-on-Si), обеспечивающих совместимость с КМОП-технологическими процессами	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
21.	Нанокompозиты на основе углеродных наноструктур для разработки элементной базы электроники; новые микроэлектронные устройства на основе графена, углеродных нанотрубок	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Нефтехимическая промышленность</b>			
1.	Новые ассортименты термостабильных, высокопрочных композиционных материалов на основе выпускаемых в настоящее время углеродных материалов и современных связующих	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «СветлогорскХимволокно»	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ, Могилевский государственный университет продовольствия
2.	Технология производства полиэфирных и полиамидных волокон и нитей, модифицированных наночастицами различной природы	<i>Возможно серийное производство:</i> ОАО «Могилевхимволокно», филиал «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот»	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ, Могилевский государственный университет продовольствия

**Окончание таблицы 7**

<b>№</b>	<b>Наименование продукта, технологии</b>	<b>Возможные производители</b>	<b>Наличие кадров</b>
3.	Ненасыщенные полиэфирные смолы — высокоэффективное связующее для композиционных материалов	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> Возможно наладить производство в ОАО «Лакокраска» (г. Лида)	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ
4.	Технология производства терефталевой кислоты	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ОАО «Могилевхимволокно»	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ
5.	Мембранные материалы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
6.	Резольные смолы с особыми свойствами специального назначения	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
7.	Наноразмерные катализаторы для переработки углеводородного сырья	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
8.	Каталитические материалы	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
9.	Синтетические каучуки из диеновых мономеров	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	
<b>Пищевая промышленность</b>			
1.	Инновационные упаковочные материалы. Технологии производства биоцидной, антиокислительной и иных видов упаковки, активно защищающих продукты питания от порчи	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> УО «Белорусский государственный технологический университет»	<i>Кадры имеются:</i> БНТУ
<b>Транспорт и коммуникации</b>			
1.	Технология несущих конструкций транспортных единиц на основе новых неметаллоемких материалов, в том числе из углеволокна и иных композитных и наноструктурированных материалов	<i>Опытный образец (опытная партия):</i> ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»	<i>Кадры имеются:</i> БГТУ, БНТУ
2.	Материалы для будущих высокоэффективных аккумуляторов электромобилей	Перспективные до 2040 г. продукты (технологии)	

Дополнительно государственными органами и организациями были предложены следующие перспективные «проекты будущего».

1. Создание роботизированных комплексов для добычи ископаемых открытым способом (ОАО «БЕЛАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ»).

2. Создание производства карьерного транспорта повышенной экономичности с сокращенным выбросом вредных веществ в атмосферу с применением альтернативных видов топлива (ОАО «БЕЛАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ»).

3. Создание и освоение производства карьерной техники, работающей от альтернативных источников энергии (ОАО «БЕЛАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ»).

4. Разработать, изготовить и испытать экспериментальный образец грузового электромобиля (ОАО «МАЗ» — управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ»).

5. Организация производства суперконденсаторов, оборудования и материалов для рельсового транспорта (ООО «Чэнду Синьджу Шелковый Путь Развитие»).

6. Новая отрасль машиностроения: Комплексное развитие электротранспорта (НАН Беларуси, Минпром, Минтранс).
7. Создание научно-производственного предприятия по разработке и выпуску авиационной техники и ее компонентов (СЗАО «Авиационные технологии и комплексы»).
8. Новый космический аппарат дистанционного зондирования Земли сверхвысокого пространственного разрешения и создание космической системы на его основе (НАН Беларуси, Госкомвоенпром, Минпром).
9. Организация биофармацевтического производства лекарственных средств на основе рекомбинантных технологий и фракционирования плазмы крови, соответствующего требованиям GMP (ГУ «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских технологий»).
10. Создание инновационного кластера «Техника и технологии эндоваскулярной хирургии» (РНПЦ «Кардиология», БНТУ, ГП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»»).
11. «Умные» города Беларуси (Министерство связи и информатизации).
12. Многофункциональные полимерные композиты и готовая продукция для базовых отраслей (НАН Беларуси, Минпром, концерн «Белнефтехим»).
13. Композитные материалы специального назначения на основе карбида кремния (НАН Беларуси, Минпром).
14. Создание научно-производственного предприятия по инжинирингу и выпуску изделий из композиционных материалов (НП ООО «Композитные конструкции»).
15. Развития металлургического производства плоского стального проката в Республике Беларусь (ООО «ММПЗ-групп»).
16. Строительство азотного комплекса, по проспекту Космонавтов, 100, в г. Гродно (концерн «Белнефтехим»).
17. Развития металлургического производства плоского стального проката в Республике Беларусь (концепция) (ООО «ММПЗ-групп»).
18. Организация производства тонкопленочных солнечных батарей из селенида-меди-индия-галлия (CIGS) производственной мощностью 50 МВт (ООО «СИГИКОП-Высокие технологии»).
19. Создание завода по производству солнечных панелей мощностью до 300 МВт в год (ЗАО «РекомБел»).

### 1.3. Технологии, товары и услуги перспективные в долгосрочном периоде до 2040 г.

В долгосрочном периоде наиболее перспективными могут стать следующие товары и технологии.

В области *информационно-коммуникационных, авиакосмических и междисциплинарных технологий*: национальное электронное правительство в целях формирования цифрового государства; беспилотные летательные аппараты для доставки пассажиров и грузов; компьютерное моделирование материалов и процессов; архитектура интеллектуальных пространств: «умный» город, «умная» улица, «умный» многоквартирный дом, «умный» индивидуальный дом.

В области *энергетики, экологии и рационального природопользования*: исследовательский ядерный реактор и центр ядерных исследований и технологий на его базе; технологии аккумулирования энергии с использованием водорода; системы обеспечения экологической безопасности и рекультивация полигонов, свалок, территорий и акваторий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, химическими и радиоактивными веществами; системы раннего обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В области *инновационных материалов*: эффективные конструкционные материалы (композиты, металлы, промышленная керамика); гибкая электроника на основе 2D-материалов; 3D-биопринтинг; электропроводящие нити для создания «умного» текстиля, технологии и оборудование для аддитивного производства в различных отраслях промышленности.

В области *биоинженерных, химических и медицинских технологий*: клеточные технологии для восстановления поврежденных органов и тканей; химиопрепараты, для изменения активности ферментов и рецепторов, включая препараты для целевой (таргетной) терапии онкологических заболеваний; технологии создания новых лекарственных средств методами биоинформатики (компьютерный драг-дизайн); клеточные технологии при трансплантации органов как альтернатива существующей иммуносупрессивной терапии.

В области *агропромышленных и продовольственных технологий*: сельскохозяйственные роботы; «умное» сельское хозяйство (Smart Agriculture); высокопродуктивные ферментные препараты для повышения эффективности пищевых производств; культивируемое (клеточное) мясо, выращиваемое в питательной среде.

В области *машиностроения, фотоники, микро-, опто- и СВЧ-электроники*: технология и оборудование для производства сталей и сплавов на основе электроэнергетики; дизельные двигатели современного экологического уровня (Euro-6 и выше — для автомобильного транспорта, Stage-5 и выше для внедорожной и сельскохозяйственной техники); лазерные и электронно-лучевые, электронно-ионные, электронно-плазменные технологии; медицинские роботы (хирургические, робот-помощник для лежачих пациентов и людей с ограниченными возможностями).

## 2. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА 2021–2025 ГГ.

Цель определения приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. состоит в обеспечении формирования государственной политики в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности в соответствующем периоде, в том числе в части приоритетного использования средств республиканского и местных бюджетов, выделяемых на научную, научно-техническую и инновационную деятельность, по соответствующим направлениям деятельности.

Приоритетные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. являются преемственными в отношении приоритетных направлений, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 гг.» и направлены на обеспечение выполнения индикаторов, предусмотренных Концепцией национальной безопасности.

Приоритетные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. разработаны с учетом Концепции национальной безопасности, предложений НАН Беларуси, предложений государственных органов и организаций всех форм собственности, а также КП НТП.

В условиях относительно небольших масштабов Республики Беларусь и ограниченности ресурсов стоит задача концентрации бюджетных средств на выполнении наиболее значимых для республики научных исследований, разработок и инноваций.

ГКНТ совместно с НАН Беларуси и заинтересованными государственными органами и организациями разработан проект указа Президента Республики Беларусь, включающий следующий перечень приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. с областями исследований и разработок.

### **1. Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии и основанные на них производства:**

- развитие информационного общества;
- аэрокосмические и геоинформационные технологии;
- искусственный интеллект и робототехника;
- большие данные;
- средства связи и методы передачи данных;
- информационно-управляющие системы;
- вычислительные средства;
- средства технической и криптографической защиты информации, криптология;
- «умный» город;
- электрические и беспилотные транспортные средства;
- лазерные, плазменные, оптические технологии и оборудование;
- микро-, опто- и СВЧ-электроника, фотоника, микросенсорика;
- наноматериалы и нанотехнологии, нанодиагностика;
- радиоэлектронные системы и технологии, приборостроение;
- мультимасштабные аддитивные технологии;
- математика и моделирование сложных функциональных систем (технологических, биологических, социальных);

– физика фундаментальных взаимодействий микро- и макромира, зарождающиеся технологии (квантовые, когнитивные, имплантируемые, антропоморфные).

## **2. Биологические, химические, медицинские и фармацевтические технологии и производства:**

– биотехнологии (геномные и постгеномные, клеточные, микробные, медицинские, промышленные);

– системная и синтетическая биология;

– персонафицированная медицина;

– фармацевтические субстанции и лекарственные средства;

– антибиотикорезистентность;

– искусственные ткани и органы;

– диагностика, медицинская профилактика и лечение заболеваний, медицинская реабилитация пациентов;

– экспертиза качества медицинской помощи;

– здоровье матери и ребенка;

– управление здоровьем и средой обитания человека, его здоровое и безопасное питание, активное долголетие;

– тонкий химический синтез;

– химические технологии и производства, переработка сырья, лесохимия, текстильные материалы с заданными свойствами.

## **3. Энергетика, экология и рациональное природопользование:**

– атомная энергетика, ядерная и радиационная безопасность;

– электропотребление, высокоемкие электронакопители, цифровизация электроэнергетических систем, топливные ячейки;

– новые виды энергетики («зеленая», «умная», гибридные);

– энергосбережение, повышение энергетической эффективности, возобновляемые источники энергии;

– транспортные системы, технологии и инфраструктура;

– биологическое и ландшафтное разнообразие, особо охраняемые природные территории, устойчивое воспроизводство и рациональное использование ресурсов растительного и животного мира, лесных ресурсов;

– полезные ископаемые и изучение недр;

– окружающая среда и климат;

– использование и (или) обезвреживание отходов;

– управление водными ресурсами;

– экологические и энергетические технологии в архитектуре, градостроительстве и строительстве, новые строительные материалы.

## **4. Машиностроение и инновационные материалы:**

– машиностроение и машиноведение;

– металлургические технологии;

– производственные и роботизированные комплексы;

– композиционные и многофункциональные материалы;

– медтехника и медицинские устройства;

– инженерия поверхности;

– износоусталостные повреждения и механотермодинамика материалов.

## **5. Агропромышленные и продовольственные технологии:**

– селекция и воспроизводство сельскохозяйственных растений и животных;

– сельскохозяйственная техника, машины и оборудование, точное земледелие;

– производительная способность почв;

- ветеринария;
- производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции.

**6. Обеспечение безопасности человека, общества и государства:**

- социогуманитарная, экономическая и информационная безопасность (человек, общество и государство, история, культура, образование и молодежная политика, физическая культура, спорт и туризм, управление техническими, технологическими и социальными процессами);
- научное и научно-техническое обеспечение национальной безопасности и обороноспособности государства;
- правоохранительная деятельность, судебная экспертиза, защита от чрезвычайных ситуаций.



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка Комплексного прогноза научно-технического прогресса для Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. осуществлялась во исполнение пункта 11 Плана мероприятий по выполнению пункта 2 Указа Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 гг.», утвержденного Заместителем Премьер-министра Республики Беларусь 3 июня 2015 г. № 34/310-141, и пункта 6 протокола заседания Совета Министров Республики Беларусь от 29 августа 2017 г. № 2.

Разработка КП НТП осуществлялась на основе методологии комплексного прогнозирования научно-технического прогресса для Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г., одобренной решением Коллегии ГКНТ (протокол от 6 июля 2018 г. № 5) и на заседании межведомственной рабочей группы по разработке Комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь.

Методология прошла верификацию экспертами международных форсайт-структур и Европейской экономической комиссией ООН.

При разработке КП НТП использованы представленные отраслевые планы и стратегии развития заинтересованных республиканских органов государственного управления и организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь.

Результатами КП НТП стали среднесрочный и долгосрочный прогнозы научно-технического прогресса. Среднесрочный КП НТП содержит в себе развернутую информацию по каждому из 302 объектов прогнозирования, появление которых на рынках предполагается с 2021 по 2025 гг., а также рейтинги объектов прогнозирования, отраслей и направлений научно-технологического развития. Долгосрочный КП НТП дополнительно включает рейтинг 338 объектов прогнозирования, появление которых на рынках предполагается с 2026 по 2040 гг.

В соответствии со статьей 9 «Организация прогнозирования научно-технического развития» Закона Республики Беларусь от 19 января 1993 г. № 2105-XII «Об основах государственной научно-технической политики» результаты КП НТП используются для обоснования государственной научно-технической политики.

Результаты КП НТП являются основой:

- для разработки документов стратегического планирования развития экономики Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г.;
- формирования ГПНИ, ГНТП, ГПИР; определения перспективных для республики наукоемких производств;
- принятия решений о необходимости создания венчурных фондов; определении направлений модернизации существующих производств и необходимости строительства новых;
- определения приоритетности финансирования разработок в научно-технической сфере;
- выработки направлений сотрудничества в рамках Союзного государства и программ международного сотрудничества.

Кроме того, результаты КП НТП могут представлять интерес для науки, образования, бизнеса, других заинтересованных сторон, и предназначены для использования:

- НАН Беларуси и вузами — в ходе определения приоритетных направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; востребованных направлений инновационной деятельности и разработок планов научных исследований; прорывных технологий для последующей разработки; необходимости создания кластеров организаций, занимающихся исследованиями в смежных областях наук;
- вузами и НАН Беларуси — для разработки и корректировки программ подготовки (переподготовки) кадров по перспективным направлениям, а также для формулировки тем дипломных и диссертационных работ по данным направлениям; для оценки потребности в кадровом потенциале и возможности подготовки специалистов разного уровня в новых областях;
- научно-исследовательскими и другими организациями — для разработки стратегий развития и инвестиционных проектов, направленных на инновационное развитие; для определения механизмов быстрого внедрения в производство результатов научных разработок;

– отдельными исследователями — для ознакомления с перспективами развития инноваций в области своих научных и профессиональных интересов и для определения тематики дальнейших исследований и разработок.

Финансовая поддержка перспективных инновационных технологий, товаров и услуг по приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности будет осуществляться в зависимости от соответствия конкретному технологическому укладу. Для технологий, товаров и услуг, соответствующих V и VI технологическому укладу, объем бюджетного финансирования будет составлять до 70 % общего объема финансирования. Для IV технологического уклада — 50 %, для III технологического уклада и ниже — 20 %.

Эффективное управление предприятиями, отраслью, страной в целом основывается на предвидении развития экономики. Для управления инновационным развитием нашей страны необходимо создание национальной системы технологического прогнозирования. Представленный Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь призван стать основой и инструментом для национальной системы технологического прогнозирования.

