

Министерство образования и науки Республики Казахстан
**АО «Национальный центр государственной научно-технической
экспертизы»**

Описательная часть дорожной карты
по направлению «Безопасная, чистая и эффективная энергия»
под-направлению «Безопасная энергетика»

Астана, 2013 год

1. Паспорт Дорожной карты

| | |
|------------------------------------|--|
| Наименование Дорожной карты | Развитие безопасной энергетики в Казахстане на период до 2030 года |
| Основание для разработки | Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» |
| Разработчик | АО «Центр государственной научно-технической экспертизы» Министерство образования и науки Республики Казахстан |
| Цель Дорожной карты | Обеспечение устойчивого роста энергетического комплекса страны, основанного на безопасных и экологически чистых технологиях ядерной энергетики, востребованных внутренними потребителями и конкурентоспособных на внешнем рынке, с использованием наукоемких и ресурсосберегающих технологий. |
| Задачи Дорожной карты | <ol style="list-style-type: none">1. Разработка новой конструкции ядерных реакторов малой мощности с использованием ториевого цикла воспроизводства.2. Исследования процессов, связанных с холодным ядерным синтезом, и разработка технологий для производства энергии.3. Развитие генерирующих источников ядерной энергетики, связанных с разработкой топлива нового поколения и расширением приложения реакторов нового поколения.4. Исследование и разработка экологически безопасных технологий получения водорода.5. Исследования процессов и разработка технологии, связанных с физическим, химическим и массивным хранением водорода. |

Сроки реализации 2014–2030годы

Целевые индикаторы

В целях реализации задач, поставленных в Дорожной карте, будут достигнуты следующие целевые индикаторы:

- публикаций в международных изданиях - 40;
- патенты - 8;
- математическая модель и схема расчета - 5;
- блок-схема и программа решения задачи - 5;
- экспериментальная установка для проведения лабораторных опытов - 8;
- рабочие чертежи и проектно-сметная документация для изготовления лабораторной установки - 8;
- экспериментальные модели реакторов - 8;
- экспериментальная модель энергетической установки, связанной с холодным ядерным синтезом и водородными топливными элементами - 2;
- экспериментальная модель ядерного реактора малой мощности с использованием ториевого цикла воспроизводства - 1;
- экспериментальная модель для получения нового типа топлива – 1.

Источники и объемы финансирования

Предполагается бюджетное финансирование на основе программного и частно-государственного сотрудничества.

2.SWOT-анализ горно-металлургического комплекса и критических технологий

Из всех отраслей хозяйственной деятельности человека энергетика оказывает самое большое влияние на нашу жизнь. Прорывы в этой области имеют серьезные последствия. Тепло и свет в домах, транспортные потоки и работа промышленности – все это требует затрат энергии.

Основой энергетики сегодняшнего дня являются топливные запасы угля, нефти, газа, урана которые удовлетворяют примерно девяносто процентов энергетических потребностей человечества.

Наиболее универсальная форма энергии – электричество. Оно вырабатывается на электростанциях и распределяется между

потребителями посредством электрических сетей коммунальными службами. Потребности в энергии продолжают постоянно расти. Наша цивилизация динамична. Любое развитие требует, прежде всего энергетических затрат и при существующих формах национальных экономик многих государств можно ожидать возникновения серьезных энергетических проблем.

Хотя энергетика является стратегическим направлением развития нашей экономики, вопрос об энергоснабжении страны отодвинулся на второй план. Так получилось, что энергетика лишилась уполномоченного органа и управляется одним департаментом МИНТ РК. В тоже время Казахстан является энергетической державой и имеет в этом отношении огромный потенциал.

К числу крупнейших в мире производителей электроэнергии относятся США, Китай, Япония, Россия, Канада, Германия и Франция.

В начале нового века объем мировой торговли электроэнергией составил более 400 ТВт•ч и был на 25 % больше по сравнению с 1991 г. Таким образом, происходит существенное опережение темпов расширения международной торговли электроэнергией по сравнению с темпами роста ее производства.

За последние годы в структуре мирового и регионального производства электроэнергии произошли определенные изменения. Анализируя статистические данные, можно сделать ряд выводов, характеризующих развитие мировой энергетики, главные среди которых следующие:

- в абсолютном значении прирост мирового производства электроэнергии на ТЭС в 3 раза больше, чем на АЭС и ГЭС;
- увеличилось производство в мире электроэнергии, выработанной на базе ВИЭ;
- четверть всего прироста мирового производства электроэнергии на ТЭС и свыше пятой части на ГЭС приходится на долю Китая;
- доля стран-членов ОЭСР в мировом производстве электроэнергии составляет 65 %.

Особого внимания заслуживает анализ современного состояния атомной энергетики. Здесь наблюдается снижение темпов ввода новых генерирующих мощностей из-за сокращения темпов роста спроса на электроэнергию и негативного отношения к АЭС общественности ряда стран. Несмотря на это, атомная энергетика продолжает свое развитие, увеличивая вклад в общий электроэнергетический баланс мира. Кроме того, на основе научно-технического прогресса повышается уровень ее безопасности.

По состоянию на начало века в мире действовало 440 атомных энергоблока суммарной установленной мощностью 355 ГВт. Во многих странах мира атомная энергетика позволяет обеспечить необходимый уровень энергетической безопасности, располагать эффективной структурой топливно-энергетического баланса, не допускать чрезмерной

зависимости от импорта органического топлива и электроэнергии, выполнять свои обязательства перед мировым сообществом по ограничению и снижению выбросов в атмосферу «парниковых газов». Во многих странах мира электроэнергия, выработанная на АЭС, составляет значительную часть всей производимой ими электроэнергии.

Главными направлениями научно-технического прогресса в электроэнергетике в последние годы являлись:

- совершенствование эффективности парогазового цикла и увеличение на этой основе производства энергии;
- расширение использования высокоэффективного комбинированного производства электрической и тепловой энергии, в том числе на ТЭЦ малой и средней мощности с применением газотурбинного, парогазового и дизельного привода для централизованного и децентрализованного энергоснабжения;
- внедрение экологически чистых технологий на тепловых электростанциях, работающих на органическом топливе;
- повышение КПД и снижение себестоимости производства энергии на энергетических установках малой и средней мощности, работающих на нетрадиционных возобновляемых источниках энергии, а также использованием топливных элементов.

Особое значение научно-технический прогресс имеет для развития атомной энергетики. Он содействует улучшению отношения к ней мировой общественности, повышает уровень доверия к безопасности АЭС. Определенное влияние на изменение общественного мнения оказывает ужесточение требований по защите окружающей среды от вредных выбросов. Важным фактором развития атомной энергетики является также стремление стран-импортеров органического топлива ослабить зависимость от ввоза энергоносителей из других стран и тем самым повысить уровень своей энергетической безопасности. В настоящее время в мире сооружается более 60 атомных энергоблоков суммарной мощностью свыше 50 ГВт.

В электроэнергетической отрасли республики, как и во всех центральноазиатских государствах с обретением независимости наблюдаются следующие негативные явления в сфере энергетики:

- ✓ снижение объемов взаимопоставок энергоресурсов и сокращение геологоразведки и объемов добычи и переработки сырьевых ресурсов, вызванные прежде всего, взаимными и внутренними неплатежами и резким сокращением инвестиций в отрасль;
- ✓ повышение аварийности оборудования в связи с высоким уровнем износа и несогласованными действиями отдельных энергетических хозяйств;
- ✓ снижение общего резерва мощностей при разъединении энергетических систем;
- ✓ недостаточный учет проблем решения межгосударственных взаимосвязей при проведении реструктуризации и приватизации отраслей топливно-энергетического комплекса;
- ✓ неэффективное использование энергоресурсов и т.д.

Финансовое положение отрасли - одно из самых сложных среди других отраслей, а удельный вес прибыльных организаций составляет всего 33,9%. Численность промышленно-производственного персонала в производстве и распределении электроэнергии не более 80 тыс. человек или порядка 10% от общей численности промышленно-производственного персонала промышленности.

Непрерывное в течение десяти лет сокращение энергетического строительства при ухудшающемся техническом состоянии отрасли серьезно подрывает энергетическую безопасность страны. Приватизация не привела к реальным инвестициям, в результате чего имеет место серьезное отставание в техническом перевооружении предприятий.

На многих предприятиях оборудование физически и морально устарело, однако немногие из них выбывают по причине ветхости из-за длительного отставания ввода мощностей. Степень износа основных средств в производстве и распределении электроэнергии составляет 50-70%, при этом коэффициент обновления -3,6%, коэффициент ликвидации -3,4%. Износ оборудования электросетей составляет 60%, при этом потери энергии достигает 15-17%.

Система ограничительного регулирования тарифов в электроэнергетике в настоящее время не предусматривает на энергетическую продукцию инвестиционной составляющей в величине тарифов, что в совокупности с имеющимся кризисом неплатежей практически привело к свертыванию инвестиционной деятельности в отрасли.

Потеря старой системы финансирования строительства в электроэнергетической отрасли не была восполнена новой эффективной инфраструктурой. В связи с этим ближайшими мероприятиями по стабилизации инвестиционной деятельности остаются укрепление собственных источников финансирования и создание предпосылок для использования заемных средств.

Для активизации инвестиционной деятельности в отрасли необходима селективная поддержка с предоставлением налоговых льгот и преференций по проектам сооружения новых генерирующих мощностей. Дальнейшее развитие отрасли зависит от оптимизации структуры затрат, реализации инвестиционных программ, направленных на снижение производственных издержек субъектов естественных монополий, а также от проведения субъектами естественных монополий энергосберегающих мероприятий и внедрения энергосберегающих технологий.

Особое место занимает проведение гибкой тарифной политики на услуги по передаче электроэнергии, развитие эффективных схем замещения для стимулирования поставок электроэнергии с северных в южные и западные регионы страны.

Водород, имеющий высокий калорийный потенциал, рассматривается как носитель энергии, взаимно-конвертируемый с электричеством или теплом, основное назначение которого в энергетике – ее хранение и транспортировка, а также использование в качестве топлива для двигателей

водородного транспорта (автомобили, морские и подводные суда, железнодорожный транспорт, авиация, вспомогательный транспорт). Помимо этого применяется в технологических процессах производства бензина и аммиака. Несмотря на высокую стоимость затрат на производство водорода из воды, этот процесс оказывается экономически рентабельным при конверсии избыточно произведенного электричества. В связи с этим водородная энергетика неотрывно связана с возобновляемыми источниками энергии, такими как ветряки и солнечные генераторы, работающими в естественном нерегулярном режиме и производящими много избыточной энергии. Создание совместных парков ветряков и/или солнечных генераторов, электролитических установок конверсии электричества в водород и систем реконверсии водорода в электричество (топливных элементов) является промышленной реальностью в Европе, Северной и Южной Америке.

Водородная энергетика включает как составные элементы: экологически безопасное получение водорода; физическое, химическое и массивное хранение водорода; транспортировку водорода к потребителю с небольшими потерями; конверсию водорода в электричество; метанацию водорода; поиск геологических месторождений свободного водорода.

| Сильные стороны | Слабые стороны |
|---|--|
| <p>1. Развитая схема системообразующих линий электропередачи напряжением 220-500-1150 кВ;</p> <p>2. Централизованная система оперативного диспетчерского управления;</p> <p>3. Высокий научно-технический потенциал в энергетике, в том числе и ядерной энергетике;</p> <p>4. Наличие больших запасов топливно-энергетических ресурсов, в т.ч. урановых руд;</p> <p>5. Инвестиционная привлекательность отрасли, связанная с инвестиционной привлекательностью страны;</p> <p>6. Наличие опыта по научному сопровождению, проектированию и строительству энергетических станций различных типов, линии электропередачи и автоматизированной системы</p> | <p>1. Значительная выработка ресурса генерирующего оборудования, что ограничивает возможность производства электроэнергии действующими электростанциями;</p> <p>2. Дефицит маневренной генерирующей мощности для покрытия пиковых нагрузок, связанный с низкой долей гидроэлектростанций (около 12 %) в структуре генерирующих мощностей и отсутствие водородной энергетике;</p> <p>3. Неравномерность распределения генерирующих мощностей (42 % установленной мощности ЕЭС Казахстана сконцентрировано в Павлодарской области);</p> <p>4. Высокая степень изношенности электрических сетей региональных электросетевых компаний (65 – 70 %);</p> <p>5. Высокие потери при выработке, передаче и потреблении энергии;</p> |

| | |
|--|--|
| управления. | 6. Высокая себестоимость энергии на водородном и ядерном топливе; 7. Отсутствие механизмов, стимулирующих строительство новых генерирующих мощностей, в т.ч. с использованием ядерных источников энергии. |
| <p style="text-align: center;">Возможности</p> 1. Вовлечение Казахстана в глобальную энергетическую безопасность; 2. Наличие транзитных возможностей страны; 3. Наличие энергодефицита в сопредельных странах; 4. Возможность создания комбинированных комплексов с использованием ядерных технологии с ВИЭ и ТЭС; 5. Возможность выработки водорода как попутный продукт – экологическое топливо; 6. Возможность применения холодного синтеза; 7. Интеграция с мировой энергосистемой. | <p style="text-align: center;">Угрозы</p> 1. Ограниченность водных ресурсов и неравномерное их распределение по территории республики; 2. Зависимость Западной зоны ЕЭС Казахстана (Западно-Казахстанская, Атырауская области) от поставок электроэнергии из России; 3. Зависимость Южной зоны ЕЭС Казахстана от поставок электроэнергии из стран Центральной Азии; 4. Отсутствие собственных ядерных технологии; 5. По трансферу технологии в Казахстан могут попасть агрессивные ядерные технологии устаревшего образца с нарушением безопасного режима работы. |

Выводы

- Развитие конструкции ядерного энергетического реактора в Казахстане сочетающего преимущества реакторов третьего и четвертого поколения и свободного от недостатков каждого из них;
- Увеличение развития ядерных технологий, способствующих повышению безопасности, применение ториевого цикла и холодного синтеза для создания ядерных технологии нового поколения;
- Дальнейшее развитие технологии получения продукции ядерного синтеза, водородного топлива и ядерного топлива нового вида;
- Развитие технологий получения водорода по каталитической конверсии природного газа в кипящем слое катализатора;

- Развитие технологий получения водорода на основе водно-щелочного электролиза под давлением с использованием дешевой электроэнергии, вырабатываемой возобновляемыми и альтернативными источниками энергии;
- Развитие технологий получения водорода путем электролиза воды с использованием в качестве электролита расплава щёлочи, твердого полимера (твердополимерный, или ТП-электролиз), или керамики на основе ZrO_2 (высокотемпературный, или ВТ-электролиз).
- Развитие технологий получения водорода с помощью радиолиза воды и водных растворов CO_2 , H_2SO_4 , HCl , HBr , H_2S , $AgCl$ и др. под действием ядерного излучения (жесткого, нейтронного).

3. Перечень тематик исследований

В результате проведения форсайтных исследований, с привлечением республиканских экспертов, опроса специалистов научных организации и бизнес-структур, выделяются следующие критические направления научных исследований в энергетике Казахстана на период до 2030 г:

| Продукты (услуги) | Технологии | Темы исследований |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Сектор энергетических ресурсов | | |
| Э-1. Повышение энергетической эффективности комплексного использования углей и природного газа. | Э-1.1. Технологии комплексной переработки угля и использования сжиженного газа. | Э-1.1.1. Исследования процессов и создание технологий получения «чистого» энергетического, промышленного и бытового топлива на основе углей и сланцев. |
| Э-2. Использование местного и «нетрадиционного» углеводородного топлива. | Э2.1. Технологии термохимического передела попутных нефтяных газов, получения энергетического топлива из отходов с/х производства, ТБО и природной биомассы. | Э-2.1.1. Исследования процессов и создание технологий получения энергетического, промышленного и бытового топлива на основе природных, шахтных, метан угольных пластов, попутных нефтяных газов, отходов нефтехимического, металлургического и другого производства (факелов), отходов с/х производства, ТБО и природной биомассы. |
| | Э-2.2. Технологии водородного топлива. | Э2.2.1. Исследования процессов и создание технологий получения топливного водорода, в том числе с использованием ВИЭ (СЭС, ВЭУ, и ГЭС). |

| Продукты (услуги) | Технологии | Темы исследований |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| <p>Э-3. Использование возобновляемых энергоресурсов в целях электро- и теплоснабжения.</p> | <p>Э3.1. Технологии исследований и комплексной оценки возобновляемых энергоресурсов и внедрения ВИЭ в районах перспективного развития.</p> | <p>Э3.1.1. Разработка методики исследований и комплексной оценки энергоресурсов ВИЭ в районах перспективного развития в целях проектирования распределенных и локальных гибридных систем энергогенерации</p> |
| | | <p>Э3.1.2. Исследования по разработке эффективного энергогенерирующего оборудования на основе ВИЭ (малые и мини ГЭС, ветроагрегаты, солнечные и геотермальные установки).</p> |
| Сектор генерации энергии | | |
| <p>Э-4. Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности при генерации тепло и электроэнергия.</p> | <p>Э-4.1. Технологии повышения экологической безопасности и комплексного использования отходов генерации.</p> | <p>Э-4.1.1. Исследования процессов, создание технологий и оборудования для повышения экологической безопасности и энергетической эффективности тепловых электрических станций, комплексного использования отходов генерации и утилизации тепловой энергии.</p> |
| | | <p>Э-4.1.2. Исследования процессов, создание технологий и оборудования улавливания, связывания, хранения, переработки и получения полезного продукта на основе газообразных выбросов (парниковые газы, диоксид углерода и др.) энергетических, промышленных, сельскохозяйственных и других объектов.</p> |
| | <p>Э-4.2. Технология для широкого внедрения генерации на основе использования возобновляемых источников энергии.</p> | <p>Э-4.2.1. Исследования процессов, создание технологий и оборудования для использования ресурсов возобновляемой энергии, адаптированных к условиям Казахстана, в создании объектов «зеленой», интеллектуальной и эффективной генерации, передачи, распределения, хранения и применения электрической и</p> |

| Продукты (услуги) | Технологии | Темы исследований |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | тепловой энергии. |
| Сектор транспорта энергоносителей | | |
| Э-5. Устойчивое централизованное тепло - и электроснабжение. | Э-5.1.Интеллектуальные технологии мониторинга, диспетчеризации и оптимизации режимов работы тепловых и электрических сетей, повышения эффективности, маневренности, повышения пропускной способности и энергетической безопасности НЭС. | Э-5.1.1. Создание систем мониторинга, управления, тепловых и электрических сетей распределенных, локальных и автономных сетей и комплексов с применением ВИЭ |
| | | Э-5.1.2.Исследования по разработке беспроводных сенсорных систем, систем автоматизации и диспетчеризации объектов малой энергетики на основе ВИЭ. |
| Сектор потребления энергии | | |
| Э-6. Повышение энергоэффективности в ЖКХ. | Э-6.1.Технологии энергоэффективного строительства, автоматизированного энергоаудита и паспортизации жилых и общественных зданий | Э-6.1.1.Исследования процессов, создание интеллектуальных технологий управления электрической и тепловой энергией индивидуальных, локальных и распределенных потребителей на основе системы «умный», безопасный и энергоэффективный дом. |
| Сектор поддержки энергосбережения и ВИЭ | | |
| Э-7. Экономические механизмы стимулирования энергоэффективности, внедрения ВИЭ. | Э-7.1.Технологии, связанные с выпуском и оборотом финансовых инструментов для сокращения вредных выбросов, энергоэффективности, внедрения ВИЭ, стимулирования «зеленой» энергетики. | Э-7.1.1. Исследования процессов, создание и развитие инструментов и технологий эффективной законодательно-правовой, финансовой и других видов стимулирования приоритетного развития энергоэффективных, «зеленых» и интеллектуальных объектов энергетики, промышленности, транспорта, сельского и жилищно-коммунального хозяйства с преобладающим применением ВИЭ. |
| | | Э-7.1.2. Исследования по разработке «зеленых» технологии с широким и комплексным использованием ВИЭ казахстанского содержания для |

| Продукты (услуги) | Технологии | Темы исследований |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | участия в ЕХРО-2017 |
| Сектор безопасной энергетики | | |
| Э-8. Повышение безопасности в энергетике | Э-8.1. Водородные и атомные технологии | Э-8.1.1. Создание и развитие технологий атомной (ядерной) энергетики нового поколения высокой надежности и безопасности. |
| | | Э-8.1.2. Создание и развитие технологий энергетики нового поколения высокой надежности и безопасности на основе водорода. |

Описание паспорта перспективного направления научных исследований по ядерным технологиям нового поколения, связанных с повышением безопасности казахстанской энергетики, приведено в Приложении № 1.

4. Этапы реализации Дорожной карты

Операционный план (краткосрочный период) действует с 2014 по 2017 год, за это время будут опубликованы 15 статей в международных изданиях, поданы 3 заявки на изобретения, разработаны 3 диагностические тест-системы, созданы модели атомных реакторов и новые источники тепла, энергии и водорода.

Стратегический план (среднесрочный период): 2017-2015гг. За этот период будут осуществлены и реализованы следующие аспекты:

- патент на новые программные комплексы для расчета критичности и теплообмена в ядерных реакторах;
- подготовлены 15 специалистов по технологии расчета теплообмена и технического дизайна ядерных реакторов;
- создание новых конструкционных материалов для ядерных реакторов четвертого поколения;
- разработка экспериментальной модели энергетические установки на основе холодного ядерного синтеза.

Долгосрочное видение (долгосрочный период) рассматривается до 2030 года с переходом до 2050 года (т.к. некоторые технологии не могут быть освоены за прогнозируемый период). За это время будут определены новые технологии по ядерной энергетике, связанные с новыми источниками энергии на ядерном топливе и ракетные двигатели с использованием холодного синтеза. За этот период будут созданы новые типы ядерных реакторов, работающих на базе принципиально новых тепловыделяющих элементах. Одним из результатов данного периода можно будет считать

энергетические установки на основе холодного ядерного синтеза.

5. Целевые индикаторы

В целях реализации задач, поставленных в Дорожной карте, будут достигнуты следующие целевые индикаторы:

- публикаций в международных изданиях - 30;
- патенты - 8;
- математическая модель и схема расчета - 5;
- блок-схема и программа решения задачи - 5;
- экспериментальная установка для проведения лабораторных опытов - 8;
- рабочие чертежи и проектно-сметная документация для изготовления лабораторной установки - 8;
- экспериментальные модели реакторов - 8;
- экспериментальная модель энергетической установки, связанной с холодным ядерным синтезом и водородными топливными элементами - 2;
- экспериментальная модель ядерного реактора малой мощности с использованием ториевого цикла воспроизводства - 1;
- экспериментальная модель для получения нового типа топлива – 1.

6. Научно-технологические разработки в отрасли (базовые технологии)

Общие направления:

- Новые ядерные реакторы малой мощности с использованием ториевого цикла воспроизводства;
- Выработка на основе использования ядерных реакторов с ториевым циклом электроэнергии, тепла и водорода;
- Исследования нетрадиционных источников энергии таких как холодный ядерный синтез;
- Расчетные оценки потенциальных возможностей атомной энергетики при использовании АЭС работающими отдельно с реакторами как на тепловых так и на быстрых нейтронах;
- Анализ возможных вариантов ядерных топливных циклов. Расчеты конкретных схем топливных циклов;
- Анализ прототипа ядерного энергетического реактора в Казахстане сочетающего преимущества реакторов третьего и четвертого поколения и свободного от недостатков каждого из них;
- Анализ экологических преимуществ и возможных последствий при работе энергетического реактора на территории Республики Казахстан;
- Выбор промышленного энергетического реактора, проведение рабочей конференции закрепляющей результаты работы лаборатории физических и технологических проблем ядерной энергетики, мнения

- экспертов стран, где успешно работают реакторы выбранного типа, предложения и техническое задание для строительства Казахстанской АЭС для правительства Республики Казахстан;
- Научно-исследовательские работы по совершенствованию существующих и разработке новых материалов и технологий для ядерно-топливного цикла и других областей промышленности;
 - Консалтинговые услуги в области стратегических маркетинговых исследований;
 - Разработка инвестиционных и инновационных программ;
 - Бизнес-планирование высокотехнологичных и наукоемких производств;
 - Охрана окружающей среды и снижение техногенной нагрузки на территории;
 - Каталитический электролиз воды;
 - высокотемпературный электролиз воды;
 - обработка биомассы (ботва растений, водоросли) термохимическим или биохимическим способом;
 - газификация угля, подземная газификация угля;
 - хранение водорода в газообразном сжатом виде в газовых баллонах, газгольдерах, трубопроводах, стеклянных микросферах;
 - хранение водорода в сжиженном виде в криогенных контейнерах;
 - хранение водорода в газообразном сжатом виде или растворенном в воде в подземных геологических структурах: водоносных пластах, истощенных газонефтяных месторождениях, а также в искусственно созданных соляных кавернах;
 - адсорбционное хранение водорода в углеводородных наноматериалах, в активированном угле, цеолитах и родственных соединениях; а также хранение водорода, растворенного в металлгидридах и гидридах интерметаллидов;
 - электро-химическая конверсия водорода в топливных элементах или механическая конверсия в газовых турбинах;
 - преобразование водорода в более высококалорийный метан путем высокотемпературного катализа реакции Сабатье;
 - изучение месторождений свободного водорода и потоков свободного водорода в глубинных водоносных пластах в континентальной зоне (Мали, Россия), а также в гидротермальных оффшорных зонах;
 - Бизнес-планирование высокотехнологичных и наукоемких производств;
 - Охрана окружающей среды и снижение техногенной нагрузки на территории.

Научные исследования

1. Исследование ядерных технологии с применением ториевого цикла воспроизводства;

2. Математическое моделирование процессов ядерного синтеза;
3. Проведение натурных и экспериментальных исследований по изучению параметров ядерных реакторов малой мощности;
4. Научные исследования по повышению безопасности ядерных технологии за счет применения низкоактивных соединений радиоактивных элементов;
5. Разработка контрольных приборов в системе генерации энергии на основе ядерных технологий;
6. Изучение зависимости ядерных технологий от применяемых нанотехнологии и различных типов ядерного топлива;
7. Изучение параметров процесса холодного ядерного синтеза в зависимости от начальных и граничных условий;
8. Исследование реакторов третьего и четвертого поколения;
9. Изучение вариантов и разработка схем ядерных топливных циклов;
10. Проведение НИОКР в области разработки технологии получения новых видов топлива перспективного дизайна для действующих легководных реакторов поколения 3+ и реакторов 4-го поколения (композитные оксидные уран-бериллиевое и уран-гадолиниевое топливо, комбинированные топливные таблетки – профилированное топливо по обогащению, размеру зерна, распределению выгорающего поглотителя).
11. Научно-техническое сопровождение проекта по производству тепловыделяющих сборок (ТВС) на базе трансферта технологий Areva и WSE;
12. НИОКР на циклотроне ИЯФ РК по налаживанию новой радиоизотопной продукции;
13. Исследования по выпуску радиоактивных трассеров для определения плутония в пробах почв;
14. Разработка проектно-сметной документации по реконструкции и техническому перевооружению экспериментально-стендовой базы термоядерных исследований и разработок.
15. Исследование водородных технологии с применением Каталитический электролиз воды;
16. Математическое моделирование процессов выделение водорода в топливных элементах;
17. Проведение натурных и экспериментальных исследований по изучению параметров водородных топливных элементов;
18. Научные исследования по повышению безопасности водородных технологии за счет применения электро-химической конверсии;
19. Разработка контрольных приборов в системе генерации энергии на основе водородных технологий;
20. Изучение зависимости водородных технологий от применяемых нанотехнологии и различных типов топливных элементов;
21. Изучение параметров процесса водородного синтеза в зависимости от начальных и граничных условий;

22. Исследование водородных технологии с использованием радиолиза воды и водных растворов;
23. Изучение вариантов и разработка схем применения фотоэлектролиза и биофотолиза воды;
24. Проведение НИОКР в области разработки технологии получения новых видов сырья для производства водорода.

7. Стратегии/Программы развития направления

Дорожная карта ориентирована на реализацию следующих стратегических и программных документов:

- Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года;
- Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы;
- Межотраслевой план научно-технологического развития страны до 2020 года;
- Программа по развитию электроэнергетики РК на 2010-2014 годы;
- Программа по развитию инноваций и содействию технологической модернизации в РК на 2010-2014 годы;
- Программа по развитию казахстанского содержания в РК на 2010-2014 годы;
- Программа по развитию минерально-сырьевого комплекса в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы;
- Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства (Послание Президента РК от 4 декабря 2012 года);
- Программа «Развитие атомной отрасли в Республике Казахстан на 2010-2014 годы с перспективой развития до 2020 года».

8. Идентификация рынков

С начала 1990-х годов темпы строительства новых АЭС снизились по сравнению с предыдущим периодом. Некоторые развитые энергонасыщенные страны, такие как, Бельгия, Германия и Швеция стали проводить политику свертывания выработки электроэнергии на АЭС. Австрия, Дания и Ирландия также заявили о принятии политики, направленной против ядерной энергетики. Такое отношение к ядерной энергетике в немалой степени было обусловлено крупными авариями на АЭС «Три-Майл-Айленд» (США), в Чернобыле (СССР) и Фокусиме (Япония), которые продемонстрировали недостаточный уровень безопасности АЭС первых поколений. Однако, несмотря на кризис в развитии ядерной энергетики в 90-х годах прошлого столетия не следует забывать о том, что она сохраняет свои позиции как один из основных мировых источников энергии.

Во Франции после нефтяного кризиса 1970-х годов было решено сделать ставку именно на ядерную энергетику. В результате сегодня в стране

77% электроэнергии вырабатывается с помощью 59 ядерных энергоблоков. Сократились и затраты на производство электроэнергии: в 1981 г. они составляли 5% ВВП, а сейчас — всего 1,8%. Страна имеет самые высокие показатели потребления «атомного электричества» на душу населения в мире и планирует строительство в Фламанвилле французского демонстрационного блока "Фламанвиль 3" (1600 МВт эл) с реактором EPR. В период 2005-2006 гг. проведены необходимые организационно-административные мероприятия, а само строительство блока начато в 2007 году. Реактор должен быть введен в эксплуатацию к 2012 году. Компания «Электрисите де Франс» (EDF) объявила о планах замены, начиная с 2020 г., 59 своих действующих реакторов на реакторы EPR. Этот вариант стратегии развития был выбран EDF на основании экономических оценок и экологических показателей атомной энергетики. Предполагаемый темп замены - один энергоблок мощностью 1600 МВт (эл.) в год.

Одна из крупных в Азии ядерно-энергетических программ у Японии, где в настоящее время в эксплуатации находится 53 реактора. Япония к 2017 году планирует дополнительно подключить к энергосети 15 новых энергоблоков, в результате чего доля ядерной энергетики в производстве электроэнергии в Японии превысит 40%, а к 2050 г. ожидается удвоение её атомных энергетических мощностей до 90 ГВт. Япония реализует планы создания энергетических реакторов на быстрых нейтронах и планирует ввести их в коммерческую эксплуатацию в 2050 году.

Согласно энергетической стратегии к 2030 г. Россия намерена увеличить атомные электроэнергетические мощности до 300 ГВт с текущих 160 ГВт, введя в эксплуатацию дополнительные 44 блока.

Крупнейший в мире парк АЭС США, состоящий из 104 реакторов, и обеспечивающий 20% энергопотребностей страны, также планируется увеличить на 32 новых реактора, не считая возведения новых реакторов на базе существующих площадок АЭС.

Две заявки на подготовку площадок были поданы в Канаде.

Энергетические предприятия Латвии, Литвы и Эстонии начали совместное технико-экономическое обоснование сооружения новой АЭС, которая будет эксплуатироваться в интересах всех трех стран.

Самые масштабные планы развития атомной энергетики приняты в Китае, где к 2030 году планируется увеличение атомных энергетических мощностей до 160 ГВт (дополнительно около 149 новых реакторов к действующим 11), а к 2050 атомный парк страны, согласно государственной программе, должен составить 240 реакторов.

Пятикратный прирост ядерных мощностей ожидается также в Индии, где годовой рост ядерной энергетики только до 2012 г. составит 10%, а в целом до 2020 г. будет введен в эксплуатацию 31 новый реактор в дополнение к действующим на сегодня 17 реакторам средней мощности.

Некоторые государства азиатско-тихоокеанского региона планируют включить ядерную энергетику в структуру своей энергетики. Например, Индонезия недавно объявила о своем решении построить в центре острова

Ява два реактора мощностью 1000 МВт, а Вьетнам заявил о своем намерении продолжить осуществление ядерно-энергетической программы.

В прогнозах Мирового энергетического агентства признается, что ядерная энергетика по сравнению с другими источниками энергии не только помогает удовлетворить растущий спрос на энергию и повысить безопасность энергоснабжения, но и уменьшает выброс углерода в атмосферу, поскольку на предприятия, производящие энергию из органического топлива, приходится около половины антропогенных выбросов парниковых газов.

Рост энергетических потребностей во всем мире, нестабильность цен на нефть и природный газ, экологические ограничения в связи с использованием органического топлива, озабоченность в отношении надежности энергоснабжения в ряде стран делают актуальной своевременную подготовку новых энергетических технологий. Активные исследования новых возобновляемых источников энергии и управляемого термоядерного синтеза пока не позволяют рассматривать их в качестве реалистичных конкурентоспособных способов крупномасштабного замещения традиционного топлива.

Ядерные технологии производства энергии обладают важными принципиальными особенностями по сравнению с другими энерготехнологиями:

ядерное топливо имеет в миллионы раз большую концентрацию энергии и практически неисчерпаемые ресурсы;

отходы ядерной энергетики имеют относительно малые объёмы и могут быть надёжно локализованы, а наиболее опасные из них можно «дожигать» в ядерных реакторах;

ядерный топливный цикл (ЯТЦ) может быть реализован таким образом, что радиоактивность и радиотоксичность отходов не превысят их значений для руды, из которой добывается уран.

Таким образом, ядерная энергетика потенциально обладает всеми необходимыми качествами для постепенного замещения значительной части энергетики на ископаемом органическом топливе и становления в обозримом будущем в качестве доминирующей энерготехнологии.

Создание атомной энергетики является масштабной, дорогостоящей и очень сложной задачей для любого государства вне зависимости от имеющегося в стране научно-технического потенциала. В этой связи не вызывает сомнений целесообразность подхода, при котором странами, начинающими процесс создания атомной энергетики, в максимальной степени учитывается предшествующий международный опыт. Этот опыт обобщен в серии документов МАГАТЭ о порядке внедрения атомной энергетики в развивающихся странах, которые издаются с начала 70-х гг. прошлого столетия.

На сегодняшний день в Казахстане имеются все объективные предпосылки для создания и развития атомной отрасли:

- наличие значительного количества разведанных запасов урана;

- наличие развитой уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности, предприятий производства топлива и конструкционных материалов для ядерных энергетических реакторов, с использованием современных технологий;

- наличие атомной науки, представленной в научных центрах и ВУЗах с базовыми экспериментальными установками, включая исследовательские реакторы, способной решать задачи мирового уровня по направлениям развития атомной энергетики и обеспечения условий ее безопасного применения, выполнять исследования в области ядерной физики, физики и техники ядерных реакторов;

- наличие кадрового потенциала высококвалифицированных специалистов, как в атомной промышленности РК, так и в атомной науке, включая специалистов, принимавших участие в эксплуатации энергетического реактора БН-350 и принимающих участие в эксплуатации исследовательских реакторов ИВГ, ИГР и ВВР-К РГП НЯЦ РК;

- существенный задел в области разработки и внедрения ядерных технологий для получения медицинских радиофармпрепаратов, радиоизотопов, трансмутации, стерилизации материалов, по созданию электродвигательных установок и др.;

- законодательно оформленная нормативно-правовая база регулирования вопросов использования атомной энергии, делящихся и ядерных материалов, соответствующая требованиям МАГАТЭ, но нуждающаяся в доработке и дальнейшем развитии;

- наличие опыта ликвидации и рекультивации объектов геологоразведочной, уранодобывающей и ураноперерабатывающей деятельности бывшего Министерства среднего машиностроения СССР, а также ликвидации последствий испытаний оружия массового поражения на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне;

- наличие системы мониторинга сейсмических событий;

- угроза потери энергетической независимости уже не в столь отдаленном будущем вследствие одностороннего развития энергетической отрасли, ориентированной только на запасы органического топлива.

Основным постулатом рационального подхода к созданию атомной энергетики, оправданного международным опытом, является решение всех стоящих задач на основе объективных оценок и тщательного планирования, учитывающего долговременные перспективные потребности страны в энергии и текущее состояние и перспективы развития атомной энергетики в мире.

По данным МАГАТЭ около 19 % от всех разведанных мировых запасов сосредоточено в недрах Республики Казахстан. Общие запасы и ресурсы страны оцениваются в 1 609 тыс. тонн урана.

В настоящее время в мире существует дисбаланс между потребностью в топливе для АЭС в пересчете на природный урана и количеством свежедобытого природного урана: при производстве топлива для АЭС вместо свежедобытого урана используются и другие - вторичные источники

(складские запасы добытого ранее природного урана, регенерированный уран, МОХ топливо и др.).

По мере развития атомной энергетики и сокращения поставок за счет вторичных источников с 2014 года прогнозируется дефицит природного урана. В результате чего появляется ниша, которую будут стремиться занять страны, обладающие значительными ресурсами урана, такие как Австралия, Канада, Нигер, Центральноафриканская Республика. С целью занятия появившейся ниши, покрытия ожидаемого дефицита природного урана, удовлетворения возрастающих потребностей мировой атомной энергетики планируется увеличение добычи урана и выход Республики Казахстан по данному показателю на первое место в мире.

С целью расширения сырьевой базы, необходимой для поддержания добычи урана на требуемом уровне, была разработана Комплексная Программа развития минерально-сырьевой базы урана на 2007-2030гг., предусматривающая расширение сырьевой базы урана и обеспечения действующих уранодобывающих предприятий АО «НАК «Казатомпром» необходимыми запасами урана.

В 2008 году по добыче урана Казахстан уже вышел на 2 позицию в мире после Австралии, добыв 8 512 тонн урана в концентрате.

В декабре 2009 года Республика Казахстан вышла на первое место по добыче урана в мире. Добыча природного урана на 21 декабря 2009 г. составила 13500 тонн. До конца года было добыто еще 520 тонн.

Объем добычи урана в Республике Казахстан в I квартале 2010 года составил 4060 тонн, что на 63% выше аналогичного периода прошлого года. Такая динамика роста была достигнута благодаря увеличению объемов производства практически на всех предприятиях холдинга, в том числе с началом добычи на рудниках ТОО «Байкен-U» и ТОО «Кызылкум», а также началом опытной добычи АО «СП «Акбастау».

В настоящее время добыча природного урана осуществляется на 21 руднике. Достигнутая мощность по добыче в 2010 году природного урана по этим рудникам составляет 18 131 тонн урана в год, проектная мощность – 22 000 тонн.

При реализации мероприятий настоящей программы необходимо обеспечить эффективное использование ресурсного потенциала страны для создания и сохранения стратегического запаса ядерного топлива в первую очередь для становления и развития в стране национальной атомной энергетики в долгосрочной и отдаленной перспективе.

Вопросы гарантированных поставок ядерного топлива, а также необходимость реализации масштабных программ по строительству новых АЭС привело к консолидации крупнейших компаний и фирм, вовлеченных в ЯТЦ. Такая консолидация повышает конкурентоспособность стран и компаний на мировых рынках. На сегодняшний день в мире существуют следующие альянсы: Toshiba-Westinghouse-Казатомпром, Areva-Mitsubishi, General Electric-Hitachi, а также Росатом, где консолидированы все российские ядерные активы. Для Казахстана, обладающего значительными

запасами природного урана и производством компонентов ядерного топлива, сотрудничество в рамках вышеназванных альянсов позволит обеспечить не только самодостаточность во всех звеньях ЯТЦ, но и иметь свою долю на мировом рынке поставщиков ядерного топлива и высокотехнологичной урановой продукции. Ключевой задачей сотрудничества является эффективное использование ресурсного потенциала страны для укрепления позиций Казахстана на мировом ядерном рынке при сохранении стратегического запаса ядерного топлива для становления и развития в стране национальной атомной энергетики в долгосрочной и отдаленной перспективе.

Для занятия Казахстаном стратегически важных позиций в мировом ядерно-топливном цикле необходимо построение вертикально-интегрированной компании ЯТЦ в альянсе с ведущими зарубежными компаниями. При этом Казахстан, используя свой имидж, ресурсный потенциал и международные связи, может объединить усилия с ведущими компаниями ЯТЦ для участия в одном из самых перспективных сегментов атомной отрасли – в строительстве атомных станций. Реализация этой возможности важна для Казахстана как в плане роста экспортного потенциала экономики, развития инновационных отраслей и повышения престижа страны в мировом сообществе, так и в плане потенциального обеспечения производства электроэнергии в стране.

Существовавшая в Казахстане структура ядерно-топливного цикла образовалась в силу исторически сложившихся обстоятельств. Во времена Советского Союза урановая промышленность Казахстана была лишь одним из сегментов сложной единой структуры, которая представляла собой ядерный военно-промышленный комплекс, известный под названием «Министерство среднего машиностроения». После развала СССР Казахстану достался разорванный ядерно-топливный цикл: добыча природного урана и производство топливных таблеток.

Построение вертикально-интегрированной компании ЯТЦ заключается в создании промышленных производств ядерно-топливного цикла, элементы которого в настоящее время отсутствуют в атомной промышленности Казахстана, представленной НАК Казатомпром, который является национальным оператором Республики Казахстан по импорту-экспорту урана, редких металлов, ядерного топлива для атомных энергетических станций, специального оборудования, технологий и материалов двойного назначения. Введение отсутствующих элементов ЯТЦ позволит выпускать высокотехнологичную урановую продукцию и перейти от сырьевой составляющей в продукции предприятий урановой промышленности страны к выпуску урановой продукции с высокой добавленной стоимостью. Освоение выпуска высокотехнологичной урановой продукции позволит решить проблему снабжения отечественных АЭС топливом и обеспечить Республике Казахстан самостоятельную позицию на мировом рынке урановой продукции.

Еще в 1996 году в США законом Hydrogen Future Act (Закон о водородном будущем) была принята «всеобъемлющая национальная энергетическая стратегия», разработанная министерством энергетики. Закон устанавливал, что базовыми элементами в разработках технологий водородной энергетики должны быть признаны топливные элементы, а также принимал многолетний план проведения НИОКР, предложенный министерством энергетики. Частью «всеобъемлющей национальной энергетической стратегии» стала «Водородная программа», целью которой является переход экономики США в течение двадцати лет на водород как основной энергоноситель. В частности, должны быть разработаны, созданы и внедрены экономически приемлемые ключевые водородные технологии и продукты: топливные элементы, высокоэффективные технологии хранения водорода, небольшие реформеры (устройства, предназначенные для получения водорода из углеводов) для распределенных систем производства водорода. Разработка этих технологий потребует поддержки промышленных лидеров-разработчиков. Консолидация корпораций обеспечит создание отраслевого пула производителей энергетических систем. Увеличение активности в области водородной энергетики откроет рынки для технологий возобновляемой энергетики, таких как ветроэнергетика и солнечная энергетика, для решения проблем аккумуляции энергии.

Министерство энергетики США реализует также программу Vision XXI, направленную на разработку технологий, необходимых для ультрачистых электростанций XXI века и для подготовки перехода на водородную энергетику. Программа предусматривает использование таких видов топлива, как уголь, природный газ, биомасса и муниципальные сточные воды, а также других видов жидкого топлива. В рамках этой программы реализуются проекты создания электростанций на базе топливных элементов, технологий газификации угля, получения высокопрочных материалов, сепарации водорода, теплообмена и других технологий. В настоящее время созданы и устанавливаются электростанции на базе расплавкарбонатных топливных элементов (MCFC) с КПД около 85%, работающие на природном газе. Показатель стоимости одного киловатта установленной мощности этих электростанций оценен в 1200 долларов. К 2010 году предполагается снижение этого показателя до 400 долларов (для энергоустановок на базе дизельных генераторов показатель стоимости киловатта установленной мощности оценен от 800 до 1500 долларов). Островной американский штат Гавайи реализует собственную водородную программу и намеревается в будущем экспортировать водород и водородные энергоносители — стать «тихоокеанским Кувейтом». В 2001 году был принят закон Hydrogen Future Act of 2001, которым были определены объемы финансирования дальнейшего проведения НИОКР и реализации программ в области водородной энергетики — 350 млн. долларов в 2002–2006 годах. А за последние пять лет федеральное правительство США потратило на эти цели 165 млн. долларов.

Другие страны тоже занимаются строительством «водородного будущего». К примеру, Китай осуществляет интенсивное внедрение водородных топливных элементов, электростанций и энергоустановок на базе топливных элементов в национальные электроэнергетические системы. В ближайшие три года КНР намеревается инвестировать в водородные технологии 12 млн долларов. Показателем высокого уровня конкурентоспособности в области водородной энергетики является тот факт, что Китаю принадлежит около 25% от общего количества зарегистрированных в мире патентов в области топливных элементов. Один из проектов связан с применением водородных топливных элементов в автомобилестроении. К 2008 году предполагается вывод на дороги Китая автотранспорта на топливных элементах китайского производства. В Японии, согласно результатам анализа, проведенного Токийским исследовательским институтом системных технологий, продвижение «чистых» энергетических технологий должно вызвать экономический рост и добавить до 2010 года 180 тыс. рабочих мест.

В конце прошлого года Европейская комиссия одобрила план действий и директивы, устанавливающие налоговые льготы для ускорения внедрения и использования альтернативных видов топлива в транспорте. Комиссия определила, что использование топлива, произведенного сельским хозяйством (то есть биотоплива), несет в себе огромный потенциал как на ближайшее время, так и в среднесрочной перспективе. План действий содержит стратегию достижения 20-процентной замены использования углеводородных видов топлива в транспорте к 2020 году. Вице-президент Еврокомиссии Лойола де Паласио отметила, что этот план снизит чрезмерную зависимость отрасли от нефти и внесет вклад в борьбу за чистоту окружающей среды. В конце прошлого года Европейская комиссия выделила 18,5 млн евро на финансирование проекта CUTE компании DaimlerChrysler. Этот проект предусматривает, что к 2003 году на маршруты в девяти городах Европы — Амстердаме, Барселоне, Гамбурге, Лондоне, Люксембурге, Мадриде, Порту, Стокгольме и Штутгарте — будут выведены автобусы на топливных элементах. Проект предусматривает пробную эксплуатацию автобусов на топливных элементах, а также оценку надежности и безопасности функционирования водородной заправочной инфраструктуры в городских условиях.

Такие страны Европы, как Норвегия, Италия, Франция, Швейцария, Великобритания, Германия, реализуют ряд национальных проектов в области водородной энергетики. Ожидается, что к 2010 году около 10% всех новых автомобилей на дорогах Великобритании будут работать на топливных элементах. В Германии осуществляется государственная поддержка, в том числе законодательная и финансовая, введения в эксплуатацию электростанций на топливных элементах с целью постепенного сокращения эмиссий диоксида углерода по 23 млн тонн ежегодно до 2010 года. Германия является лидером в «водородном» автомобилестроении и технологиях создания систем водородных заправочных станций, в том числе с

применением возобновляемых источников энергии для получения водорода электролизом из воды.

Нефтегазовые транснациональные корпорации (ТНК) не рассматривают водород как угрозу. Напротив, они считают, что он станет частью их «энергетического будущего». Shell, ExxonMobil, Texaco, British Petroleum и другие ТНК активно ведут разработку водородных технологий. ExxonMobil совместно с General Motors и Toyota занимается разработками топливных элементов. Shell и BP создали дочерние компании, деятельность которых полностью сконцентрирована на водородных технологиях. Shell инвестирует в разработки водородных энергетических технологий суммы, сопоставимые с предусмотренным бюджетами США или Японии финансированием государственных водородных программ. Инвестиции Texaco сконцентрированы на технологиях бортового хранения водорода. Shell и Texaco финансируют разработки реформеров — устройств, позволяющих получать водород из бензина на борту автомобиля. Другое направление инвестиций в водородные технологии — получение водорода из бензина на заправочных станциях или переоборудование существующих АЗС под водород и водородное горючее. Подобные АЗС создают BP и Shell.

Практически все крупнейшие мировые автопроизводители пытаются создать коммерчески приемлемые автомобили на топливных элементах. DaimlerChrysler и General Motors разрабатывают топливные элементы и для стационарного применения. General Motors планирует выпускать в ближайшее время водородные топливные элементы для стационарного применения в автономных распределенных источниках энергии. Представители GM считают, что стационарные топливные элементы появятся на рынке в ближайшие пять лет. Дочерняя фирма DaimlerChrysler компания MTU занимается коммерциализацией высокотемпературных топливных элементов, разработанных для стационарного применения. Так, в кампусе университета Bielefeld компания MTU установила электростанцию на высокотемпературных топливных элементах мощностью 250 кВт.

В СССР научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области водородной энергетики велись несколько десятилетий. Мировую известность и признание получили исследования и разработки докторов технических наук профессоров Оганеса Давтяна и Николая Коровина, академика Валерия Легасова, кандидата технических наук Натальи Козловой. Топливные элементы применялись в космическом корабле «Буран».

По имеющейся информации, в настоящее время продолжаются исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию топливных элементов и энергоустановок на их базе в НПО «Энергия», НПО «Рубин», научных центрах Арзамаса, Новосибирска (там над этой темой сейчас активно трудится группа академика Владимира Накорякова) и некоторых других организациях. В институтах Курчатовского центра проводятся исследования электрохимических процессов в области водородной тематики. Однако в значительной степени исследования и разработки в области водородной энергетики были свернуты еще в позднем

СССР. Научно-технические заделы, разработанная конструкторская документация переданы в различные структуры и, возможно, утрачены. Многие научные коллективы исследователей и разработчиков, десятилетиями успешно проводивших разработки водородных технологий, распались.

В настоящее время в Казахстане нет единой государственной программы в области водородной энергетики, реализация которой, возможно, потребует специального государственного стимулирования, корпоративных и частных инвестиций. Необходимы анализ и оценка достигнутого развитыми странами технического уровня в области водородных технологий, оценка существующих и перспективных образцов топливных элементов и энергетических установок на их базе и принятие обоснованного решения о направлении работ в этих областях.

Тем не менее, есть примеры успешного развития водородной энергетики в рамках одной страны. Например, Исландия в ближайшие тридцать лет намеревается стать первой в мире страной с "водородной" экономикой. Здесь многое определено местной спецификой - энергетические системы страны (без учета нужд транспорта) на 99,9% зависят только от местных энергетических возобновляемых ресурсов - геотермальных и гидроэнергетических. По оценкам экспертов, Исландия использует только 1% геотермального энергетического потенциала страны, что предопределило разработку планов использования геотермальных ресурсов, имеющихся на острове, в качестве первичных энергоносителей при производстве водорода (путем электролиза воды). Транспорт также планируется перевести на водород. В настоящее время импорт нефти составляет около 850 тыс. тонн в год, из них 484,5 тыс. тонн идет на использование в автотранспорте и судах рыболовецкой промышленности - лидере национального экспорта. Консорциум из нескольких исландских учреждений, возглавляемый финансовой группой New Business Venture Fund, объединился с тремя крупными транснациональными корпорациями - Royal Dutch/Shell Group, DaimlerChrysler и Norsk Hydro - для исследования потенциала водорода как экологически чистого заменителя ископаемых видов горючего и возможной замены их водородом по всей стране. В конце 2001 года успешно завершена реализация одной из ближайших конкретных задач - выведение на городские маршруты муниципальных автобусов на топливных элементах.

Развитые страны осуществляют разработку ряда видов топливных элементов. В настоящее время в основном применяется шесть видов:

- AFC - щелочной топливный элемент (Alkaline fuel cell);
- PAFC - фосфорнокислый топливный элемент (Phosphoric Acid fuel cell);
- PEFC, или PEMFC - твердополимерный топливный элемент, или топливный элемент на протоннообменной мембране (Polymer Electrolyte fuel cell, или Proton Exchange Membrane fuel cell);
- DAFC, или DMFC - прямой алкогольный топливный элемент, или прямой метанольный топливный элемент (Direct Alcohol fuel cell, или Direct Methanol fuel cell);

-MCFC - расплавкарбонатный топливный элемент (Molten Carbonate fuel cell);

-SOFC - твердооксидный топливный элемент (Solid Oxide fuel cell).

9. Основные акторы

АО «Казахский научно-исследовательский институт энергетики имени академика Ш.Ч.Чокина» является профильным институтом по научным исследованиям в энергетической сфере, принимает активное участие в решении задач индустриально-инновационного развития Казахстана и модернизации экономики страны путем разработки научно-исследовательских программ по наиболее важным направлениям энергетики, в соответствии основных направлений стратегии основного акционера - АО «Самрук-Казына».

КазНИИ Энергетики занимался вопросами научного обоснования строительства крупных объектов энергосистемы Казахстана. На основании натурных и лабораторных исследований были разработаны и внедрены новые конструкции узлов и агрегатов Капчагайской и Шульбинской ГЭС, ГТС (Канал Иртыш-Караганда, селезащитные конструкции Медео и пр.) и других энергетических сооружений, отличающихся высокой надежностью и эффективностью работы. Уникальные разработки по проблемам эффективного сжигания топлива и охраны окружающей среды внедрены на ТЭС (ЭС АО «ЕЭК», АО «СЭГРЭС-2» и др.).

Исследования и разработки института находили широкое применение в различных отраслях энергетики Казахстана и Советского Союза. Это, в частности:

- оптимизация развития энергетики Казахстана;
- топливно-энергетический баланс Казахстана;
- комплексное использование водных и гидроэнергетических ресурсов Казахстана;
- эффективное использование энергетических углей на ТЭС Казахстана;
- защиты окружающей среды от вредных пылегазовых выбросов;
- новые энерготехнологические процессы в металлургии.

На сегодняшний день подразделения института проводят исследования по следующим направлениям:

- повышение эффективности топочного процесса и снижение его вредного воздействия на окружающую среду при сжигании органических (газ, мазут и уголь) топлив, а также термического обезвреживания отходов (доменный, отходящие газы химического производства, газодегазации шахтного метана, древесно-шлифовальной пыли и др.) производства, которые защищены патентами РК и РФ, внедрены на электростанциях РК и РФ и имеют 100% казахстанское содержание. Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) в энергетике даст значительную экономию натурального топлива и существенно уменьшит вред наносимый

окружающей среде. В частности 4 м³ доменного газа по теплотворной способности заменяют 1 тонну экибастузского угля. В основном доменный газ сжигается в «свечах», а зачастую просто выбрасывается в атмосферу. Абгазы (отходящие газы химического производства с калорийностью 100-350 ккал/нм³), которые в миллионных объемах выбрасываются в атмосферу, могут при сжигании в топках котлов сэкономить значительное количество топлива;

- анализ состояния загрязнения окружающей среды и изучение основных характеристик топлива проводится сертифицированной лабораторией;

- повышение безопасности гидротехнических сооружений, крупных (Усть-Каменогорской, Шульбинской, Бухтарминской, Капчагайской) и малых ГЭС на территории Казахстана за счет натурального изучения и оценки надежности напорных сооружений, обследования пропускной способности водосбросов, определения эффективности гашения энергии сбросного потока и параметров местного размыва в нижнем бьефе с расчетом риска возникновения аварийных ситуаций. Разработки института внедрены на строящейся Мойнакской ГЭС на реке Чарын в Алматинской области. После аварий на Саяно-Шушенской ГЭС (РФ) и в п.Кзыл-Агаш (РК), специалисты института предложили свой анализ ЧС и конкретные решения по снижению рисков новых аварий, которые нашли отражение в Программе «Повышение безопасности ГТС и ГЭС». Данная Программа, учитывает основные причины аварий на ГТС и меры по их устранению, разработанные в институте на протяжении многих лет исследований, и обоснования строительства крупных энергообъектов Казахстана и бывших Республик Советского Союза;

- проведение исследований ТЭЦ, КЭС, ГЭС, котельных промышленных предприятий и пр. по определению фактического технического состояния узлов и агрегатов энергоисточников (далее ЭИ), анализ режимов работы и энергопотребления ЭИ, оценка необоснованных потерь энергоносителей на предприятиях, определение возможного энергетического потенциала ЭИ, составление энергетических паспортов ЭИ. Все эти работы связаны с энергоэффективностью и энергосбережением. Проводятся исследования по возобновляемым источникам энергии, связанные с ветроагрегатами, солнечными установками и тепловыми насосами;

- производство фуллеренов в объеме реактора с использованием двух источников углерода для образования кластеров и строительных элементов. Развитие технологии получения углеродных нанотрубок и нановолокон при пониженном давлении химическим осаждением из пара углерода и летучего катализатора. Использование технологии микродугового оксидирования в магнитном поле для получения подложек – носителей катализаторов и использования их в процессе получения углеродных нанотрубок. Эти разработки используются для защиты элементов нефтяного оборудования от высокотемпературной коррозии, повышения износостойкости рабочих узлов и т.д. Разработки, связанные с этим направлением, запатентованы;

- исследования ядерных энерготехнологий нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива;

- создание и развитие технологий энергетики нового поколения высокой надежности и безопасности на основе водорода.

В рыночных условиях менеджмент преобразовал структуру института и впервые в Казахстане в рамках научно-исследовательского института сформировал новые направления как энергосбережение и энергоэффективность, инжиниринг, коммерциализация и трансферт технологии, инновации и опытно-конструкторское производство, традиционного и альтернативного топлива, по реализации обязательств по Киотскому протоколу, по внедрению разработок в части плазменных и энергосберегающих технологий, безопасные устройства и оборудования на основе ядерных и водородных технологий.

В этих целях созданы Центр энергосбережения и энергоэффективности, Центр инжиниринга, Центр коммерциализации и трансферта технологии, Центр инновации и опытно-конструкторское производство, лаборатория традиционного и альтернативного топлива, лаборатория плазменных и энергосберегающих технологий. Особое внимание уделено на разработку опытно-конструкторского производства энергетических установок и агрегатов альтернативной энергетики прежде всего использования ветровой и солнечной энергии, а также биоэнергетики и твердого биотоплива, интегрированной с базовой энергетикой.

На сегодняшний день основные направления деятельности института связаны с научно-техническим сопровождением и обеспечением внедрения новых эффективных разработок отечественной и мировой науки, имеющих социально-экономическую значимость для Республики Казахстан, активным сотрудничеством с ведущими отечественными университетами, другими научно-образовательными учреждениями и производственными предприятиями для разработки перспективных установок, оборудования и технологий, расширением международного сотрудничества с научно-образовательными организациями и фирмами зарубежных стран с целью расширения участия в мировой системе науки, производства и образования, развитием финансовой основы исследований и разработок за счет использования бюджетных и внебюджетных средств, инновационной деятельности.

В настоящее время разработаны стратегические цели института, которые связаны с наиболее полным удовлетворением потребностей предприятий энергетики Казахстана в научно-техническом обеспечении модернизации и техперевооружения основного оборудования и коммерциализации технологии для повышения энергоэффективности, снижения себестоимости выпускаемой продукции и сокращения вредных выбросов в окружающую среду. К стратегическим целям института

относятся: обеспечение электроэнергетической отрасли востребованными и конкурентоспособными инновационными научными разработками, интеграция научной и научно-технической деятельности в республике, эффективная коммерциализация результатов научной и научно-технической деятельности, внедрение отечественных и трансферт передовых зарубежных технологий.

Для реализации поставленных целей и задач в настоящее время в институте функционируют 12 центров и лабораторий, имеются 9626 кв. метров офисных и производственных помещений, оснащенные современной техникой и оборудованием и новыми информационными и программными продуктами. Отремонтированы и построены здания и помещения для размещения Центров энергоинжиниринга, энергосбережения, ВИЭ и новых технологий, а также общежитие для молодых специалистов на 30 человек. Имеются экспериментальные полигоны-базы в урочище Медео (мини ГЭС), на оз.Капшагай, в Жамбылской области – Талакпер. Научно-технический персонал КазНИИ Энергетики представлен 46 специалистами.

С учетом диверсификации теплоэнергетики расширена деятельность лаборатории котельных агрегатов, новое направление лаборатория включает инновационные разработки: эффективное факельное сжигание энергетических углей Казахстана, а также рядовых углей в слое с минимизацией выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу, впервые в Казахстане разработаны эффективные водогрейные котлы для работы на твердом топливе, мазуте и природном газе с высокой тепловой производительностью, разработаны новые казахстанские стандарты для серийного выпуска воздухонагревателей для паровых энергетических и водогрейных котлов, проведены исследования новой конструкции паровых жаротрубных котлов на всех видах топлива. Результатами данных исследований является внедрение водогрейных котлов КВ-ГМ-11,6 и КВ-ГМ-23,2 на котельной «Камаз центр», внедрены две инновационные котлы КВ-23,2 в новую котельную «Акселькент» ТОО «Алматытеплокоммунэнерго», по патенту РК № 11229 в г.Алматы смонтированы и успешно эксплуатируются два новых водогрейных котла КВ-ГМ-42. На базе патента № 11229 поданы две заявки на инновационные патенты.

Уникальным направлением деятельности лаборатории котельных агрегатов является НИОКР: «Разработка башенного водогрейного котла ПТВМ-125 для замены устаревших котлов ПТВМ-100 в Республике Казахстан с размещением в старые ячейки и с привязкой к существующему каркасу, трубопроводам по воде и к горелкам».

Новая конструкция котла с двусветным экраном позволяет увеличить радиационную поверхность нагрева топки котла до 14% по отношению к конвективной поверхности, которая у старых котлов ПТВМ-100 составляла всего 7,3%.

Для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) создана в институте лаборатория Плазменных технологий, где был разработан образец

лабораторной установки, воспроизводящей исторические опыты, за которые получены две Нобелевские премии, что является особенно привлекательным для институтов и университетов системы образования, изучающих курс «Нанотехнологии».

Целью лабораторий является разработка новых технологий, которые востребованы в Республике Казахстан. Лаборатория ведет фундаментальные научные исследования, связанные с получением наноматериалов посредством электрической дуги, в том числе фуллеренов и углеродных нанотрубок, и керамических пористых пленок на изделиях из титана и алюминия микродуговым оксидированием в магнитном поле. Разработка технологии плавления базальта и получение из расплава теплоизоляционного волокна, износостойких изделий шлакоудаления для электрических станций получила грантовое финансирование и результаты исследований внедрены в экспериментальное производство теплоизоляционного материала.

Для проведения исследований в лаборатории разработан экспериментальный стенд и реактор с повышенной производительностью для получения наноматериалов, оборудования и приборы для микродугового оксидирования, ноу-хау технологии – обработка в магнитном поле, а так же технологии и оборудования для получения теплоизоляционных материалов из горных пород. На основании проведенных исследований получено 5 патентов, основные результаты оформлены в 15 научных публикациях, отражены в докладах выступлений на международных научных конференциях.

К возобновляемым источникам энергии можно отнести разработку и изготовление солнечной электростанции для коттеджей и удаленных от электросетей хозяйствующих объектов. Конструкции солнечных установок совершенствуются на экспериментальном стенде и полученные результаты позволили оформить две заявки на инновационный патент.

Модернизация промышленности и применение современных энергосберегающих технологий – решение проблемы по уменьшению выбросов парниковых газов на единицу продукции. В этом направлении КазНИИ Энергетики разработал программу «Энергоэффективность и энергосбережение», в рамках которой проведены научно-исследовательские работы в различных регионах Казахстана. На базе этих работ предусмотрен технический аудит состояния энергообъекта, на основании которого разрабатываются определенный перечень мероприятий, позволяющий повысить энергоэффективность предприятия и снизить затраты за счет энергосбережения.

Центр КазНИИ Инжиниринг за последние годы выполнил ряд перспективных работ как Актуализация «Проекта установки газовой турбины Актюбинской ТЭЦ по материалам компании "MWH Italy S.p.A.»», «Разработка и проведение государственной экспертизы ТЭО энергоснабжения 4-х городов спутников г.Алматы». Впервые в Казахстане разработана ТЭО «Строительство Ветровой электрической станции в районе г.Ерментау мощностью 51 МВт». Данный проект связан с низкоуглеродным

развитием, а также способствует снижению потерь при транспортировке электроэнергии и оптимальному использованию энергосистемы, которые снизят пиковые нагрузки и обеспечат бесперебойное локальное электроснабжение.

В лаборатории топочных процессов КазНИИ Энергетики в последние годы разработаны, реализованы и внедрены на ряде энергетических объектов Казахстана инновационные горелочные устройства (вихревые малоэмиссионные горелки КазНИИ Энергетики), которые проверены многолетней практикой их эксплуатации при сжигании Экибастузских углей. Однако, требования к совершенствованию топочного процесса неуклонно растут и требуются новые решения, соответствующие новым нормативам. Опыт эксплуатации показал, что горелки КазНИИ Энергетики обеспечивают устойчивую работу в широком диапазоне нагрузок и имеют большие регулировочные возможности. Помимо снижения окислов азота существенно снизился процесс ошлакования топочных экранов (с 500 до 172 случаев ошлакования в год), а также новые горелки позволили повысить устойчивость горения топлива, исключить подсветку факела мазутом, расширить диапазон регулирования нагрузки (0,6 – 1 от номинальной), ведение безшлакового режима сжигания топлива и уровень NOx снижен до 500 – 600 мг/м³.

Для повышения безопасности энергетических объектов уделяется большое внимание вопросам организации превентивных мер по устранению причин аварий и чрезвычайных ситуаций, вызванных природными и техногенными факторами. Так в части повышения безопасности гидротехнических сооружений впервые в Казахстане разработана Программа «Повышение безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) за счет оптимизации работы водосбросных сооружений и гасителей избыточной энергии, снижение рисков аварий и устранение размыва нижнего бьефа», которая одобрена на научно-техническом совете МЧС РК, а также получила положительное заключение Государственной научно-технической экспертизы Комитета Науки МОН РК. В рамках данной программы разработаны проекты, которые связаны с повышением пропускной способности водосбросов действующих и строящихся гидротехнических сооружений. Конкретным приложением данной работы является разработка дополнительного водосброса на Бестюбинском водохранилище АО «Мойнакская ГЭС».

Также перспективными в плане развития ВИЭ являются проекты «Малые ГЭС на неэнергетических гидросооружениях Южного и Восточного Казахстана» и «Изучение возможностей и разработка практических рекомендаций по восстановлению разрушенных малых ГЭС Казахстана». Их особенность заключается в том, что для снижения отрицательного влияния на экологию предлагаются новые конструкции ГЭС каскадного типа с малым напором, а также новые конструкции прямоточных турбин, которые могут быть использованы в магистральных каналах и трубопроводах.

Для решения вопросов по международной интеграции руководство института проводит большую работу с зарубежными научными центрами и энергетическими компаниями. В рамках международного сотрудничества подписан Меморандум о взаимодействии с Европейской комиссией ООН (UNECE) по энергоэффективности и уменьшения влияния на изменение климата. В рамках консорциума с организациями и компаниями, таких как Bateman Engineering (Израиль), КазНУ им. аль-Фараби, ТОО «ND & Co», ТОО «Siemens» проводятся совместные исследования по проблемам энергетики. Одним из важных этапов проведения исследований является программа «INOGATE». По данной программе международного сотрудничества в энергетической сфере между Европейским Союзом, Причерноморскими и Прикаспийскими государствами, а также соседними с ними странами проведены технические аудиты малых ГЭС в Украине и в Казахстане. Благодаря данной программе были осуществлены технический аудит ГЭС № 7 Каскад ГЭС АО «АлЭС» и экспериментальной ГЭС КазНИИ Энергетики. Результаты технического аудита позволяют разработать бизнес-план с использованием новых инновационных разработок, а также использовать опыт зарубежных стран для повышения эффективности работы наших малых ГЭС.

Одним из казахстанских научных центров, которые связаны с исследованиями в области энергетики, является ТОО «Физико-технический институт», основные виды его деятельности следующие:

- создание необходимой технологической инфраструктуры для реализации программ и проектов по направлению «Нанотехнологии и новые материалы»;
- создание современной аппаратурной базы экспериментальных методов для синтеза наноразмерных структур – молекулярно-лучевой эпитаксии, парофазной эпитаксии, ионно-лучевого синтеза, ионной имплантации, золь-гель технологии;
- развитие аппаратных и аналитических средств для анализа свойств наноразмерных объектов, наноструктур и кластеров, для проведения направленной модификации свойств материалов;
- разработка конкурентоспособных на глобальном рынке научных продуктов и коммерческих технологий синтеза наноструктур широкого диапазона применений на основе широкого класса веществ;
- разработка металлотермических, пирометаллургических, химических и кристаллизационных технологий получения и очистки полупроводниковых материалов для применения в микро-, наноэлектронике, фотоэнергетике и других областях;
- разработка, продвижение и реализация крупных инновационных проектов в рамках созданного институтом первого в СНГ научно-образовательного инновационного партнерства «Нанотехнология» с участием Санкт-Петербургского физико-технологического научно-образовательного центра РАН и Академического университета под руководством лауреата Нобелевской премии Жореса Алферова Института

физики полупроводников СО РАН, г.Новосибирск, компании «НТ МДТ» из Зеленограда, г.Москва, Томского государственного университета, Казахского национального университета им. Аль-Фараби, Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева, Центра наук о земле, металлургии и обогащения, Центра астрофизических исследований и Национального инновационного фонда Республики Казахстан;

- развитие научного сотрудничества с национальными лабораториями и крупными университетами США, Японии и Западной Европы в рамках подписанных соглашений о сотрудничестве и совместных проектов по линии Международного научно-технического центра, Американского фонда гражданских исследований и развития, Европейского общества исследования материалов, CERN, DEZY и других

- воспитание и создание высокопрофессионального коллектива молодых ученых и технологов в рамках реализации совместных научных проектов с зарубежными партнерами, подготовка рабочих мест для специалистов для специалистов, подготовленных за рубежом по Президентской программе «Болашак».

По заказу МОН РК и других государственных органов за счет бюджетных и внебюджетных средств выполняется фундаментальные и прикладные исследования:

- в области физики конденсированного состояния и материаловедения, в том числе космического материаловедения;

- в области физики и химии тонких пленок и низкоразмерных систем;

- в области нанотехнологий, в том числе водородных технологий и возобновляемых источников энергии с использованием нанотехнологий;

- в области научного приборостроения, в том числе создания методик для мониторинга состояния земной коры с целью разработки краткосрочного прогноза;

- в области физики высоких энергий и космических лучей.

Анализ реализованных НИОКР показывает, что по проблеме энергоэффективности можно рассматривать работы по повышению эффективности действующего оборудования ТЭС и ТЭЦ используя новые разработки по газификации угля. Такие исследования проводятся в КазНИИЭ и имеется экспериментальная установка, которая не только снижает вредные выбросы, но и повышает КПД до 62%. Также разработана новая конструкция водогрейного котла с повышенным КПД, для которых можно использовать различные виды топлива (разработчик Орумбаев Р.К.). Проблема сжигания экибастузских углей связана со многими казахстанскими исследованиями. Одним из известных разработок являются плазменно-топливные системы для пылеугольных тепловых станций. Данное направление получило свое начало в КазНИИЭ (Устименко Б.П., Месерле В.Е.) и затем развивается в Институте проблем горения КазНУ им. аль-Фараби. Основным недостатком плазматрона является его неустойчивая работа. Для его промышленного внедрения требуется математическое моделирование процессов горения угля в плазматроне при различных режимах. Расчетные данные позволят оптимизировать конструкцию

плазматрона и устранить нежелательные явления при изменении внешних параметров.

Другим важным направлением является глубокая переработка нефтепродуктов. Данным исследованиям посвящены работы НИИ новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Физико-технического института МОН РК, НИИ механики и математики при КазНУ им. аль-Фараби. Данные разработки будут востребованы в Казахстане при строительстве новых НПЗ, которые будут выпускать продукцию стандарта евро-5, или модернизации существующих НПЗ по международным стандартам.

Многие исследователи большое внимание отдают накопителям энергии. В этом случае практически все НИИ проводят исследования по использованию кремния, лития в аккумуляторных батареях. Процесс промышленной добычи и обработки данных металлов достаточно дорогой, поэтому теоретические и экспериментальные исследования направлены на снижение себестоимости производства этих материалов. Результаты исследования востребованы при производстве электроэнергии с помощью ВИЭ (особенно, солнечные и ветровые станции).

Большинство НИОКР посвящено гелиоэнергетическим установкам и ветровым станциям. Надо отметить, что в Казахстане существуют различные подходы при реализации данных конструкции в реальной жизни. В КазНУ им. аль-Фараби изучаются и исследуются конструкции типа ветротурбины Дарье под руководством академика НАН РК Ершина Ш.А. В Алматинском университете энергетики и связи известна конструкция Болотова А.В. Данные исследования имеют свои результаты в виде промышленных образцов. Их применение ограничивает их низкая мощность. В КазНИИЭ разрабатываются новые конструкции солнечных концентраторов. Данные исследования имеют большую перспективу, т.к. повышают эффективность работы кремниевых пластин. Важным направлением в развитии ВИЭ в КазНИИЭ является ВЭС с вертикальной осью вращения и концентратором воздушного потока. Учитывая турбулентный характер ветрового потока в Казахстане, данная конструкция адаптирована практически ко всем условиям нашей страны. В Кокшетауском университете им. Ч.Валиханова ВЭС рассматриваются как сопло, внутри которого размещена турбина с генератором. Такие ВЭС работают при неизменяющемся однонаправленном ветровом потоке, как и конструкция известного изобретателя Камбарова М.Н. При изменении направления ветра данные конструкции не работают.

Теплонасосные установки (ТНУ) изучаются практически во всех НИИ и университетах. Но наиболее известными разработками являются исследования ВКГТУ им. Серикбаева, Алматинского университета энергетики и связи, КБТУ, Научно-технический центр механизации и электрификации сельского хозяйства. Результаты исследования расширяют географию применения этих установок, а также решают сопутствующие проблемы, например, обеспечение равномерной теплопередачи в высотных сооружениях. Применение ТНУ позволяет разделить систему

теплоснабжения на магистральный водовод и локальную систему теплопдачи, что позволит снизить потери и повысить энергоэффективность.

Наиболее распространенным ВИЭ в Казахстане являются малые и микро-ГЭС. На сегодняшний день используемые гидроагрегаты – это зарубежные аналоги, которые в основном используют напор воды. В тоже время для сохранения экологии (без затопления большого пространства) является важным применение прямоточных гидротурбин, которые используют скорость потока. Такие исследования проводятся в КазНИИЭ и при должном финансировании можно получить хорошие результаты.

Перечисленные направления деятельности научных центров Казахстана требуют бюджетного финансирования для получения конкретных результатов, пригодных для коммерциализации. Важным моментом внедрения ВИЭ является использование специальных тарифов и финансовых инструментов типа «зеленые сертификаты», способствующих на рыночных условиях стимулировать производство энергии за счет ВИЭ.

Разработкой новых фотоэлементов занимается Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского. Институт проводит фундаментальные исследования каталитического и электрохимического действия металлических, кластерных и полупроводниковых систем и управление их реакционной способностью как основа создания новых высоких технологий. К основным направлениям деятельности института относятся исследования:

- углеводородного сырья, нефти, битумов и природного газа,
- Создание эффективных технологий катализаторов для процессов нефтепереработки, нефтехимического синтеза, окисления, синтезов на базе оксидов углерода, олефинов, природного и сжиженного нефтяного газа.
- Охрана окружающей среды. Разработка катализаторов и нейтрализаторов для очистки вредных выбросов автотранспорта и промышленных предприятий.
- Методы получения чистых и сверхчистых цветных и благородных металлов и полупроводников, защита металлов и металлоконструкций от коррозии, эффективные преобразователи солнечной энергии, датчики и др.
- Разработка технологии извлечения драгоценных металлов из вторичного сырья и использованных катализаторов.

Устойчивое развитие атомной отрасли в долгосрочной перспективе обеспечивается эффективным функционированием научных организаций.

Основная деятельность в области атомной науки и техники в Казахстане сосредоточена сегодня в таких организациях, как:

1. РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» (далее НЯЦ РК) в т.ч. Институт атомной энергии, Институт ядерной физики, Институт радиационной безопасности и экологии, Институт геофизических исследований;

2.АО «НАК «Казатомпром» (в т.ч. ТОО «Институт высоких технологий», ТОО «Казахстанский ядерный университет», АО «Волковгеология», ЦНИЛ АО «УМЗ»);

3. Научно-технический центр «Безопасность ядерных технологий» (далее - НТЦ «БЯТ»).

Эти организации являются основой для эффективного развития и внедрения современных ядерно-физических технологий в энергетике, промышленности, медицине, сельском хозяйстве и обеспечивают исследования в области развития и безопасности атомной энергетики, ядерной физики, радиационной физики твердого тела, радиационного материаловедения, физики и техники ядерных реакторов, ядерных и радиационных технологий, в области создания перспективных промышленных технологий ЯТЦ, радиоэкологии, технологий контроля за сейсмическими событиями. Часть работ, выполняемых научными организациями, осуществляется по контрактам с зарубежными организациями, что подтверждает и позволяет сохранить высокую квалификацию их специалистов.

В целях научного сопровождения развития атомной отрасли и подготовки кадров необходимо использовать научно-технический потенциал отечественных университетов и научно-исследовательских институтов, таких как:

1. Казахский национальный университет им. Аль-Фараби;
2. Казахский национальный технический университет имени К. Сатпаева;
3. Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева;
4. Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева;
5. Институт геологических наук имени К. Сатпаева;
6. Центр наук о земле, металлургии и обогащения;
7. Физико-технический институт и ряд других др.

Выполнение исследований, направленных на научно-техническую поддержку развития атомной отрасли осуществляется с использованием имеющейся научно-технической базы РГП «НЯЦ РК», где, в том числе, выполняются исследования в обоснование безопасности объектов атомной энергетики, в том числе экспериментальные исследования процессов, характерных для завершающей стадии тяжелой аварии энергетических реакторов АЭС с плавлением активной зоны, для прогнозирования развития тяжелой аварии и выработки мер по ограничению и локализации ее последствий.

Однако, исследовательские ядерные реакторы РГП «НЯЦ РК» эксплуатируются длительное время и их системы нуждаются в модернизации под современные задачи исследований. Программой предусматривается совершенствование научной и экспериментальной базы атомной отрасли, проведение исследований в поддержку развития атомной энергетики и атомной промышленности.

Развитие атомной отрасли включает в себя не только развитие энерготехнологии, но и развитие других наукоемких ядерных технологий, применяемых в медицине и различных отраслях промышленности.

В настоящее время во всем мире прогрессирует применение ядерных и радиоизотопных методов диагностики и лечения в медицине.

Радионуклидная диагностика, благодаря ее высокой эффективности, стала незаменимой частью клинической практики в развитых странах. В некоторых случаях эти методы являются практически единственными для успешного лечения или правильной постановки диагноза заболеваний.

Необходимость развития радионуклидной диагностики и терапии обусловлена серьезным отставанием республики в области применения ядерных методов для диагностики и лечения распространенных заболеваний не только от среднемировых показателей, но и от менее развитых в экономическом отношении стран.

Другим важным направлением применения радионуклидных источников являются различные приборы и установки, широко используемые в промышленности для измерения плотности, расхода веществ, неразрушающего контроля и т.д.

10. Необходимые ресурсы для реализации Дорожной карты

В ходе реализации Дорожной карты планируется задействовать следующие виды ресурсов:

1. Лаборатории и оборудования для исследования ядерных технологий таких казахстанских научных центров как КазНУ им. аль-Фараби; КазНТУ им. К.Сатпаева; РГП «НЯЦ РК», КазНИИ Энергетики им. академика Ш.Ч.Чокина; Физико-технический институт, Госкорпорация "Росатом", ГНЦ РФ «ФЭИ им. А. И. Лейпунского»;

2. Разработки КазНИИ Энергетики им. академика Ш.Ч.Чокина и ВКГТУ им. Серикбаева по автоматизации энергопроцессов;

3. Приборы и оборудования для измерения осредненных параметров и их пульсации при исследовании энергетических процессов;

4. Специалисты по специальности физика, механика, математика, тепло и электроэнергетика уровня кандидата и доктора наук или магистра и PhD;

6. Производственная и научная база АО «НАК «Казатомпром»;

7. Производственная и научная база НЯЦ РК;

8. Трасферт технологий из США – технология ракетных двигателей, из Франции – технология малых реакторов;

9. Частно-государственное сотрудничество при коммерциализации отечественных разработок и организации совместного предприятия для производства инновационной продукции;

10. IPO ценных бумаг совместных предприятий с выходом на казахстанский и международный фондовые рынки;

11. Законодательная поддержка «зеленым» сертификатам для привлечения инвестиции и внедрения инновации и трансфера технологии по снижению вредных выбросов и развития безопасных атомных технологий в Казахстане;

12. Организация инновационной компании в форме АО, 50% принадлежит государству в лице НИФ, 50% принадлежат инноваторам. Государство вносит свою долю деньгами, а инноваторы вносят свою интеллектуальную собственность. Из числа поступивших инновации определяются самые востребованные и финансируются за счет средств данного фонда. Все операции проводятся на основе экономической выгоды для АО.

10.1 Научная база

Устойчивое развитие атомной отрасли в долговременной перспективе обеспечивается эффективным функционированием научных организаций.

Основная деятельность в области атомной науки и техники в Казахстане сосредоточена сегодня в таких организациях, как:

1. РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» (далее НЯЦ РК) в т.ч. Институт атомной энергии, Институт ядерной физики, Институт радиационной безопасности и экологии, Институт геофизических исследований;

2. АО «НАК «Казатомпром» (в т.ч. ТОО «Институт высоких технологий», ТОО «Казахстанский ядерный университет», АО «Волковгеология», ЦНИЛ АО «УМЗ»);

3. Научно-технический центр «Безопасность ядерных технологий» (далее - НТЦ «БЯТ»).

Эти организации являются основой для эффективного развития и внедрения современных ядерно-физических технологий в энергетике, промышленности, медицине, сельском хозяйстве и обеспечивают исследования в области развития и безопасности атомной энергетики, ядерной физики, радиационной физики твердого тела, радиационного материаловедения, физики и техники ядерных реакторов, ядерных и радиационных технологий, в области создания перспективных промышленных технологий ЯТЦ, радиоэкологии, технологий контроля за сейсмическими событиями. Часть работ, выполняемых научными

организациями, осуществляется по контрактам с зарубежными организациями, что подтверждает и позволяет сохранить высокую квалификацию их специалистов.

В целях научного сопровождения развития атомной отрасли и подготовки кадров необходимо использовать научно-технический потенциал отечественных университетов и научно-исследовательских институтов, таких как:

1. Казахский национальный университет им. Аль-Фараби;
2. Казахский национальный технический университет имени К. Сатпаева;
3. Казахский НИИ Энергетики им. академика Ш.Ч.Чокина;
4. Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева;
5. Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева;
6. Институт геологических наук имени К. Сатпаева;
7. Центр наук о земле, металлургии и обогащения;
8. Физико-технический институт и ряд других др.

Выполнение исследований, направленных на научно-техническую поддержку развития атомной отрасли осуществляется с использованием имеющейся научно-технической базы РГП «НЯЦ РК», где, в том числе, выполняются исследования в обоснование безопасности объектов атомной энергетики, в том числе экспериментальные исследования процессов, характерных для завершающей стадии тяжелой аварии энергетических реакторов АЭС с плавлением активной зоны, для прогнозирования развития тяжелой аварии и выработки мер по ограничению и локализации ее последствий.

Однако, исследовательские ядерные реакторы РГП «НЯЦ РК» эксплуатируются длительное время и их системы нуждаются в модернизации под современные задачи исследований. Программой предусматривается совершенствование научной и экспериментальной базы атомной отрасли, проведение исследований в поддержку развития атомной энергетики и атомной промышленности.

Развитие атомной отрасли включает в себя не только развитие энерготехнологии, но и развитие других наукоемких ядерных технологий, применяемых в медицине и различных отраслях промышленности.

В настоящее время во всем мире прогрессирует применение ядерных и радиоизотопных методов диагностики и лечения в медицине.

Радионуклидная диагностика, благодаря ее высокой эффективности, стала незаменимой частью клинической практики в развитых странах. В некоторых случаях эти методы являются практически единственными для успешного лечения или правильной постановки диагноза заболеваний.

Необходимость развития радионуклидной диагностики и терапии обусловлена серьезным отставанием республики в области применения ядерных методов для диагностики и лечения распространенных заболеваний не только от среднемировых показателей, но и от менее развитых в экономическом отношении стран.

Другим важным направлением применения радионуклидных источников являются различные приборы и установки, широко используемые в промышленности для измерения плотности, расхода веществ, неразрушающего контроля и т.д.

10.2 Кадровое обеспечение

Подготовкой кадров энергетической отрасли занимаются Алматинский университет энергетики и связи, КазНТУ им. К.Сатпаева, КазНУ им. аль-Фараби, ВКГТУ им. Д.Серикбаева.

Традиционная энергетика снабжается молодыми специалистами на 100%, а вот новые направления в энергетике как ВИЭ, энергосбережение и энергоэффективность не обеспечены кадрами, т.к. таких спецкурсов и специальностей пока нет в государственном реестре специальностей.

Для проведения необходимых исследований многие НИИ готовят магистров и PhD из базовых специальностей для изучения проблем ВИЭ и энергоэффективности.

Для реализации планов развития атомной отрасли необходимо совершенствовать систему подготовки и переподготовки специалистов, инженерного и технического персонала. В ряде отечественных вузов ведется подготовка инженеров по специальности «5В060500 «Ядерная физика», а также по специальности «5В072300 «Техническая физика». Тем не менее, необходимо совершенствовать систему подготовки специалистов для атомной отрасли, на базе ведущих учебных заведений и научных центров, как в нашей стране, так и за рубежом.

Для обеспечения атомной отрасли квалифицированными профессиональными кадрами необходимо:

1. формирование системы переподготовки и профессиональной аттестации персонала по регламентируемым видам деятельности в атомной отрасли, в том числе по созданию тренажерного центра профессиональной подготовки, переподготовки и аттестации эксплуатационного персонала АЭС;

2. в рамках специальностей «5В060500 «Ядерная физика» и «5В072300 Техническая физика» предусмотреть следующие дисциплины за счет компонента по выбору:

- геология, поиск и разведка урана и редких металлов;
- геохимия урана и трансурановых элементов;
- химическая технология урана и редких элементов;
- обогащение урана и разделение изотопов;
- химия и технология фтора и его соединений;
- геотехнология и методы геофизических исследований недр;
- металлургические процессы урана и трансурановых элементов;
- металлургические процессы редких и редкоземельных элементов;
- технологии производства суперсплавов и функциональных материалов;

- технологии производства и переработки ядерного топлива;
- ядерные технологии;
- физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника;
- атомная и термоядерная энергетика и технологии реакторостроения
- технологии переработки и утилизации РАО;
- материалы и технологии очистки техногенных и природных вод.
- по подготовке специалистов по проектированию, конструированию и строительству объектов атомной энергетики и промышленности, инженерно-технического персонала АЭС.

10.3 Финансовые ресурсы

В рамках ФЦП «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010 - 2015 годов и на перспективу до 2020 года» на разработку и строительство реактора на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем мощностью 300 МВт будет выделено более 40 млрд. рублей. Программа, утвержденная постановлением № 50 Правительства РФ от 3 февраля 2010 г., предполагает разработку быстрых технологий по трем направлениям: реактор на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, реактор на быстрых нейтронах со свинцово-висмутовым теплоносителем, реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

Практически такие же исследования будут проводиться и по нашим научным направлениям и примерно их стоимость составят \$2,4 млрд. Финансирование операционного плана потребует \$0,6 млрд., стратегического плана - \$1,2 млрд. и долгосрочное видение \$0,6 млрд.

10.4. Временные рамки реализации Дорожной карты

Реализация дорожной карты рассчитана среднесрочную перспективу на период с 2014 по 2030 год и будет осуществляться в три основных этапа с промежуточной возможностью корректировки и дополнения мер для достижения требуемых целевых показателей.

11. Риски и ограничения

Учитывая сложность проблем и необходимость их комплексного и системного решения, обеспечивающего кардинальное технологическое перевооружение объектов атомной энергетики Казахстана, представляется наиболее эффективным решать их в рамках Дорожной Карты с использованием программно-целевого метода. Подобное решение позволит объединить отдельные мероприятия и получить мультипликативный эффект, выраженный в развитии исследовательской, конструкторской, внедренческой и производственной деятельности. Консолидация ресурсов позволит более полно сформулировать и реализовать приоритеты развития страны и отрасли,

повысить степень координации и качество управления Дорожной Картой, что особенно важно в случае осуществления долгосрочных инвестиций в наукоемкие и высокотехнологичные сферы экономики.

Без реализации мер программно-целевого регулирования решение существующих проблем представляется недостаточным, поскольку в этом случае будет увеличиваться зависимость атомной энергетики Казахстана от экспорта сырьевых ресурсов и импорта высокотехнологичной продукции. Без интенсификации работ по поиску новых источников энергии, развития перспективных технологий использования энергии атомного ядра будет потеряно преимущество в сфере научно-технического развития атомной отрасли, снизится престиж и конкурентоспособность новых казахстанских ядерных энергетических технологий на мировом рынке.

В конечном итоге это может привести к отставанию казахстанской науки и технологий от уровня научных достижений ведущих стран в области использования атомной энергии, к потере научного, кадрового потенциала и, как следствие, к снижению в среднесрочной и долгосрочной перспективе конкурентоспособности в указанной сфере деятельности.

Программно-целевой метод в качестве основы государственного управления в области обеспечения сбалансированных и последовательных решений является наиболее предпочтительным инструментом управления, поскольку позволит существенно повысить эффективность решения стоящих перед отраслью проблем.

Реализация Дорожной карты по энергетике подвержена риску по нескольким причинам.

Во-первых, из-за бюрократических процедур, которые могут затянуть процесс принятия решения о запуске реализации Дорожной карты.

Во-вторых, из-за высокой степени коррупции в органах, уполномоченных на решение вопросов, затрагиваемых Дорожной картой.

В-третьих, научно-технологическое развитие в тех странах, которые уделяют особое внимание проблемам генерации научных знаний и инновационного развития, может привести к прорывным научным открытиям и к новым технологиям, основанным на этих открытиях.

В свою очередь по этим технологиям будут производиться продукты с характеристиками, намного превышающими целевые индикаторы, предусмотренные данной Дорожной картой. В таком случае придется прекратить реализацию Дорожной карты в данном направлении.

Дорожная карта по энергетике, запущенная своевременно, может быть не реализована из-за финансовых ограничений, необходимых, как было сказано ранее, для создания инфраструктуры по развитию критических технологий, подготовки профессиональных кадров, защиты интеллектуальной собственности и проведения НИОКР.

12. Мониторинг реализации Дорожной карты

Для своевременной и качественной реализации Дорожной карты должен быть предусмотрен постоянный мониторинг выполнения Плана мероприятий, осуществляемый комиссией или иным органом, независимым от разработчиков и реализаторов Дорожной карты.

Мониторинг реализации Дорожной карты приводится с обеспечением контроля за ходом реализации Дорожной карты по следующим индикаторам:

- количество разработанных и внедренных научно-технических программ,
- количество поданных заявок и полученных охранных документов, количество НИОКР и эффективность их результатов,
- капитализация интеллектуальной собственности и рост стоимости акции инновационной компании,
- количество исследовательских работ,
- уровень цитируемости,
- число зарегистрированных патентов,
- количество созданных и внедренных разработок и технологий в соответствии с Межотраслевым планом научно-технологического развития.

12. План мероприятий по реализации Дорожной карты

| № | Мероприятие | Срок исполнения | Объем фин-я, ресурс | Исполнитель |
|---|---|-----------------|--------------------------------|--|
| 1 | Исследование и разработка новых конструкций ядерных реакторов малой мощности с использованием ториевого цикла воспроизводства | 2014-2017 | \$300 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ, КазНТУ |
| 2 | Исследование водородных технологии с применением каталитического электролиза воды | 2014-2017 | \$100 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ, Univrersité de Lorraine (Франция) |
| 3 | Математическое моделирование процессов выделения водорода в топливных элементах | 2015-2018 | \$50 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ им. аль-Фараби, Univrersité de Lorraine |

| | | | | |
|---|--|-----------|--------------------------------|---|
| | | | | (Франция) |
| 4 | Проведение натуральных и экспериментальных исследований по изучению параметров водородных топливных элементов | 2016-2019 | \$100 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, Физико-технический институт (ФТИ), Univrersité de Lorraine (Франция) |
| 5 | Исследования процессов, связанных с холодным ядерным синтезом, и разработка технологий для производства энергии | 2015-2023 | \$700 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, Физико-технический институт (ФТИ), НЯЦ РК, Институт ядерной физики |
| 6 | Научные исследования по повышению безопасности водородных технологии за счет применения электро-химической конверсии | 2017-2020 | \$100 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ им. аль-Фараби, Univrersité de Lorraine (Франция) |
| 7 | Разработка контрольных приборов в системе генерации энергии на основе водородных технологий | 2018-2022 | \$50 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ им. аль-Фараби, ВКГТУ им. Серикбаева Univrersité de Lorraine (Франция) |
| 8 | Изучение зависимости водородных технологий от применяемых нанотехнологии и различных типов топливных элементов | 2019-2023 | \$100 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ им. аль-Фараби, ВКГТУ им. Серикбаева, ФТИ, Univrersité de |

| | | | | |
|----|---|-----------|-----------------------------------|--|
| | | | | Lorraine (Франция) |
| 9 | Изучение параметров процесса водородного синтеза в зависимости от начальных и граничных условий | 2020-2025 | \$100 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ им. аль-Фараби, ВКГТУ им. Серикбаева, ФТИ, Univrersité de Lorraine (Франция) |
| 10 | Развитие генерирующих источников ядерной энергетики, связанных с разработкой топлива нового поколения и расширением приложения реакторов нового поколения | 2020-2030 | \$300 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, ВКГТУ, НЯЦ РК, Институт ядерной физики, НТЦ «БЯТ» |
| 11 | Исследование водородных технологии с использованием радиолиза воды и водных растворов | 2021-2027 | \$100 млн., бюджетные средства | КазНИИ Энергетики, КазНУ им. аль-Фараби, ВКГТУ им. Серикбаева, ФТИ, Univrersité de Lorraine (Франция) |

ПАСПОРТ ТЕМАТИКИ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

| | | |
|---|--|---------|
| | Классификационный код тематики научного исследования | Э-8.1.1 |
| Наименование тематики научного исследования | Создание и развитие технологий атомной (ядерной) энергетики нового поколения высокой надежности и безопасности | |
| <p><u>Сущность исследования:</u> физика ядерно-возбуждаемой плазмы, ядерная энергетика, холодный ядерный синтез, <u>уровень предлагаемых решения/ожидаемых результатов</u> – есть разработки типа: <u>новые ядерные реакторы малой мощности с использованием ториевого цикла воспроизводства.</u> Выработка на основе использования такого типа ядерных реакторов электроэнергии, тепла и водорода. Исследования нетрадиционных источников энергии таких как холодный ядерный синтез. Уровень высокий. <u>Масштабы применимости ожидаемых результатов:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчетные оценки потенциальных возможностей атомной энергетики при использовании АЭС работающими отдельно с реакторами как на тепловых так и на быстрых нейтронах. 2. Анализ возможных вариантов ядерных топливных циклов. Расчеты конкретных схем топливных циклов. 3. Анализ прототипа ядерного энергетического реактора в Казахстане сочетающего преимущества реакторов третьего и четвертого поколения и свободного от недостатков каждого из них. 4. Анализ экологических преимуществ и возможных последствий при работе энергетического реактора на территории Республики Казахстан. 5. Выбор промышленного энергетического реактора, проведение рабочей конференции закрепляющей результаты работы лаборатории физических и технологических проблем ядерной энергетики, мнения экспертов стран, где успешно работают реакторы выбранного типа, предложения и техническое задание для строительства Казахстанской АЭС для правительства Республики Казахстан. | | |
| <p><u>Уровень научной новизны и значимости:</u> Разработка замкнутых топливных циклов для ядерно-энергетических установок различного типа и назначения имеющих фундаментальное и прикладное значение для ядерной энергетики Казахстана. Новизна: Применение инновационных технических решений в реакторах малой мощности с ториевого циклом воспроизводства реакторного топлива, ракетных двигателях и в установках с использованием холодного ядерного синтеза.</p> | | |
| <p><u>Прикладная важность исследования (в том числе патентоспособность и возможности для коммерциализации результатов):</u> жидкие солевые реакторы обладают неустранимой и присущей только им безопасностью, связанной с отрицательным температурным коэффициентом реактивности. Патентная защита основных технических решений проекта требуется.</p> | | |

| | | |
|---|----------------------|--|
| <p><u>Дескриптор и технические характеристики (в том числе индикаторы ожидаемой завершающей стадии исследований):</u> Повышение КПД реактора на 30%, коэффициент безопасности – 1 (100%), мощность малых реакторов: 20-50 МВт, средних – 50-300 МВт, низкая утечка радиации, уменьшение количества высокоактивных отходов на 50%, увеличение срока эксплуатации на 30%.</p> | | |
| <p><u>Базовые технологии:</u> 1. Ядерные реакторы (исследовательские, энергетические и транспортные (корабельные, самолетные, ракетные), реакторы для радиационного материаловедения и химического синтеза; 2. Термоядерные установки (магнитные ловушки, устройства лазерной стимуляции); 3. Радиоактивные изотопы и меченые соединения (в том числе – средства медицинской диагностики и терапии); 4. Источники излучения (для технологических, радиационно-химических и сельскохозяйственных целей); Базовой технологией является ядерный топливно-энергетический комплекс (ЯТЭК).</p> | | |
| <p>Уровень разработок по теме исследования (%), либо граница (в годах) в сравнении с наиболее развитой в данной сфере страной</p> | | <p>Возможность самостоятельной разработки (высокая, средняя, низкая)</p> |
| <p>20% по сравнению с Японией 5% по сравнению с USA</p> | | <p>высокая</p> |
| <p>Профессиональные научно- исследовательские группы в области</p> | <p>Отечественные</p> | <p>Институт ядерной физики (РК), КазНИИ Энергетики (РК)</p> |
| | <p>Международные</p> | <p>Росатом (РФ), Московский физико-технический институт (РФ), Хокайдо Университет (Япония), Токийский Университет (Япония), Los Alamos National Laboratory (USA)</p> |

ПАСПОРТ ТЕМАТИКИ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

| | | |
|---|--|---------|
| | Классификационный код тематики научного исследования | Э-8.1.2 |
| Наименование тематики научного исследования | Создание и развитие технологий энергетики нового поколения высокой надежности и экологической безопасности на основе водорода. | |
| <p><u>Сущность исследования:</u> Водород, имеющий высокий калорийный потенциал, рассматривается как носитель энергии, взаимно-конвертируемый с электричеством или теплом, основное назначение которого в энергетике – ее хранение и транспортировка, а также использование в качестве топлива для двигателей водородного транспорта (автомобили, морские и подводные суда, железнодорожный транспорт, авиация, вспомогательный транспорт). Помимо этого применяется в технологических процессах производства бензина и аммиака. Несмотря на высокую стоимость затрат на производство водорода из воды, этот процесс оказывается экономически рентабельным при конверсии избыточно произведенного электричества. В связи с этим водородная энергетика неотрывно связана с возобновляемыми источниками энергии, такими как ветряки и солнечные генераторы, работающими в естественном нерегулярном режиме и производящими много избыточной энергии. Создание совместных парков ветряков и/или солнечных генераторов, электролитических установок конверсии электричества в водород и систем реконверсии водорода в электричество (топливных элементов) является промышленной реальностью в Европе, Северной и Южной Америке.</p> <p>Водородная энергетика включает как составные элементы: экологически безопасное получение водорода; физическое, химическое и массивное хранение водорода; транспортировку водорода к потребителю с небольшими потерями; конверсию водорода в электричество; метанацию водорода; поиск геологических месторождений свободного водорода.</p> <p><u>Уровень предлагаемых решений/ожидаемых результатов:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - в области производства водорода: массивное производство водорода для водородной энергетики будет производиться методами, альтернативными по отношению к современным методам паровой конверсии метана или окисления метана. Альтернативные методы базируются на неограниченных возобновляемых источниках водорода (вода), растениях, или на крупных запасах ископаемых углей, использование которых в прямом виде технологически малоэффективно или опасно экологически. К ним относятся: каталитический электролиз воды, высокотемпературный электролиз воды, обработка биомассы (ботва растений, водоросли) термохимическим или биохимическим способом, газификация угля, подземная газификация угля. - в области физического хранения: хранение в газообразном сжатом виде в газовых баллонах, газгольдерах, трубопроводах, стеклянных микросферах; а | | |

также хранение в сжиженном виде с криогенных контейнерах;

- в области массивного хранения: хранение в газообразном сжатом виде или растворенном в воде в подземных геологических структурах: водоносных пластах, истощенных газонефтяных месторождениях, а также в искусственно созданных соляных кавернах;

- в области химического хранения: адсорбционное хранение в углеводородных наноматериалах, в активированном угле, цеолитах и родственных соединениях; а также хранение водорода, растворенного в металлгидридах и гидридах интерметаллидов.

- в области конверсии водорода в электричество: электро-химическая конверсия в топливных элементах или механическая конверсия в газовых турбинах.

- в области метанаии: преобразование водорода в более высококалорийный метан путем высокотемпературного катализа реакции Сабатье.

- в области поиска геологических месторождений водорода: сделаны научные открытия существования месторождений свободного водорода и глубинных потоков свободного водорода в глубинных водоносных пластах в континентальной зоне (Мали, Россия), а также в гидротермальных оффшорных зонах. Предполагается, что такие месторождения могут быть широко распространены в зонах высоких температур.

Масштабы применимости ожидаемых результатов:

1. Крупные стационарные установки производства энергии мощностью 1 МВт и выше;

2. Бытовые стационарные установки мощностью 100 Вт – 10 кВт;

3. Установки для бортового электропитания транспорта мощностью до 5 кВт;

4. Силовые установки водного транспорта.

5. Крупные подземные хранилища водорода в геологических структурах емкостью порядка миллиарда стандартных м³ газа.

6. Подземные хранилища водорода в соляных кавернах емкостью порядка десятков миллионов стандартных м³ газа.

7. Совместные парки ветряных двигателей и/или солнечных генераторов и электролизных установок в открытых незаселенных местностях.

8. Установки газификации угля в угленосных бассейнах страны.

Уровень научной новизны и значимости: Снижение рабочей температуры до 500—600 °С в циклах производства водорода, применение малых стационарных топливных элементов. Гибридные установки: топливный элемент/газовая турбина. Повышение эффективности извлечения водорода из металлгидридов. Новые технологии создания углеродных и кремниевых нанотрубок для адсорбционного хранения. Снижение диффузионных утечек и гидродинамических потерь водорода, а также потерь, вызванных потреблением водорода микроорганизмами, в геологических хранилищах. Повышение емкостей соляных каверн. Повышение КПД системы генерация электричества – конверсия

в водород – хранение – реконверсия в электричество 5в настоящее время 30-40%). Новые месторождения свободного водорода. Новые физико-химические и математические модели процессов производства, хранения, конверсии водорода. Разработка новых численных пакетов программ. Применение инновационных технических решений в энергетических установках и двигателях на водородных топливных элементах.

Прикладная важность исследования (в том числе патентоспособность и возможности для коммерциализации результатов):

Абсолютно экологические чистые энергетические технологии без вредных выбросов и отходов, в том числе и CO₂.

Развитые страны осуществляют разработку ряда видов топливных элементов. В настоящее время в основном применяется шесть видов:

- AFC - щелочной топливный элемент (Alkaline fuel cell);
- PAFC - фосфорнокислый топливный элемент (Phosphoric Acid fuel cell);
- PEFC, или PEMFC - твердополимерный топливный элемент, или топливный элемент на протоннообменной мембране (Polymer Electrolyte fuel cell, или Proton Exchange Membrane fuel cell);
- DAFC, или DMFC - прямой алкогольный топливный элемент, или прямой метанольный топливный элемент (Direct Alcohol fuel cell, или Direct Methanol fuel cell);
- MCFC - расплавкарбонатный топливный элемент (Molten Carbonate fuel cell);
- SOFC - твердооксидный топливный элемент (Solid Oxide fuel cell)

Подземное массивное хранение электричества в форме водорода оценивается мировыми экономистами как второй по технологической эффективности способ хранения после хранения в форме энергии падающей воды и более эффективный способ чем подземное хранение в форме сжатого воздуха.

В случае разработки дешевого способа производства водорода или обнаружения геологических месторождений свободного водорода, он может перейти из категории «носитель энергии» в категорию «источник энергии».

В подземных хранилищах водорода или естественных месторождениях водорода ожидается частичная его конверсия в метан с помощью микроорганизмов и создание месторождений метана.

Патентная защита основных технических решений проекта требуется.

Дескриптор и технические характеристики (в том числе индикаторы ожидаемой завершающей стадии исследований): Повышение КПД энергетических установок на 20%, коэффициент безопасности – 1 (100%), отсутствие отходов, бессрочное и безопасное хранение, увеличение срока эксплуатации энергетического оборудования на 30%.

Базовые технологии:

Доминируют две технологии: PEM (протон-обменная) и SOFC (твёрдо-оксидная).

| | | |
|---|---------------|---|
| Уровень разработок по теме исследования (%), либо граница (в годах) в сравнении с наиболее развитой в данной сфере страной | | Возможность самостоятельной разработки (высокая, средняя, низкая) |
| 30% по сравнению с Францией 20% по сравнению с Японией 5% по сравнению с USA | | высокая |
| Профессиональные научно- исследовательские группы в области | Отечественные | Институт ядерной физики (РК), КазНИИ Энергетики (РК) |
| | Международные | Univrsité de Lorraine (Франция) ООО «Уральская производственная компания» (РФ), Хокайдо Университет (Япония), Токийский Университет (Япония), General Electric (USA) |