

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН)

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.4.5**

Энергетические системы и комплексы

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная

Москва – 2022

## **ПРОГРАММА**

### **вступительного испытания по специальной дисциплине для поступающих на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направленность (специальность) — 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

#### **1. Общие положения**

Настоящая программа вступительного испытания по специальной дисциплине составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Прием вступительных испытаний регламентирован Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН).

#### **2. Цели вступительных испытаний**

Выявление специальных знаний, полученных в процессе получения высшего образования в специалитете и(или) магистратуре, научного потенциала и объективной оценки способностей лиц, поступающих в аспирантуру.

#### **3. Выставление оценок по результатам выполнения экзаменационных заданий.**

Вступительный экзамен проводится в устной форме на русском языке.

По итогам экзамена выставляется оценка по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Передача вступительных экзаменов не допускается. Результаты вступительных испытаний в аспирантуру действительны в течение календарного года.

#### **4. Программа вступительных испытаний.**

Программа вступительных экзаменов в аспирантуру ИНЭИ РАН по специальности 2.4.5.- Энергетические системы и комплексы.

##### **4.1. Ресурсы, потребление и распределение энергии.**

4.1.1. Энергетические ресурсы. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Запасы невозобновляемых источников энергии. Распределение энергоресурсов по регионам и странам. Потребление энергии. Объемы и виды потребляемой энергии. Распределение потребления энергии по регионам и странам. Технические и потребительские характеристики различных источников и видов энергии; электричество как наиболее «квалифицированный» вид энергии. Тенденции развития мировой энергетики.

4.1.2. Энергетические параметры национальных экономик: энергоёмкость валового внутреннего продукта (ВВП), электроёмкость ВВП. Потребление электроэнергии различными секторами экономики. Связь экономического и социального развития страны и уровня электропотребления.

4.1.3. Энергетический баланс России. Производство и потребление энергоресурсов, их распределение по регионам, экспорт энергоресурсов. Проблемы обеспечения энергоресурсами Европейской части страны.

4.1.4. Электроэнергетика России. Общие сведения о масштабах производства электрической и тепловой энергии и перспективах их развития. Структура электрических мощностей. Распределение производства и потребления электроэнергии по регионам.

4.1.5. Передача и распределение электроэнергии. Электрические сети и системы. Системообразующие и распределительные сети, их назначение и общие технические характеристики. Годовые и суточные графики электрической нагрузки. Общие сведения о регулировании нагрузок и параметров электрических сетей, устойчивость энергосистемы. Резервирование мощности, активная и реактивная мощность системы, маневренность электрогенерирующих установок. Автономные источники электроснабжения.

4.1.6. Выработка и потребление тепловой энергии, основные потребители тепловой энергии. Объемы теплового потребления. Централизованное и децентрализованное теплоснабжение. Тепловые сети. Комбинированная выработка электричества и тепла (теплофикация). Ее термодинамические и экономические преимущества.

## **4.2. Электрогенерирующие установки.**

4.2.1. Классификация электрогенерирующих установок по источникам энергии (топливу), принципу работы (преобразования первичной энергии в электрическую), режимам работы (базовый, регулирующий).

4.2.2. Тепловые электростанции (ТЭС). Классификация ТЭС по видам продукции, виду сжигаемого топлива, режимам работы, типу оборудования. Мощность ТЭС, единичная мощность и количество установленных агрегатов, факторы их определяющие.

4.2.3. Устройство и функционирование современной ТЭС на органическом топливе. Характеристики топлив, сжигаемых на электростанциях. Общее представление о современной ТЭС, ее тепловом балансе, теплотехнических характеристиках. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию. Основное и вспомогательное оборудование ТЭС - назначение, принципы работы (котлы, турбинное оборудование, оборудование тепловой схемы, система технического водоснабжения, подготовка топлива, водоподготовка, основное электротехническое оборудование, принципы построения современной системы автоматизации производственными процессами ТЭС). Срок службы тепломеханического оборудования ТЭС и факторы его определяющие.

4.2.4. Конденсационные тепловые электростанции (КЭС). Цикл Ренкина. Влияние параметров на КПД цикла. Параметры и мощности агрегатов современных и перспективных отечественных и зарубежных КЭС. Основные элементы тепловой схемы КЭС. Принципы действия и основные узлы и агрегаты паровых котлов и турбин.

4.2.5. Газотурбинные электростанции и установки (ГТУ). Цикл Брайтона. Параметры цикла, простые и регенеративные циклы. Параметры и мощность современных энергетических ГТУ. Пути повышения КПД газотурбинных установок. Основные элементы тепловой схемы ГТУ-электростанций, ГТУ-ТЭЦ и ГТУ-надстроек котельных. Принцип действия и основы устройства газовой турбины. Конверсионные (производные от авиационных двигателей) ГТУ, особенности конструкции и применения в энергетике.

4.2.6. Установки комбинированного цикла. Термодинамическая схема бинарного цикла. Парогазовые установки (Ш У). Параметры и мощность современных Ш У. Тепловые схемы ПТУ, их сравнительные характеристики.

4.2.7. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Промышленные и отопительные ТЭЦ. Годовые графики тепловой нагрузки и их влияние на режимы и экономичность работы ТЭЦ выбор оборудования и регулирование электрической и тепловой нагрузок ТЭЦ. Технические и экономические показатели работы ТЭЦ. Особенности тепловой схемы ТЭЦ и ее основного оборудования. Параметры и мощность современных теплофикационных турбин. Пиковые котлы отопительных ТЭЦ.

4.2.8. Атомные электростанции (АЭС). Физические основы процессов в активной зоне реактора. Понятие о топливном цикле. Основные типы реакторных установок Теплоносители реакторных установок. Тепловые схемы и основное оборудование АЭС. Основы конструкции различного типа реакторов. Мощности современных энергетических реакторов. Вопросы

безопасности АЭС и пути их решения. Особенности работы АЭС в энергосистеме. Термоядерные установки.

4.2.9. «Водородная энергетика». Водород как рабочее тело. Система «атомная электростанция - энергетическая установка на водороде». Накопители водорода.

4.2.10. Гидроэлектростанции (ГЭС). Типы гидроэлектростанций. Особенности работы ГЭС в энергосистеме, их роль в регулировании нагрузки. Гидроаккумулирующие электростанции. Гидроэлектростанции и природопользование.

4.2.11. Установки, преобразующие энергию возобновляемых источников. Использование солнечного тепла. Солнечные электростанции. Накопители солнечного тепла. Фотоэлектрические генераторы. Геотермальная энергия, специфика работы и особенности оборудования ГеоТЭС.

Ветроэнергетические установки. Биомасса как источник энергии. Утилизация отходов сельского хозяйства, бытовых отходов и отходов промышленных предприятий. Схемы установок на биомассе.

4.2.12. Энерготехнологические установки. Энерготехнологические установки как средство увеличения эффективности использования органических топлив. Основные процессы и продукты, получаемые в энерготехнологических установках. Экономическая эффективность энерготехнологических установок. Основные принципы построения энерготехнологических установок, их параметры и основное оборудование.

4.2.13. Экологические проблемы энергетики. Воздействие энергетики на окружающую среду: тепловое загрязнение атмосферы и гидросферы, Газообразные, твердые и жидкие выбросы (вещества, количество, предельно допустимые концентрации). Параметры энергетического оборудования и эмиссия вредных веществ. Методы борьбы с вредными выбросами (улавливание, технологические методы подавления эмиссии вредных веществ, безотходные технологии). Энергетика и климат.

### ***4.3. Потребление электроэнергии и тепла, энергосбережение.***

4.3.1. Роль энергосбережения в развитии национальной экономики. Нормативная база энергосбережения. Управление энергосбережением. Энергетические обследования (энергоаудит) и энергетическая паспортизация.

4.3.2. Энергосбережение при производстве и распределении электроэнергии. Повышение КПД электрогенерирующих установок. Развитие единой энергосистемы страны. Коэффициент использования тепла топлива, пути его повышения. Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды. Пути и методы снижения потерь при транспорте электроэнергии и тепла. Энергосбережение в топливных отраслях.

4.3.3. Энергосбережение в отраслях промышленности и на транспорте. Пути и методы снижения энергоемкости черной и цветной металлургии, нефтехимии, промышленности стройматериалов, машиностроения. Качество электроэнергии и энергосбережение. Комплексная автоматизация производственных процессов и энергосбережение. Использование вторичных энергоресурсов.

4.3.4. Основные направления энергосбережения в коммунальном и жилищном секторах.

### ***4.4. Современное состояние и проблемы развития Топливо-энергетического комплекса***

4.4.1. Топливо-энергетический комплекс России (ТЭК), его общая характеристика. Структура ТЭК как сложной системы. Роль ТЭК в экономике.

4.4.2. Отрасли ТЭК. Нефтегазовый сектор ТЭК, проблемы его развития. Электроэнергетическая отрасль в ТЭК. Угольная отрасль в ТЭК.

4.4.3. Политика стимулирования инноваций в ТЭК. Регулирование, дерегулирование и развитие конкуренции на рынках естественных монополий. Методы государственного регулирования в отраслях ТЭК. Проблемы ценообразования в отраслях ТЭК.

4.4.4. Внешнеторговая политика и её влияние на положение российских производителей на международных рынках. Рынки энергоресурсов. Моделирование рынков энергоресурсов. Мировые рынки нефти и газа.

4.4.5. Принципы построения модели топливно-энергетического баланса (ТЭБ) России и мира. Проблемы статистического сопровождения модели ТЭБ.

## **5. Список рекомендуемой литературы**

1. «Теплоэнергетика и теплотехника». Справочная серия в 4-х томах под редакцией А.В.Клименко и В.М.Зорина. Изд-во МЭИ. 2004 г.

2. «Тепловые электрические станции». Под ред. Лавыгина В.М., Седлова А.С. и Цанева СВ. Изд-во МЭИ. 2005 г.

3. АД. Трухний, А.А. Макаров, В.В. Клименко. «Основы современной энергетики». Часть 1. «Современная теплоэнергетика». Изд-во МЭИ. 2003 г.

4. В.М.Масленников, Ю.А.Выскубенко, В.Я.Штеренберг и др. Под ред. С.А.Христиановича и К.Д.Джейнса. «Парогазовые установки с внутрицикловой газификацией топлива и экологические проблемы энергетики. Изд-во Наука, 1983.

5. В.Я.Рыжкин. «Тепловые электрические станции». Москва. Энергия. 1976г.

6. В.А. Кириллин, В.В.Сычев, А.Е.Шейндлин. «Техническая термодинамика». Москва. Энергия. 1968 г.

7. Г.Ф.Быстрицкий. Основы энергетики. Москва ИНФРА - М, 2005.

9. Макаров А.А., Митрова Т.А. и др. Энергетика и геополитика. Издательство «Наука», 2011.

10. Макаров А.А. Прогнозирование развития энергетического комплекса. Методические рекомендации по разработке прогноза развития России до 2030 г. РАН, 2010

11. Макаров А.А. Системные исследования развития энергетики., М.: Издательский дом МЭИ, 2015.

12. Энергетика России: взгляд в будущее (Обосновывающие материалы к Энергетической стратегии России на период до 2030 года). – М.: ГУ ИЭС, 2010.

13. Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики / Л.А.Мелентьев. – М.: Высшая школа, 1982.

14. О.Л.Данилов, А.Б.Гаряев, И.В.Яковлев и др., Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях, ИД МЭИ, 2013.