Приложение 2

**ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ,**

**предлагаемых НИУ «МЭИ» к реализации**

**Блок 1. Технологии будущего**

1. Проведение исследований, направленных на формирование технологического задела:

по перспективным направлениям развития угольной, газовой, атомной генерации, возобновляемым и нетрадиционным источникам энергии;

по передаче, аккумуляции и потреблению тепловой и электрической энергии.

2. Решение комплексных научно-технологических задач по технологическим циклам энергообеспечения.

**Блок 2. Повышение эффективности, безопасности, надежности, достижение требуемых экологических показателей**

1. Разработка и совершенствование устройств, технологий и диагностических систем, направленных на увеличение безопасности, надежности, энергоэффективности и снижения экологических негативных тенденций при эксплуатации существующего энергетического оборудования.

2. Проведение исследований в рамках международного сотрудничества, включая участников евразийской технологической платформы «Энергетика и электрификация», созданной в рамках ЕАЭС, по различным направлениям, в том числе по разработке новых материалов.

**Блок 3. Инфраструктура цифровой энергетики. Технологии индустрии 4.0**

1. Обеспечение цифровизации современной энергетики для интеллектуализации процессов ее управления.

2. Создание 3D образов оборудования и отдельных элементов, улучшающих представления об объектах систем генерации, транспортировки и потребления энергии.

3. Развитие материально-технической инфраструктуры, включая создание отраслевых лабораторий компаний.

**Блок 4. Нормативно-правовые документы для энергетики» (стандарты, регламенты, программы развития)**

1.Совершенствование нормативно-правовых документов, позволяющих более эффективно планировать развитие и функционирование энергетики в современных условиях.

# Блок 1. ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

**I. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Большая энергетика. Газовая генерация.**

1.1. Высокоэффективные экологически безопасные энергетические комплексы с кислородным сжиганием топлива (в том числе работающие по Грац циклу и циклу Аллама).

1.2. Парогазовые установки большой мощности на базе российской газотурбинной установки:

*Вертикальный котел-утилизатор с естественной циркуляцией на сверхвысокое давление пара 18 МПа;*

*Жаростойкие и термобарьерные покрытия для элементов оборудования парогазовой установки большой мощности на базе российской газотурбинной* *установки.*

1.3. Высокоэффективная маневренная ТЭЦ нового поколения.

**2. Большая энергетика. Угольная генерация.**

2.1. Энергоблоки с ультрасверхкритическими параметрами пара мощностью 500–1000 МВт с сухим золошлакоудалением:

*Пылеугольный котел УСКД повышенной маневренности;*

*Защитные износостойкие покрытия для элементов оборудования энергетических блоков на ультрасверхкритических параметрах пара.*

2.2. Теплотехнологический комплекс для производства синтез-метана из низкосортных углей.

**3. Атомная энергетика.**

3.1. Система аварийного энергоснабжения повышенной надежности на основе тепловых аккумуляторов
(опция проектов АЭС-2006/ВВЭР-ТОИ и других).

3.2. Установка выделения химических компонентов из дезактивированного кубового остатка АЭС для повторного использования (опция АЭС-2006/ВВЭР-ТОИ и др.).

3.3. Гибридные маневренные АЭС с реакторными установками ВВЭР с внешним перегревом пара:

*Паровая турбина для АЭС на энергоблоках со сверхкритическими параметрами пара;*

*Многофункциональные нанокомпозитные покрытия для элементов оборудования паровых турбин АЭС нового поколения, рассчитанных на суперкритические параметры пара.*

3.4. Ядерная реакторная установка малой мощности МТ-2018.

3.5. Новые функциональные поверхности для энергетики.

**II. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Ветрогенерация.**

1.1. Высотная ветротурбина на надувной конструкции.

1.2. Ветроагрегат прямого привода с горизонтальной осью вращения.

1.3. Вертикальноосевая энергетическая установка с индукторным генератором.

**2. Гидроэнергетика**

2.1. Высокоэффективные гидроагрегаты на основе природоподобных технологий.

2.2. Модульный гидроагрегат с прямоточной осевой гидротурбиной.

2.3. Бесплотинная малая ГЭС.

2.4. Волновая поплавковая электростанция.

2.5. Индукторные генераторы с переменной частотой вращения для малых ГЭС.

**3. Солнечная генерация.**

3.1. Аппаратно-программный комплекс отслеживания положения Солнца для управления по максимальной энергетической эффективности.

**4. Петротермальная генерация.**

4.1. Когенерационная установка на основе использования глубинной энергии Земли.

**III. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Распределенная генерация.**

1.1. Аппаратно-программный комплекс для адаптивного управления распределенной генерацией.

1.2. Гибридный энергокомплекс гарантированного энергоснабжения с водородным аккумулированием энергии и электролизером высокого давления.

1.3. Энергетические установки малой мощности, работающие по органическому циклу Ренкина.

1.4. Автономные мини-ТЭЦ, работающие на местном низкореактивном топливе, включая возобновляемое биотопливо.

1.5. Парогазовая установка на биотопливе.

1.6. Модульные конфигурируемые энергетические комплексы на пеллетном топливе для автономного энергоснабжения удаленных районов.

1.7. Энергоустановки малой мощности (200–1000 кВт) для выработки тепловой и электрической энергии за счет сжигания отходов деревообрабатывающих предприятий.

1.8. Технологический комплекс выработки электроэнергии на основе использования теплоты продуктов реакций термической утилизации твердых коммунальных отходов.

1.9. Энергосистемы на базе водород-воздушных топливных элементов для робототехнических комплексов.

1.10. Воздушные и тепловые аккумуляторы энергии для автономных энергетических установок на базе ВИЭ и тепловых двигателей.

**IV. ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И КАБЕЛИ)**

**1. Воздушные линии.**

1.1. Высоковольтные распределительные устройства с твердой изоляцией различных классов напряжений.

**2. Кабели ультравысокого напряжения переменного и постоянного тока.**

2.1. Электрический кабель.

**3. Системы управления и защиты.**

3.1. Аппаратно-программный комплекс диагностики неисправностей, восстановления работоспособности и автоматической реконфигурациии электрических сетей.

3.2. Аппаратно-программный комплекс «Система оценки надежности воздушных линий электропередачи».

3.3. Аппарат управления неактивной мощностью сети для повышения качества электроэнергии.

**V. ПЕРЕДАЧА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Трубопроводные системы.**

1.1. «Сверхпроводимость» трубопроводных систем.

**VI. КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ**

**1. Жилищно-коммунальная сфера.**

1.1. Энергоэффективный (умный) район: теплоснабжение.

1.2. Энергоэффективный (умный) район: электроснабжение.

1.3. Комплексная система централизованного кондиционирования для производственных и административных зданий на основе применения тепловых насосов и абсорбционных холодильных машин.

Информационно-аналитическая система для оптимизации топливно-энергетического баланса региона (на примере крупного города).

**2. Промышленность и транспорт, сельское хозяйство.**

2.1. Тяговые генераторы и тяговые электродвигатели для мобильных средств с гибридной силовой установкой и электромобилей.

**VII. АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГИИ**

**1. Аккумуляторы воды.**

1.1. Гидроаккумулирующие электростанции башенного типа.

1.2. Воздушно-аккумулирующая электростанция.

**2. Химические аккумуляторы.**

2.1. Твердофазные литиевые аккумуляторы для автономной энергетики.

**3. Аккумуляторы для автотранспорта.**

3.1. Кинетические накопители энергии с высокотемпературными сверхпроводниковыми подвесами.

# Блок 2. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ, ДОСТИЖЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**I. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Большая энергетика. Газовая генерация.**

1.1. Блок ТЭЦ на сжиженном или природном газе, для размещения в локальных автономных зонах энергоснабжения и для покрытия остропиковых нагрузок.

1.2. Высокоманевреннaя ТЭЦ для прохождения суточных графиков нагрузки.

1.3. Малоэмиссионные горелочные устройства.

1.4. Конденсационный теплоутилизатор для глубокой утилизации низкопотенциальной теплоты уходящих газов котлов.

1.5. Высоконадежный расходомер-счетчик природного газа.

**2. Большая энергетика. Угольная генерация.**

2.1. Установка аварийного пуска котла при потере паровых нужд.

2.2. Техническое перевооружение на базе глубокой модернизации паровых турбин, длительное время находящихся в эксплуатации.

2.3. Вихревая растопочная горелка для сжигания пыли повышенной реакционной способности.

2.4. Надстройка паросиловой части ТЭЦ до парогазовой установки.

**3. Большая энергетика. Тепловая генерация.**

3.1. Модульная контейнерная установка по очистке сточных вод методом грязестойкого мембранного разделения.

3.2. Малоотходная высокоэффективная технология и установка для регенерации трансформаторных или турбинных масел.

**II. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Атомная энергетика.**

1.1. Установка для плазменно-пучковых испытаний материалов гибридного термоядерного реактора стационарными мегаваттными нагрузками.

1.2. Экспериментальный комплекс для изучения радиационных характеристик тугоплавких материалов в области высоких температур.

1.3. Модуль ионоселективной сорбции цезия.

1.4. Модуль мембранной фильтрации кубовых остатков АЭС.

1.5. Модуль озонирования кубовых остатков АЭС.

1.6. Технология прогнозирования, регистрации, определения причин возникновения и способов предотвращения и/или демпфирования виброакустических резонансов в оборудовании АЭС c реакторами ВВЭР.

1.7. Проект реактора с водяным СКД-теплоносителем и интегральной компоновкой оборудования 1-го контура (включая комплекс программ для моделирования нормальных режимов нормальной эксплуатации).

1.8. Установка эффективного получения водорода.

**2. Ветрогенерация.**

2.1. Аппаратно-программный комплекс краткосрочного прогнозирования скорости ветра для повышения эффективности работы ветряной электростанции в энергосистеме.

2.2. Ветроэнергетическая установка с уменьшенной гондолой.

**3. Гидроэнергетика.**

3.1. Повышение энергетической эффективности крупногабаритных узлов современных гидротурбин и гидромеханического оборудования.

3.2. Герметичные регулируемые электронасосы для систем топливно-энергетического комплекса.

3.3. Система надежной защиты ГЭС от аварийных затоплений на базе саморегулирующихся струйных насосов.

3.4. Струйный насос с регулируемым вихревым движением рабочей среды.

3.5. Регулируемый герметичный пластинчатый насос с интегрированной магнитной муфтой.

3.6. Энергоэффективные автоматизированные приводы затворов гидросооружений.

3.7. Гидроагрегаты высокой эффективности для модернизации ГЭС.

3.8. Установка для обеспечения экологической безопасности водных биологических ресурсов на ГЭС.

**III. ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**1. Солнечная генерация.**

1.1. Комбинированные солнечные коллекторы.

**IV. АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГИИ**

**1. Аккумуляторы воды.**

1.1. Малые и средние гидроаккумулирующие электростанции для распределенной энергетики.

**2. Воздушные аккумуляторы.**

2.1. Воздушные аккумуляторы энергии для ГЭС и энергетических установок на базе ВИЭ.

**3. Химические аккумуляторы.**

3.1. Источники питания для использования в системах тепло и электроснабжения, транспортировки энергоресурсов.

**V. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

1. Высокоэффективные технологии электронно-лучевой сварки для изготовления и ремонта энергетического оборудования.

2. Энергетический комплекс для электронно-лучевой обработки материалов мощностью до 120 кВт.

3. Огнестойкое масло нового поколения для нужд тепловой и атомной энергетики.

4. Актуализация требований СТО 02.01.112-2015. Гидроэлектростанции. Энергетические масла и маслохозяйства. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

**VI. ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

1. Переносной прибор и методика экспресс-контроля микроструктуры и механических свойств металла оборудования и трубопроводов энергоустановок.

**VII. СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА**

1. Система мониторинга зарядов статического электричества при транспортировке, загрузке и перевалке нефтепродуктов.

2. Применение дистанционных методов мониторинга термического режима прудов-охладителей на АЭС и государственных районных электрических станциях.

3. Мониторинг биообрастания оборудования систем технического водоснабжения энергогенерирующих объектов Европейской части Российской Федерации.

4. Мониторинг динамики дегазации водорода в районе расположения АЭС и других энергогенерирующих предприятий.

**VIII. ОТДЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ**

1. Оборудование и технологии аддитивного производства ответственных изделий энергетического машиностроения.

2. Теплообменник с каплевидными трубами для когенерационных и тригенерационных систем на неводных рабочих веществах.

3. Микроканальный теплообменник для когенерационных и тригенерационных систем на неводных рабочих веществах.

4. Теплофизические процессы в схемах аварийного расхолаживания парогазовых установок и системах локализации аварий АЭС с теплоносителем фторуглеродного состава.

# Блок 3. ИНФРАСТРУКТУРА ЦИФРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ТЕХНОЛОГИИ 4.0

**I. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

1. Cистема автоматизации защиты и управления электроэнергетической инфраструктурой объектов электросетевого комплекса на основе цифровых технологий.

2. Специализированная энергетическая аппаратно-программная платформа, основанная на технологиях и принципах ЦПС, для контроллеров первичного электрооборудования.

3. Система поддержки принятия решений оперативного персонала энергообъектов.

4. Система активного контроля безопасности персонала в процессе работы на энергообъектах.

5. Автоматизированное проектирование гибридных энергокомплексов на основе ВИЭ.

6. Система on-line прогнозирования потребления энергетических ресурсов промышленными и коммунальными потребителями.

**II. ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0**

1. Информационно-аналитическая система для верификации, сравнения и выбора инженерного программного обеспечения «ИАСПлат».

2. Цифровая платформа для создания «цифровых двойников» энергетических комплексов и их оборудования (виртуальный энергоблок).

3. Программный комплекс для обслуживания энергетического оборудования по состоянию на основе обработки больших массивов данных с применением искусственного интеллекта.

4. Энергоэффективный (умный) дом.

5. Система автоматизированного мониторинга состояния воздушных линий электропередач на основе применения беспилотных летательных аппаратов.

6. Аппаратно-программный комплекс предиктивной диагностики газовой турбины и вспомогательного оборудования в составе газотурбинной установки малой мощности (до 25 МВт) на основе интеллектуальных сенсоров вибрации и платформы промышленного интернета вещей (IIoT).

# Блок 4. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ (СТАНДАРТЫ, РЕГЛАМЕНТЫ, ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ)

**I. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

1. Проект федерального закона «О федеральных и региональных энергетических системах».

2. Проект федерального закона «О внесении изменений в статьи 11 и 38 Водного кодекса Российской Федерации».

3. Проект федерального закона «О внесении изменений в Водный кодекс Российской Федерации в части применения прямоточных систем технического водоснабжения на объектах электроэнергетики».

4. Проект поправки в Федеральный закон «Об электроэнергетике», предусматривающей право для всех когенеративных электростанций поставлять электроэнергию и тепло, произведённые в комбинированном цикле, на региональные рынки энергии по прямым договорам с местными потребителями по ценам, сформированным по правилам региональных рынков электроэнергии и теплоэнергиии с оплатой по тарифам стоимости услуг соответствующей региональной энергосетевой инфраструктуры.

5. Нормативная база для планирования развития электроэнергетики в условиях появления многочисленных субъектов хозяйствования в электроэнергетике.

6. Корпоративные регламенты по организационному обеспечению функционирования системы управления активами (Стандарт организации).

7. Механизмы активного использования интеллектуального потенциала работников отрасли.

8. Типовые технические требования к генерирующим установкам (электростанциям) мощностью до 5 МВт и требования к разработке схем выдачи мощности.

9. Методические рекомендации по проектированию объектов распределенной энергетики, в том числе на базе ВИЭ.

10. Оценка макроэкономических (межотраслевых) последствий реализации различных норм и требований к наилучшим доступным технологиям в электроэнергетике.

11. Дорожная карта использования золошлаковых отходов в промышленности.

12. Долгосрочные экономические механизмы стимулирования инвестиционных проектов по комплексной модернизации ТЭС с применением наилучших доступных технологий.

13. «Инкубатор» для апробации новых технических решений.

14. Документ, отражающий целевое состояние решения общих для электроэнергетической отрасли производственных, технологических задач и функций.

15. Концепция единой информационной платформы общих задач электроэнергетики.

16. Проведение опережающей подготовки кадров, как уже работающих экспертов и специалистов, так и студентов – бакалавров и магистров, для получения новых кросс-дисциплинарных знаний в областях электроэнергетики, релейной защиты, автоматики и информационных технологий.

17. Нормативно-техническая документация для перехода на отечественную элементную базу при создании микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.