

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Объединенный институт высоких температур Российской академии наук  
(ОИВТ РАН)

---

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора ОИВТ РАН  
Д.Ф. м.н. Гавриков А.В.  
\_\_\_\_\_ 2021 год



**ПРОГРАММА**

вступительных экзаменов в аспирантуру ОИВТ РАН

по направлению

**13.06.00- Электро- и теплоэнергетика**

направленность Энергетические системы и комплексы;

Москва

2021 год

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

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.

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

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

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.

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.

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.

## **2. Электрогенерирующие установки.**

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

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.

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.

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.

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.

2.6. Установки комбинированного цикла. Термодинамическая схема бинарного цикла. Парогазовые установки (ПГУ). Параметры и мощность современных ПГУ. Тепловые схемы ПГУ, их сравнительные характеристики.

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.

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.

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

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

2.11. Другие типы комбинированных установок. Использование высокотемпературных и криогенных рабочих тел. Схемы комбинированных установок с

МГД-генераторами, принципы работы. Схемы комбинированных установок с топливными элементами, принципы действия. Их сравнительные технические и экономические характеристики.

2.12. 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.

2.13. 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.

2.14. 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.

2.15. Основы экономики энергетики. Стоимость строительства электростанции, удельные характеристики (составляющие стоимости, сравнительная стоимость электростанций разного типа). Составляющие стоимости производства электроэнергии. Пути снижения стоимости производства электроэнергии. Окупаемость капиталовложений. Источники инвестиций. Дисконтирование затрат. Внутренняя норма доходности. Тарифы на электроэнергию и тепло. Энергетика как естественная монополия.

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

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

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.

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.

3.4. Основные направления энергосбережения в коммунальном и жилищном секторах.

#### **Рекомендуемая литература**

1. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире: Научное издание/В.Е. Фортов, О.С. Попель – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 168 с.

2. Попель О.С., Фортов В.Е. Возобновляемая энергетика в современном мире: учебное пособие/О.С. Попель, В.Е. Фортов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 450 с.

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

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

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

6. Да Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие/А. да Роза; пер. с англ. Под редакцией С.П. Малышенко, О.С. Попеля. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект»; М.: Издательский дом МЭИ; 2010. – 704 с.

7. Г.И. Сидоренко, О.Г. Кудряшева, В.И. Пименов. Экономика установок нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Техничко-экономический анализ: Учеб. пособие/Под общ. ред. В.В. Елистратова и Г.И. Сидоренко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 248 с.

8. 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. Москва: Изд-во Наука, 1983.
9. В. Я. Рыжкин. Тепловые электрические станции. Москва: Энергия. 1976г.
10. В. А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. Техническая термодинамика. Москва: Энергия. 1968 г.
11. Г.Ф. Быстрицкий. Основы энергетики. Москва: ИНФРАМ, 2005.