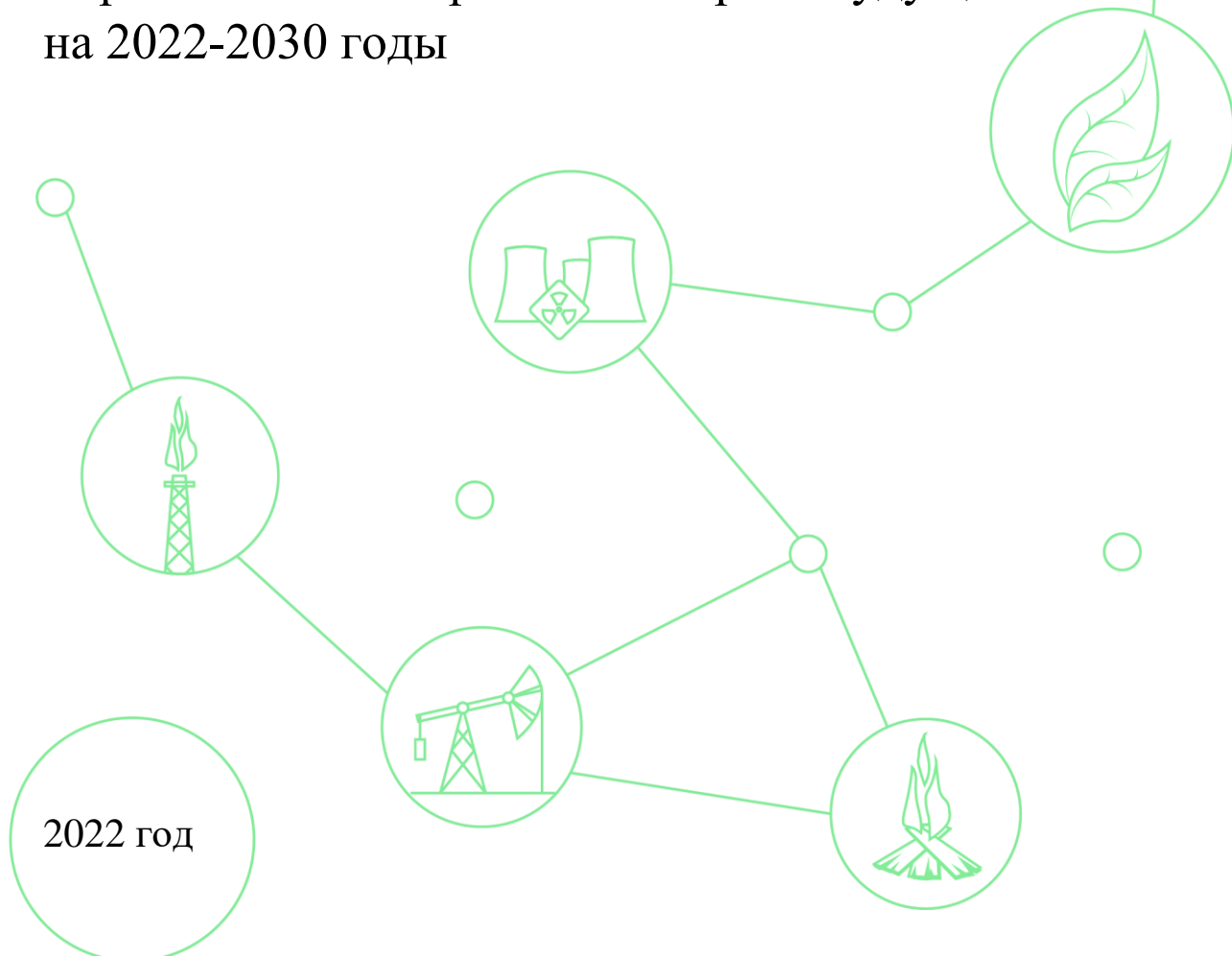


 **ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Программа реализации Стратегического проекта «Энергия будущего» на 2022-2030 годы



Программа реализации Стратегического проекта «Энергия будущего»

Направления Стратегического проекта

1. «Традиционная энергетика» – направление, связанное с повышением эффективности обращения с ископаемым топливом, внедрением комплексных моделей энергетического развития территорий, повышением надежности и цифровизацией энергетических систем, глубокой переработкой сырья и отходов в рамках газо-, нефте- и углехимии.
2. «Перспективная энергетика» – направление, связанное с развитием возобновляемых источников энергии, ядерной и термоядерной энергетики, радиоэкологии, ядерной и радиационной безопасности, вывода из эксплуатации объектов ядерной энергии.
3. «Водородная энергетика» – направление, связанное с научно-технологическими аспектами получения, транспортировки, хранения и использования водорода.

1. Термины и сокращения

Стратегический проект (СП) – комплекс проектов в рамках стратегического развития университета, объединенных по принципу совместной направленности на достижение уникального результата в заданное время и в рамках ограниченного финансирования. СП, как правило, охватывает несколько политик университета по основным направлениям деятельности.

Проект – взаимосвязанная совокупность действий, направленных на достижение одной или нескольких задач в рамках стратегического проекта.

2. Обоснование актуальности выбранного направления

Энергия занимает центральное место в преодолении практически всех вызовов, с которыми сегодня сталкивается человечество. Глобальный спрос растет, а обеспечение энергией и доступная цена энергоресурсов являются огромной проблемой, которая усугубляется необходимостью перехода на низкоуглеродную энергетику. От интеллектуальных систем эффективной добычи ископаемых топлив до новых принципов генерации, транспортировки и использования энергии, от возобновляемых и новых источников энергии до технологий улавливания, использования и хранения CO₂ – планируемые прикладные исследования сочетаются с прорывными инновациями. Ориентация на будущее имеет решающее значение и очевидна, включая ключевую роль в обеспечении устойчивого развития энергетической отрасли Российской Федерации.

Проект «Энергия будущего» идеально вписывается в междисциплинарный ландшафт исследований, разработок и образования Томского политехнического университета, с учетом существующих и создаваемых практик деятельности и трансформации университета. Реализация проекта будет способствовать дальнейшему укреплению нашей ведущей позиции в области повышения эффективности, устойчивой современной энергетики (QS Petroleum Engineering – 23-е место, первые в РФ) и декарбонизации в рамках глобального энергетического перехода – всех важнейших элементов в усилиях по достижению общей цели.

Принятое в 2015 г. Парижское соглашение, которое направлено на усиление глобального реагирования на угрозу изменения климата, стало новым драйвером низкоуглеродного развития мировой экономики. В контексте декарбонизации энергетической системы за последние годы наблюдается взрывной рост интереса со стороны промышленности, правительства и других заинтересованных сторон к эффективности преобразования энергии и расширению использования новых источников, включая водород, а также к

снижению углеродоемкости. К 2020 г. стратегии по переходу к низкоуглеродной энергетике приняли Япония, Южная Корея, Новая Зеландия, Австралия, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Германия, Европейский союз. Правительством РФ в 2020 г. также была принята Стратегия долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.

Мировой тренд на снижение доли углеводородной энергетики в общем мировом энергобалансе и введение трансграничных углеродных налогов являются серьезным вызовом для России – одного из крупнейших поставщиков нефти, газа и угля в мире. В то же время кардинальное изменение рынка энергии создает новые возможности для российских инновационных компаний сформировать и занять образующиеся новые рынки, в частности, рынки технологий, продуктов и услуг в областях поиска, разработки и глубокой переработки углеродсодержащего сырья, водородной и ядерной энергетики, возобновляемых источников, накопителей энергии.

В условия текущего энергоперехода для России критически важно сохранить лидирующую позицию рынка энергоресурсов и обеспечить сокращение издержек на их производство за счет создания и применения новых технологических решений. При решении этой задачи необходимо рассматривать энергетику РФ как единую систему и находить глобальные оптимумы во всех цепочках создания ценности на всех этапах жизненного цикла, включая добычу, переработку, использование и утилизацию энергоресурсов и сопутствующих отходов с учетом возможной синергии. Примером такого подхода может служить применение технологий, отработанных в нефте- и газодобыче, для геологического захоронения CO₂.

Современный энергетический комплекс России в большей степени составляют тепловые электрические станции, которые ежегодно выбрасывают в атмосферу миллионы тонн вредных веществ, что отрицательно сказывается на качестве жизни населения страны. Использование альтернативных энергетических технологий в повседневной жизни позволяет решить экологические проблемы городов. Наши усилия направлены на снижение углеродоемкости и расширение видов используемых традиционных и перспективных источников энергии в концепции циркулярной экономики в рамках приоритета стратегии научно-технологического развития России – «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии» для достижения Национальной цели, определенной в Указе Президента Российской Федерации № 474 от 21 июля 2020 года, «Комфортная и безопасная среда для жизни» в части улучшения качества городской среды и снижения выбросов опасных загрязняющих веществ. Проект соответствует по содержанию основным задачам национальных стратегических документов:

- Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года (Постановление Правительства РФ от 09.06.2020 г. № 1523-р);
- Концепции развития водородной энергетики России, утвержденной Правительством Российской Федерации №2162 от 5 августа 2021 года;
- Государственной программе Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» (Постановление Правительства РФ от 28.03.2019 г. № 338-19),
- Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г. (Постановление Правительства РФ от 25.01.2018 г. № 84-р),
- Основным направлениям государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года (Постановление Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р (ред. от 01.06.2021)) и т.д.

Детальный анализ современного уровня науки и техники, известных сценариев декарбонизации и их особенностей представлены в Приложении 0. Среди основных укрупненных трендов следует отметить использование водорода как безуглеродного энергоносителя и развитие водородных технологий на всех этапах его энергетического цикла; вовлечение отходов в энергетические циклы, в частности, в водородные; снижение выбросов парниковых газов, их улавливание, захоронение, переработка; использование возобновляемых источников и атомной энергии для получения безуглеродного топлива, в частности, на основе водорода; изменение структуры энергетического баланса с увеличением потребления электрической энергии и децентрализации энергосистем.

На текущий момент существует ряд технологий, требующих доработок, при этом отсутствуют механизмы работы с интегрированным жизненным циклом энергоресурсов, поэтому требуется проведение системных исследований и применение их результатов в реальном секторе экономики.

В глобальной мировой повестке развития энергетических технологий по вкладу в публикационную активность и цитируемость безусловным лидером является Китай, с явным отставанием второе место занимают США, Индия, с близким вкладом пятерку лидеров замыкают Россия и Великобритания. Также в числе ТОП-10 стран-лидеров присутствуют Германия, Республика Корея, Италия, Япония, Иран. В ТОП-20 организаций по вкладу в публикационную активность по энергетике входит 18 организаций Китая, одна организация из Франции, одна из Индии. Укрупненно аффилированная организация Российская Академия наук занимает 21 место. Томский политехнический университет занимает 181 позицию (лидирующую среди организаций в Томске); это четвертое место среди организаций из Российской федерации (первые три – это укрупненные аффилиации РАН и СО РАН; третье место – это Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет). ТОП-20 самых цитируемых статей в мире (охват с 2018 по 2021 годы) представляют собой обзоры в области технологий водородной энергетики, декарбонизации, использования возобновляемых источников энергии, накопителей энергии, материалов для энергетических технологий (катализаторы различного назначения, материалы компонентов устройств: возобновляемых источников, накопителей).

Развитием обозначенных выше технологий занимаются ряд международных консорциумов (Таблица 1)

Таблица 1. Международные консорциумы, осуществляющие деятельность в области энергетических технологий.

№	Название	Сайт
1	Международный консорциум "Объединенный промышленный комплекс"	https://consortium.pro/consortium/about/
2	Консорциум по энергоэффективности (CEE)	https://cee1.org/content/members
3	Международное партнёрство по сотрудничеству в области энергоэффективности (ИРЕЕС)	https://www.ipeec.org
4	International energy agency (IEA)	https://www.iea.org/
5	Международное партнерство в области водорода и топливных элементов в экономике	https://www.iphe.net/
6	Международный газовый союз	https://www.igu.org/
7	European Clean Hydrogen Alliance	https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance_en
8	Всемирная ассоциация ветроэнергетики (WWEA)	https://wwindea.org/
9	Международная ассоциация гидроэнергетики	http://www.hydropower.org

10	Международное общество солнечной энергии (ISES)	https://ises.org
11	Всемирный совет по возобновляемым источникам энергии	https://www.wcre.org/
12	Глобальная кампания 100% возобновляемых источников энергии	http://www.global100re.org/
13	Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA)	https://www.irena.org/
14	Международное агентство по атомной энергии (IAEA)	https://www.iaea.org/
15	Мировой энергетический совет (WEC)	https://worldenergy.org

При разработке реализации проанализированы аналитические исследования консорциумов и аутлуки глобальных энергетических корпораций по мировым трендам.

Таким образом выбранное технологическое направление СП «Энергия будущего» включено в глобальную научную и технологическую повестку, является нерешенным вызовом для всего человечества в уже известной перспективе 10-15 лет. При этом Томский политехнический университет занимает в предметной области лидирующие позиции в РФ, но уступает по уровню исследований и технологий Китайским коллегам (согласно оценкам публикационной активности и вклада, в развитие отрасли ученых различных стран и организаций).






В рамках подготовки программы реализации СП составлены и проанализированы списки ученых мира и ТПУ, ведущих исследования в области энергетики и экологии в зависимости от их публикационной активности за последние 5 лет (ТОП-500 авторов с их указанием их наукометрических показателей, а также Scopus ID). В рамках реализации СП рекомендуется использовать данный список при подготовке литературных обзоров, поиске партнеров, формировании консорциумов. Файлы расположены в общем дисковом пространстве ТПУ <https://file.tpu.ru/index.php/s/XH5V6pXLGHdX3P>

3. Описание направления СП

СП «Энергия будущего» предполагает создание и развитие новых технологий и их внедрение с вовлечением широкого круга различных групп сотрудников университета, в том числе молодых ученых и обучающихся, с расширением инфраструктуры и приборной базы университета, созданием специальных образовательных модулей и элементов цифровизации. В этой связи СП охватывает все политики университета (утв. Приложение 1. Программы развития ФГАОУ ВО НИ ТПУ на 2021-2030 годы): образовательная политика, научно-исследовательская политика и политика в области инноваций и коммерциализации разработок, молодежная политика, политика управления человеческим капиталом, кампусная и инфраструктурная политика, система управления университетом, финансовая модель университета, политика в области цифровой трансформации, политика в области открытых данных.

3.1. Место университета в предметной области направления СП


В ТПУ сформирован существенный задел по всем направлениям традиционной, ядерной и водородной энергетики. Получены фундаментальные знания и проработаны технические решения в области повышения эффективности и экологичности традиционных источников энергии. Например, с использованием всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем разработаны программы развития энергетики Томской и Сахалинской областей. В области вовлечения в топливно-энергетический баланс новых видов энергоресурсов разработаны технологии эффективного сжигания отходов


углеобогащения. В области термической конверсии низкосортных топлив и производственных отходов создан стенд газификации, позволяющий получать энергию и полезные продукты. В области нефтедобычи разработаны и внедрены цифровые технологии повышения эффективности добычи, например, цифровой керн и системы машинного обучения, новые методы повышения нефтеотдачи и вовлечения новых запасов в ресурсную базу страны (проект «Палеозой»). В области ядерных технологий нового поколения разработаны экономически обоснованные проекты компактных ядерных реакторов и подкритических сборок с внешней термоядерной накачкой, технологии производства изотопов для «ядерных» батарей нового поколения, технологии безопасного обращения с ядерными материалами и методы неразрушающего контроля качества топливныхборок. В области водородной энергетики созданы технологии получения водорода плазмохимической конверсией природного газа без выбросов CO₂, например на основе реактора с магнетронной плазмой, получения водорода газификацией с утилизацией выделяемого CO₂ на основе созданного комплекса газификации, создана методика получения водорода и ультрадисперсного углерода воздействием электродуговой плазмы на углеводородные отходы, созданы технологии генерации водорода при переработке биомассы и отходов, получения водорода электролитическим и фотокаталитическим методами на катализаторах из недорогих металлов. Сформирован существенный задел в научно-технических основах и технологиях очистки и хранения водорода с применением соединений на основе гидридообразующих металлов, углеродных наноматериалов и металл-органических конструкций, создания новых конструкционных материалов, устойчивых к воздействию водорода, тонкопленочных электролитов и протоннообменных полимерных мембран для топливных ячеек.

К уникальным ресурсам ТПУ относятся специализированное оборудование и комплексы, с том числе Исследовательский ядерный реактор «ИРТ-Т», включенный в перечень уникальных стендов и установок, установки плазмохимической конверсии, импульсные электронные и ионные ускорители, например циклотрон, вакуумные напылительные установки, комплексы для испытания топливных элементов, комплекс газификации твердых топлив, серия плазменных реакторов, всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем и др.


Сформированные заделы получены в плотной кооперации с институтами РАН, крупными компаниями и технологическим бизнесом, в том числе в рамках федеральных целевых программ и Проекта 5-100.





За последние 5 лет ТПУ получил более 150 патентов прямо или косвенно связанных с технологиями энергетики или их отдельными компонентами. В области технологического задела по патентам можно отметить ряд исследовательских групп ТПУ и их членов (Гусев А.С. – моделирование энергосистем, Гвоздяков Д.В. – распыление топлива; Горюнов А.Г. – физико-химические технологии ядерной отрасли, Губин В.Е. – переработка отходов, Кузнецов Г.В. – технологии сжигания, Лидер А.М. – технологии водородной энергетики, Пак А.Я. – утилизация отходов, Сивков А.А. – катализаторы для электролиза воды, Стрижак П.А. – технологии сжигания, Тюрин Ю.И. – взаимодействие водорода с металлами и другие авторы).



По публикационной активности и цитированию работ, аффилированных с ТПУ в обозначенной укрупненной группе тематик, касающихся СП «Энергия будущего», можно отметить следующие исследовательские группы и их руководителей/участников – авторов с H-индекс не менее 10 (Согласно международным базам данных): Semiletov, Igor P., Kuznetsov, G. V., Strizhak, Pavel A., Misyura, S. Y., Pestryakov, Alexey, Surmenev, R. A., Dudarev, Oleg V., Surmeneva, M. A., Oreshkin, V. I., Lyutakov Olesiy, Shakhova, Natalia E., Volkov Roman S., Glushkov D. O., Koval N. N., Postnikov Pavel S., Jayakody Dushantha Nalin K., Surzhikov Anatoliy P., Guselnikova Olga O., Remnev G. E., Feoktistov D. V., Ratakhin N. A., Tverdokhlebov Sergei Ivanovich, Zhironkin S. A., Lider Andrey Markovich, Lysenko Elena N., Trusova Marina E., Ryabchikov Alexander I., Ivashkina Elena N., Vershinina Ksenia Yu,




Nyashina Galina S., Lisitsyn Viktor M., Martyushev Nikita V., Cehlár, Michal, Piskunov Maxim V., Egorov Roman I., Syrtanov Maksim S., Sivkov A. A., Shanenkov Ivan, Chernozem Roman V., Syrodoi S. V., Arbutov Sergey I., Vysokomornaya Olga V., Boldyryev Stanislav A., Kashkarov Egor B., Solovyev Andrey A., Dudki, Gennady N., Kosmach, Denis A., Kletsel Mark Yakovlevich, Dolganova I. O., Antonov Dmitrii V., Strokova L. A., Frantsina, Evgeniya V., Di Martino Antonio, Sivin Denis, Muravyov Sergey V., Gutareva, Nadezhda Yu, Andreev Mikhail V., Rudmin M., Gusev A. S., Mazurov Alexey K., Dolganov, Igor M., Prokhorov, Anton Victorovich, Malyshev A. V., Ivashutenko A. S., Pak A. Ya, Polisadova Elena F., Oleshko Vladimir I.






3.2. Цель направления СП

Цель стратегического проекта – обеспечить технологический и кадровый задел для устойчивого перехода Российской Федерации к экологически чистой ресурсосберегающей энергетике, декарбонизации промышленности, повышения эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, развития новых технологий ядерной энергетике, формирования новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.




Содержание СП соответствует Национальной цели, определенной в Указе Президента Российской Федерации № 474 от 21 июля 2020 года, «Комфортная и безопасная среда для жизни» в части улучшения качества городской среды и снижения выбросов опасных загрязняющих веществ, целям Стратегии научно-технологического развития РФ, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 («Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии»), содержанию концепции развития водородной энергетики России, утвержденной Правительством Российской Федерации №2162 от 5 августа 2021 года.

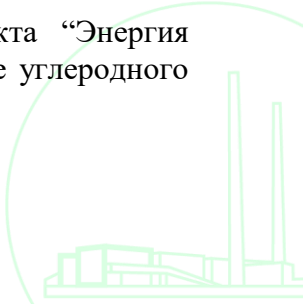
3.3. Задачи направления СП

- 
- 
1. Формирование научных заделов на ранних стадиях уровня готовности технологий в областях традиционной, ядерной и водородной энергетики в составе международных и российских исследовательских сетей на основе создания, верификации и применения комплексных численных моделей и цифровых технологий.
 2. Формирование, использование и тиражирование совместно с индустриальными партнерами новых форматов и моделей создания и трансфера передовых технологий, продуктов и услуг на основе уникальной инфраструктуры, ресурсной и компетентностной базы.
 3. Создание онтологий в отраслях топливно-энергетического комплекса Российской Федерации для комплексного развития территорий и содействия четвертому энергетическому переходу.
 4. Развитие, реализация и тиражирование новой парадигмы образования в области энергетики, основанной на системном подходе и понимании целостной цепочки создания ценностей.
 5. Формирование глобальной образовательной и научно-технологической повестки в областях топливно-энергетического комплекса совместно с членами консорциумов на базе создаваемых экспертных сообществ, коммуникационных площадок (клубов), рабочих групп органов власти.
- 

3.4. Предлагаемые подходы к решению задач направления СП



Основой реализации программы развития стратегического проекта “Энергия будущего” предлагается единая междисциплинарная концепция “Снижение углеродного следа и повышение эффективности энергетического комплекса”.



На основании проведенного комплексного анализа открытых источников, мировых трендов, возможных сценарных планов, отечественных и зарубежных национальных стратегий в направлении формирования энергополитики, а также внутреннего состояния, кадровой и ресурсной базы ТПУ, членов сетевых научных партнерств и пояса индустриальных партнеров выделено пять приоритетных укрупненных направлений развития стратегического проекта:

1. Разработка технологий получения водорода из отходов и природного газа, а также технологий улавливания, захоронения и/или переработки CO₂.
2. Создание технологических систем выделения, очистки, компримирования и хранения водорода.
3. Разработка углероднейтральных технологий энергоснабжения на ископаемых и возобновляемых источниках энергии.
4. Разработка ядерных технологий для снижения углеродного следа, повышения безопасности и надежности.
5. Повышение ресурсоэффективности и снижение углеродного следа при добыче и переработке полезных ископаемых.

В целях развития технологий новой энергетики для формирования и дальнейшего обеспечения индустрии фронтирными технологическими решениями и специалистами мирового уровня в ТПУ будут реализованы научные и образовательные мероприятия в сформулированных приоритетных направлениях:

- Проведение поисковых и прикладных междисциплинарных исследований в кооперации с командами из университета и инновационного окружения. Разработка и внедрение организационных моделей для проектов с низким уровнем TRL и обеспечения перехода проектов с TRL 0 до 6–7 с потенциалом коммерциализации. В рамках данного подхода совместно с индустриальными партнерами будет доведен до высокой стадии готовности технологии комплекс проектов, обеспечивающий опережающее развитие отечественной энергетики во фронтирных направлениях.

- Создание мультидисциплинарных распределенных исследовательских центров (R&D, лаборатории с участием ученых мирового уровня) для выстраивания стратегических партнерств с предприятиями реального сектора экономики в целях совместной разработки и коммерциализации исследовательских и образовательных продуктов университета, в целях апробации и комплексного внедрения суверенных технологий новой энергетики в реальном секторе экономики Российской Федерации.

- Внедрение в образовательную практику новой модульной системы организации основной образовательной программы. Цель новой системы организации основной образовательной программы – подготовка специалистов, способных к реализации профессиональной деятельности в постоянно изменяющихся условиях, к информационному поиску, освоению новых знаний и технологий реализации профессиональной деятельности, скоростной адаптации к постоянно изменяющемуся контексту профессиональной деятельности.

- Среди основных общепрофессиональных и профессиональных компетенций, формируемых в рамках образовательных модулей:

- управление проектами и эффективная координация фундаментальных и прикладных исследований в сфере энергетики;
- решение задач повышения надежности и эффективности энергоснабжения, уменьшения негативных воздействий на окружающую среду;
- проектирование систем энергоснабжения с элементами низкоуглеродной энергетики;
- владение навыками и идеологией системного и междисциплинарного подхода к решению проблем в профессиональной области.

- Создание и развитие коммуникационных и экспертных площадок на базе ТПУ для формирования глобальной образовательной и научно-технологической повестки в областях углероднейтрального топливно-энергетического комплекса.

- Формирование междисциплинарных проектных команд экспертов для создания онтологий в отраслях топливно-энергетического комплекса Российской Федерации в целях комплексного развития территорий и содействия четвертому энергетическому переходу.

- Обучение и переподготовка педагогического персонала для профессионального роста и международного признания, закрепление и привлечение талантливой молодежи. Создание новых направлений в образовательной и исследовательской повестке под проактивных членов коллектива университета.

- Создание комплексных инфраструктурных решений, включающих в себя все стадии жизненного цикла энергоресурса от добычи, производства до его эффективного потребления с минимальным углеродным следом, приведет к решению стратегической цели, а именно позволит осуществить переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.

3.5. Ограничения и препятствия достижения целей Направления СП

Отсутствие эффективных механизмов системного поиска и реализации проектов с начальных стадий TRL до уровней 4–5 и последующего взаимовыгодного привлечения промышленных партнеров для доведения технологий до коммерческого использования.

Отсутствие в ТПУ компетенций по полному спектру направлений, необходимых для проведения передовых научно-исследовательских работ и разработки востребованных технологий.

Слабая вовлеченность ТПУ в разработку комплексных программ развития, политик и стратегий государственных органов власти и крупных компаний в энергетических отраслях.

Недостаточно эффективная работа обеспечивающих служб ТПУ, снижающая скорость и эффективность принимаемых решений, требующая загрузки научного, педагогического, инженерно-исследовательского персонала обеспечивающей деятельностью.

Нестабильная геополитическая и экономическая обстановка, ограничивающая трансфер технологий и международные научные коммуникации.

3.6. Консорциумы и их компетенции для снятия ограничений

Создание и эффективная работа консорциумов и партнерств в областях энергетики с широким участием институтов РАН, промышленных партнеров, обладающих значительными компетенциями в области научных фронтов и трансфера технологий, позволит ликвидировать разрывы в непрерывной цепочке необходимых знаний и компетенций для реализации СП.

Консорциумы будут создаваться для достижения уникальных результатов. Базовым консорциумом будет являться Консорциум водородных технологий, включающий в себя основных партнеров и по другим ключевым инициативам (традиционная и ядерная энергетика). Предполагается трансформация основных направлений деятельности ТПУ на базе сквозной цифровизации в соответствии с политиками Программы развития университета.

3.7. Мероприятия по реализации задач и достижению целей направления СП

Планируется комплекс мероприятий по сформулированным приоритетным направлениям, включающий реализацию:

- мега-проектов для совместной с РАН и индустрией разработки и коммерциализации исследовательских и образовательных продуктов университета на российском и международном энергетическом рынке;
- проектов прикладных исследований и “посевных” проектов с вовлечением широкого круга междисциплинарных коллективов ТПУ, в том числе молодых ученых и обучающихся;
- научных конференций и круглых столов, в том числе молодежных;
- развитие моделей консорциумного взаимодействия с промышленными и научными партнерами (в рамках реализуемых проектов);
- создания аутлуков, повышение квалификации экспертов из числа сотрудников ТПУ, экспертов за периметром ТПУ, в том числе из организаций – научных и индустриальных партнеров;
- разработка уникальных междисциплинарных образовательных модулей.

На основе сведений о современных научных и технологических трендах, известных в мире сценариев и программ декарбонизации сформирован перечень желаемых результатов и прогнозируемый возможный срок их достижения; желаемые результаты верифицируются с национальными стратегиями, индустриальными и научными партнерами, а также с разделами ТПУ. Верифицированные желаемые результаты являются предметом исследования и поводом для инициирования проекта в рамках комплекса мероприятий СП.

СП «Энергия будущего» предполагает следующие группы мероприятий (детализированные в дорожной карте Приложение 3):

Мероприятие 1. Мега-проекты (5-7 проектов)

В группе рассматриваются мега-проекты стратегического значения трех типов:

1. Лаборатории под руководством (с участием ведущих ученых мирового уровня)
2. R&D центры совместно с РАН для разработки и коммерциализации исследовательских и образовательных продуктов
3. Создание экспериментальных образцов (пилотных установок) по фронтальным технологиям в интересах крупных индустриальных партнеров

Проекты мероприятия 1 должны соответствовать направлениям, сформулированным в лотах. Продолжительность проекта 3 года с возможностью продления, финансирование от 20 млн рублей в год. Для каждого кандидатного проекта должны быть четко сформулированы уникальные результаты на всех этапах (в конце каждого календарного года), удовлетворяющие номенклатуре Программы Приоритет 2030. Поддержанные проекты должны играть ключевую роль в достижении университетом Результатов 2030, что должно быть отражено в представлении проекта.

В 2022 году на основании сделанного аналитического обзора мировых трендов, анализа направленных коллективами ТПУ инициатив с учетом интересов индустриальных партнеров сформирован кандидатный перечень проектов (Лоты) для рассмотрения на Экспертном совете стратегического проекта, включающего ведущих специалистов ТПУ, РАН, индустрии.

Экспертный совет на основании представления кандидатного проекта (защиты) руководителем принимает решение о соответствии проекта заявленному лоту, целям и задачам стратегического проекта, достижимости и уникальности планируемых результатов, в соответствии с номенклатурой Приоритет 2030, перспектив коммерциализации проекта, а также целесообразности и объемов финансирования из средств программы Приоритет 2030. Отобранные проекты представляются на Стратегический офис для утверждения финансирования. Стратегический офис определяет с учетом мнения Экспертного совета список рекомендуемых к поддержке Мега-проектов и размер их финансирования на период 2022-2024 годы.

Отклоненные на всех этапах проекты могут участвовать в иных конкурсах стратегического проекта, и после устранения замечаний могут быть рассмотрены дополнительно при наличии резерва средств.

Мероприятие 2. Проекты поисково-прикладного характера (10-12 проектов)

В рамках данного мероприятия рассматриваются прикладные проекты двух типов:

1. «Технологический вызов (решение гипотезы (проблемы), подтвержденной со стороны индустрии, обязательная правовая охрана результатов)» (3 года) - совместные с индустриальными партнерами технологии (первый год) и действующий лабораторный прототип (2 год), программы дополнительного профессионального образования (2 год), промышленные контракты, образовательный модуль.

2. «Прикладной проект совместно с индустриальным партнером и последующей реализацией РИД» (3 года, с продлением при переходе на TRL 5) - уникальное технологическое решение (1 год), патент на разработку (2 год), контракт с индустриальным партнером, программа дополнительного профессионального образования (3 год).

Рассматриваемые проекты должны соответствовать направлениям лотов и быть ориентированы на увеличение уровня готовности технологий в интересах предприятий ТЭК и работать на достижение результатов ТПУ в 2030 году. Преимуществом пользуются проекты, имеющие подтверждение заинтересованности со стороны индустриального партнера. Для каждого проекта должны быть четко сформулированы уникальные результаты, удовлетворяющие номенклатуре Программы Приоритет 2030.

Рекомендации по финансированию проектов на Стратегический офис будут сформированы на основании отбора проектов по результатам открытого конкурса. Отбор будет проведен как среди поданных ранее в виде инициатив или фундаментальных проектов, проанализированных и скорректированных заявителями в интересах генеральной цели стратегического проекта, так и вновь направленных в установленные сроки на конкурс.

Мероприятие 3. Прикладные проекты молодых ученых (без степени), аспирантов, студентов (10 проектов - молодые ученые, 10 проектов - студенты)

Проекты «Научный «посев» 1 (молодой ученый без ученой степени, аспирант)» (1-3 года, 0,5 – 0,8 млн руб. в год) – новые прикладные научные знания, публикуемые в международных журналах (или ВАК), подтвержденная гипотеза, работающий прототип устройства, модель, проектная работа со студентами (и/или школьниками), заявки на патенты и свидетельства о гос. регистрации программ для ЭВМ (ежегодно), очное участие на ведущих конференциях и форумах (ежегодно).

Проекты «Научный «посев» 2 (студент)» (1-2 года, 0,2 – 0,5 млн руб. в год) - новые прикладные научные знания, публикуемые в журналах (ежегодно), очное участие на ведущих международных конференциях и форумах (по завершению проекта), подтвержденная гипотеза, работающий прототип устройства, модель, поступление в магистратуру или аспирантуру ТПУ.

Открытый конкурс проектов проводится по лотам мероприятия 2. Отбор проводится по итогам открытого конкурса Экспертной комиссией с включением представителя от Центра научной карьеры.

Мероприятие 4. Научные мероприятия, конференции, форсайты

Планируется серия конференций, круглых столов, форумов, с участием промышленных и научных партнеров; в том числе запланированы мероприятия с участием студентов, аспирантов, молодых ученых. Решение об объеме выделяемых средств принимается Стратегическим офисом на основании представленной инициатором инициативы. На 2022 год запланировано проведение следующих мероприятий: Форсайт сессия «Энергетик будущего» (апрель), Ежегодный политехнический форум с лучшими образовательными и научно-исследовательскими практиками (сентябрь-октябрь), Взрослая конференция «Водород. Технологии. Будущее» (ноябрь), Молодежная конференция «Бутаковские чтения» (декабрь).

Мероприятие 5. Образовательные модули (8-10 модулей)

Инициация совместно с пакетом Заказов от промышленных партнеров либо интеграция в образовательный процесс университета в виде дополнительных модулей при согласовании со стратегическим проектом «Новое инженерное образование».

На основании современных образовательных и научных трендов, технологических достижений, известных в мире сценариев и программ на 2022 год сформирован перечень перспективных междисциплинарных образовательных модулей для интеграции в образовательный процесс как по ООП, так и по ДПОУ.

Перечень кандидатных модулей:

«Цифровизация в атомной промышленности»

«Цифровая энергетика»

«Водородные технологии»

«Улавливание, захоронение и утилизация CO₂»

«Методы ИИ и машинного обучения в нефтегазовой сфере»

Междисциплинарная программа «Введение в нефтегазовое дело. От геологии к планированию разработки»

«Вывод из эксплуатации объектов ядерной отрасли»

«Радиохимия»

«Циркулярная карбоновая экономика»

«Проектирование и строительство объектов использования атомной энергии».

Коллектив на разработку образовательного модуля будет отобран экспертной комиссией при участии руководителя СП «Новое инженерное образование» и директора Института развития инженерного образования.

Мероприятие 6. Разработка аутлуков, развитие экспертов в предметной области.

3.8. Ожидаемые результаты направления СП

Укрупненные ожидаемые результаты СП.

1. ТПУ - признанный экспертный и технологический центр формирования политик, норм, стандартов и требований в областях традиционной, перспективной и водородной энергетики, обеспечивает координацию системы научной поддержки стратегических решений государства и бизнеса в условиях глобального энергоперехода.

2. ТПУ – разработчик и правообладатель суверенных технологии для расширения ресурсной базы страны, глубокой переработки углеродсодержащие материалов, сквозной цифровизации энергетической отрасли, снижения антропогенного воздействия, «зеленой» ядерной энергетики, перехода к водородной экономике и создания новых источников энергии:

- 20% отработавших автомобильных шин перерабатывается без углеродного следа с получением полезной продукции по технологии, разработанной в ТПУ;

- ТПУ правообладатель 10% РИД от общего числа заявленных в Технологической стратегии развития водородной отрасли РФ;

- в 2 раза увеличено количество электрической энергии, получаемой в Российской Федерации из геотермальных источников по технологиям, разработанным в ТПУ;

- линейка компрессоров различной мощности для сжатия водорода;

- линейка технологических комплексов по разделению (выделению) водорода из смесей;

- применение ресурсоэффективных технологий ТПУ уменьшило выбросы CO₂ на 10% на нефтегазовых предприятиях в том числе за счет геологического захоронения CO₂;

- разработан отечественный автомобильный двигатель на метан-водородной смеси (водороде)

- 100% отходов лесопромышленного комплекса Томской области перерабатывается с использованием углероднейтральных технологий ТПУ

3. ТПУ – «идеолог» новых форматов взаимодействия с мировыми энергетическими компаниями для повышения скорости прохождения этапов уровня готовности технологий и экспорта высоких энергетических технологий.

4. ТПУ – автор новой модели энергетического образования, готовит студентов к формированию мировых трендов в исследовательской и технологической повестке, способных сразу после университета эффективно работать в разнообразных конфигурациях сложных инженерных объектов и производств полного жизненного цикла в интересах топливно-энергетического комплекса.

5. Сумма доходов по ставке составит к 2030 – более 1,4 млрд руб.

6. По результатам реализации проектов ставки «Энергетика будущего» планируется инициация создание (в рамках ФАИП) научного парка (в виде отдельного корпуса с общей площадью не менее 2000 м²) – R&D центра с полным обеспечением тепловой и электрической энергией на основе собственных технологий (в области сжигания топлив, солнечной и ветровой энергетики, аккумуляторных батарей, моделирующих комплексов, роботизированных и адаптивных систем) с нулевым углеродным следом.

Результатом реализации Стратегического проекта станет формирование точки роста экономики региона в сфере безуглеродной эффективной энергетики. Будут созданы новые суверенные технологии генерации, транспортировки, хранения и использования энергии, обладающие высоким экономическим потенциалом. В результате реализации проекта России займет достойное место в новой мировой экономике.

Декомпозиция и детализация результатов СП представлена в Приложениях 2 и 3 в составе дорожной карты и матрицы КРІ.

4. Дорожная карта реализации направления СП

Дорожная карта представлена в Приложении 3.

5. Влияние направления СП на трансформацию университета. Социально-экономические эффекты от реализации СП

Реализация СП «Энергия будущего» будет связана с процессами трансформации университета в соответствии с заявленными Политиками. Мероприятия СП будут проводиться в тесном взаимодействии представителей различных структурных подразделений ТПУ, а также с привлечением внешних специалистов и экспертов; к реализации мероприятий СП «Энергия будущего» будут привлекаться молодые ученые и обучающиеся ТПУ.

Реализация мероприятий СП «Энергия будущего» позволит апробировать и отточить модели, бизнес процессы взаимодействия со стратегическими партнерами, другими научными и учебно-научными организациями Томска, России и партнерами за границей. Интенсификация работы в области проведения НИР, ОКР, патентного дела потребует модернизации системы управления университетом.

Анализ мировых трендов, публикационной активности и цитируемости в предметной области в ТПУ и за периметром ТПУ в мире позволяет полагать, что реализация мероприятий СП «Энергия будущего» будет способствовать росту роли ТПУ в мировом научно-образовательном, технологическом рынках, росту роли ТПУ в достижении национальных целей в области декарбонизации, водородной энергетики и устойчивого развития энергетической отрасли РФ. Также предполагается, что реализация планируемых мероприятий обеспечит непрерывный плавный рост академической репутации ТПУ. Рост тренда в области декарбонизации и других вопросах устойчивого развития энергетической отрасли прогнозируется как устойчивый как минимум до 2050 года (в соответствии с известными программами, принятыми различными странами) в этой связи и рост значимости и востребованности результатов СП «Энергия будущего» должен не терять актуальность как минимум 13-15 лет.

С учетом лидирующих позиций ТПУ в РФ в предметной области СП и относительно невысоких позициях среди ведущих организаций мира, реализация мероприятий характеризуется высоким экспортным потенциалом (технологий энергетики, образовательных программ, моделей взаимодействий с промышленными партнерами, партнерами в консорциумах) на уровне страны, и невысоким потенциалом среди других стран, значительным потенциалом среди стран – аутсайдеров научно- технологического развития энергетической отрасли.

6. Ресурсы и инфраструктура для реализации направления СП

ТПУ характеризуется значительным заделом в предметной области в виде высокопрофессиональных, инженерных и педагогических кадров, уникальных стендов и установок, дорогостоящего оборудования центров коллективного пользования. Задел ТПУ обеспечит реализацию основных объемов работ силами университета.

При реализации мероприятий СП планируется привлечение специалистов из числа Российских и зарубежных научных партнеров, промышленных партнеров. Разработка и трансфер технологий предполагается при непосредственном участии и с использованием ресурсов промышленных партнеров.

Предполагается развитие инфраструктуры, приборной базы в пределах заявленной области знаний и кадрового потенциала ТПУ путем открытия новых исследовательских центров, приема в ТПУ ведущих исследователей и закупки оборудования (в рамках, обозначенных ниже мероприятий: в составе мега-проектов, проектов поисково-прикладного характера).

7. Структура затрат (Бюджет направления СП на 2022***)

Таблица 1. Бюджет направления СП (за 2022 год)

№	Мероприятие СП	Объем бюджетного финансирования, млн. руб.	Объем внебюджетного финансирования, млн. руб.
1	Мега-проекты (6-8 проектов)	185	66 (софин. 35%)
2	Проекты поисково-прикладного характера (12 проектов)	72	36 (софин. 50%)
3	Прикладные проекты молодых ученых, аспирантов, студентов (20 проектов)	10	0
4	Научные мероприятия, конференции	10	0
5	Образовательные модули/проектные кейсы (8-10 образовательных модулей)	10	4 (софин. 40%)
6	Создание аутлуков, развитие экспертов в предметной области	6	0
Итого		293,0	106 (софин. 36%)

8. Конечные заказчики результатов направления СП

Основными федеральными заказчиками результатов направления СП следует считать Минобрауки РФ (в отношении подготовки кадров высшей квалификации по технологическим направлениям СП), Минэнерго РФ (в отношении разработки и внедрения новых технологий и в отношении подготовки кадров высшей квалификации по

технологическим направлениям СП), промышленные партнеры как представители отрасли и рынка сырья, технологий, продуктов энергетической отрасли.

Ключевыми заказчиками технологических и интеллектуальных продуктов стратегического проекта являются как крупные корпорации, так и предприятия малого и среднего бизнеса:

- ГК Росатом;
- ПАО Газпром Нефть;
- ПАО Новатэк;
- ООО “Иркутская нефтяная компания”
- ПАО ФСК ЕЭС;
- АО Системный оператор ЕЭС;
- ПАО Интер РАО;
- ПАО Татнефть;
- ПАО Сибур;
- ПАО Северсталь;
- Группа НЛМК;
- ГК Омск Карбон Групп;
- ПАО Силовые машины;
- ООО Сибирский биоуголь;
- ООО Сибирский кедр
- и др.

9. Экспертиза Программы реализации направления СП, включая внешнюю

Программа реализации СП прошла экспертизу на уровне директоров школ по направлениям СП, управления по науке и трансферу технологий, Стратегического офиса; также программа прошла экспертизу с привлечением внешних научных экспертов (Российская академия наук - академик Алексеенко С.В., зарубежных ученых: член-корр. Национальной академии наук Беларуси Гринчук П.С., представителей ведущих Российских университетов: проф. проектного центра по энергетическому переходу и ESG-принципам Сколковского института науки д.ф.-м.н. Квашнин А.Г.), отдельные элементы программы прошли верификацию и экспертизу с участием промышленных партнеров (ПАО Татнефть - Айнуллов Т.С. (Руководитель направления по биотехнологическому направлению и композитным материалам Центра технологического развития), ООО Сибирский биоуголь - Гаспарян Г.Д.(генеральный директор, д.т.н.), Газпром Нефть НТЦ - Белозеров Б.В.(директор по развитию функции ГРП ПАО Газпром нефть),).

Перечень приложений*:

Приложение 0

Аналитическая записка о современных трендах науки и техники в заявленной области

Приложение 1

Матрица охвата направлением СП политик университета по основным направлениям деятельности

Приложение 2

Перечень уникальных результатов направления СП «Энергия будущего» по годам в увязке с таблицей Приложения №2 конкурсной заявки

Приложение 3

Дорожная карта реализации СП «Энергия будущего»

Приложение 4

Плановое финансовое обеспечение СП «Энергия будущего» по источникам

*Приложения могут быть предоставлены по запросу заинтересованных лиц