

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»



Проректор по учебной и методической деятельности

Н.В. Кармазина

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ**
для поступления по образовательным программам высшего образования -
программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
группа научных специальностей

2.4. Энергетика и электротехника

Научные специальности:

2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Разработчики программы:

Бекиров Э.А., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электроэнергетики и электротехники Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Асанов М.М., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

1. Пояснительная записка

Целью программы вступительных испытаний является выявление у поступающих в аспирантуру уровня теоретических и практических знаний в области энергетических систем и комплексов, в том числе, на основе возобновляемых видов энергии.

Задачами программы являются:

- выявление знаний теоретических основ функционирования энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии;
- определение уровня владения основными понятиями, категориями в области производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив, и возобновляемых видов энергии;
- определение аналитических способностей при исследовании основного и вспомогательного оборудования энергетических систем, станций и энергокомплексов и входящих в них энергетических установок.

Экзамен проходит в форме устного опроса и оценивается по шкале 100 баллов.

Содержание программы

Раздел 1. Энергоустановки на основе возобновляемых видов.

Сравнительный анализ повышающих преобразователей для интеграции фотоэлектрических панелей в сеть. Двухтактный квази-импедансный преобразователь постоянного напряжения с полупроводниковыми элементами на основе карбида. Устройства согласования нагрузки с источником электрической энергии. Снижения низкочастотных пульсаций входного тока ДС-ДС преобразователей в составе инверторов. Современные системы энергообеспечения электротранспортных средств с автономными источниками питания. Классификация электрических цепей с ключевыми и вентиляльными элементами. Коммутация ключей переменного тока в цепях регуляторов переменного напряжения. Моделирование стабилизатора переменного напряжения с высокочастотным преобразователем. Обратимый преобразователь для связи двух линий постоянного тока в системе распределенного тягового электроснабжения. Синергетический анализ динамики процессов преобразования энергии. Моделирование затрат ветровой электростанции на производство электроэнергии. Режимы потребления реактивной мощности ветроэлектрическими установками.

Раздел 2. Гелиоэнергетика. Способы и устройства преобразования лучистой возобновляемой энергии.

Виды солнечной радиации. Спектры внеатмосферного и наземного, солнечного излучения. Методы измерения солнечной радиации. Методы расчета прихода солнечной радиации. Зависимость солнечной радиации от координат. Продолжительность дня с солнечным излучением, поглощение в атмосфере (оптическая масса). Солнечные коллекторы и их разновидности. Принцип действия, основные конструктивные особенности, КПД солнечных коллекторов. Расчет температурного поля тепловых потерь, отвода тепла, оптического КПД. Селективные покрытия их разновидности и свойства. Системы солнечного горячего водоснабжения и отопления. Схемы и элементы. Методы расчета систем

солнечного теплоснабжения (СТС). Аккумуляция тепла в СТС. Принцип действия, конструктивные особенности подогревателей воды и воздуха, сушилок, кондиционеров, опреснителей воды на базе СТС. Пассивные солнечные системы (ПСС). Основные типы и их особенности. Фотоэлектрическая генерация энергии. Структура солнечных элементов и принципы их работы. Фотоэлектрические свойства цепи и нагрузки фотоэлементов. Основные виды потерь энергии и факторы, влияющие на КПД фотоэлемента. Конструкции солнечных элементов. Основные технические требования к материалам солнечных элементов. Жесткие и гибкие фотоэлементы. Концентраторы излучения, их разновидности и особенности использования. КПД основных типов фотоэлементов. Фотоэлектростанции. Современное состояние и перспективы использования солнечной энергии в мире.

Раздел 3. Геотермальная энергия. Способы и устройства преобразования тепловой возобновляемой энергии.

Методика проведения натурные экспериментальных исследований тепловых процессов в верхних слоях Земли. Воздушная система отопления и кондиционирования теплиц с использованием геотермального источника энергии. Систематизация и энергетический потенциал геотермальных источников Крыма. Расчет теоретического значения геотермального потенциала источников с учетом обеспеченности стока воды. Возможности использования геотермальных источников для теплоснабжения и горячего водоснабжения объектов народнохозяйственного значения и домов. Разработка устройств для преобразования энергии горячей воды геотермальных источников для получения электрической энергии.

Раздел 4. Аккумуляция энергии. Энергетические комплексы и их проектирование.

Современное состояние аккумуляции энергии. Особенности контроля аккумуляторных батарей в составе ветроэнергетического комплекса. Структурно-параметрический синтез электрических цепей накопительного конденсатора в тиристорном формирователе. Разрядных импульсов регулируемого напряжения. Современные системы энергообеспечения электротранспортных средств с использованием аккумуляторов. Анализ устойчивости аккумуляторов энергии солнечного излучения. Аккумуляция энергии с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Аккумуляция энергии в космических аппаратах. Основные требования к разработке современных суперконденсаторов-ионисторов. Совместная работа аккумуляторов и суперконденсаторов.

Раздел 5. Режимы работы и автоматизация энергоустановок возобновляемой энергетики.

Использование систем автоматизированного проектирования (САПР) при выборе и обосновании параметров энергоустановок и станций на базе возобновляемых источников энергии при их работе на автономного потребителя или энергосистему. Разработка элементов САПР, их информационного и программного обеспечения. Расчеты кратковременных и длительных режимов работы энергоустановок на базе разных возобновляемых источников энергии. Учет наличия аккумуляторов энергии и традиционных видов электростанций и энерго-

установок. Оптимизация структуры генерирующих мощностей локальных, региональных и объединенных энергосистем с энергоустановками на базе возобновляемых источников энергии. Работа энергоустановок на автономного потребителя и энергосистему. Особенности исходной информации и методы решения задачи. Автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) в энергетике. Структура и система управления энергообъектами в электроэнергетике. Разработка элементов АСДУ, их информационного обеспечения. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Разработка элементов АСУ ТП, их информационное обеспечение и управление для энергообъектов на базе возобновляемых источников энергии.

Раздел 6. Электронные и преобразовательные устройства возобновляемых источников энергии.

Анализ силовых цепей ИСН с последовательным включением дросселя. Импульсный стабилизатор постоянного напряжения. Инвертор квазисинусоидального напряжения. Преобразование постоянного напряжения фотоэлектрических модулей в переменное напряжение. Устройства для питания трехфазных двигателей от системы автономного энергоснабжения на базе солнечных фотоэлектрических преобразователей и анализ их работы. Устройства автоматической коммутации солнечных батарей аккумуляторных батарей к нагрузке для генерирования электрической энергии солнечных батарей в энергетическую систему. Зарядное устройство для суперконденсаторов и аккумулятора.

Раздел 7. Методология планирования экспериментов и математическая обработка экспериментальных исследований.

Планирование эксперимента и его задачи. Статистические методы анализа экспериментальных данных. Предварительная обработка экспериментальных данных. Дисперсионный анализ. Корреляционный и регрессионный анализы. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Планирование второго порядка. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.

Раздел 8. Ветроэнергетика. Способы и устройства преобразования механической возобновляемой энергии.

Принципы преобразования энергии ветра в электроэнергию. Непосредственное использование механической энергии и ее преобразование в электрическую. Классификация ветроэнергетических установок. Положение оси колеса ветроустановки по отношению к воздушному потоку. Ветроколесо с горизонтальной осью. Однолопастные, двухлопастные, многолопастные колеса. Формы лопастей. Вращающая сила – сила сопротивления и подъемная сила. Лобовое давление на ветроколесо. Крутящий момент. Коэффициент мощности, быстротходность. Оптимизация энергетических характеристик и работы ветротурбины. Согласование характеристик ротора ветротурбины и генератора. Способы достижения максимальной эффективности в работе ветротурбины. Типы электрических генераторов их характеристики и схемы, применяемые в ветроэлектрических установках. Способы соединения ветроколеса с преобразователем механической энергии. Характерные особенности ветрогенераторов. Выбор схемы электроснабжения и ее основных элементов. Выбор типа генератора. Схемы соединения источников. Элементы конструкции. Современные ветротурбины.

Конструкции, принципы работы, достоинства и недостатки. Пути и задачи развития и совершенствования ветротурбин.

Критерии оценивания.

90-100 баллов - «Отлично» - Абитуриент демонстрирует: свободное владение профессиональной терминологией; высокий уровень теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач; исчерпывающее последовательное, обоснованное и логически стройное изложение ответа, без ошибок. Абитуриент без затруднений ориентируется в нормативных правовых актах, научной и иной специальной литературе. Речь абитуриента грамотная, лаконичная, с правильной расстановкой акцентов. Абитуриент готов отвечать на дополнительные вопросы.

74-89 баллов «Хорошо» - Абитуриент демонстрирует: владение профессиональной терминологией на достаточном уровне; достаточный уровень теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач; грамотное и логичное изложение ответа, без существенных ошибок, но изложение недостаточно систематизировано и последовательно. Абитуриент с некоторыми затруднениями ориентируется в нормативных правовых актах, научной и иной специальной литературе. Речь абитуриента грамотная, лаконичная, с правильной расстановкой акцентов. Абитуриент испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы.

60-73 баллов - «Удовлетворительно» - Абитуриент демонстрирует: владение профессиональной терминологией на минимальном уровне; низкий пороговый уровень теоретических знаний, усвоил только основной программный материал без знания отдельных особенностей; при ответе допускает неточности; материал недостаточно систематизирован. Абитуриент с затруднениями ориентируется в нормативных правовых актах, научной и иной специальной литературе. Речь абитуриента в основном грамотная, но не демонстрируется уверенное владение материалом. Абитуриент с трудом отвечает на дополнительные вопросы.

59 баллов и менее - «Неудовлетворительно» Абитуриент не владеет профессиональной терминологией, демонстрирует низкий уровень теоретических знаний и умения использовать их для решения профессиональных задач. Абитуриент не знает значительной части программного материала, допускает существенные грубые ошибки; не ориентируется в нормативных правовых актах, научной и иной специальной литературе. Речь недостаточно грамотная. Абитуриент не может ответить на дополнительные вопросы.

Литература для подготовки

Основная учебная литература

1. Никитенко, Г.В. Автономное электроснабжение потребителей с использованием энергии ветра [Электронный ресурс] : монография / Г.В. Никитенко, П.В. Коноплев. — Электрон. дан. — Ставрополь : СтГАУ, 2015. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82183>.

2. Общая энергетика : учебник : в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др. ; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. — Кн. 1. Альтернативные источники энергии. — 434 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>

3. Удалов, С.Н. Возобновляемая энергетика : учебное пособие : [16+] / С.Н. Удалов ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 607 с. : ил., табл., схем., граф. — (Учебники НГТУ). — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576779>

Дополнительная учебная литература

1. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 392 с.

2. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Ветроэлектрогенераторы / Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. — Х.: Нац.аэрокосм.ун-т; Харьк.авиацин-т; Севастполь: Севаст.нац.тех.ун-т, 2003. — 400 с. (Кн. 1).

3. Васько П.Ф. Системы электромеханического преобразования энергии ветра: дис. ... доктора техн. наук: 05.14.08 / Васько Петр Федосеевич. — К., 1998; — 343 с.

4. Оборудование возобновляемой и малой энергетики: Справочник-каталог / [под ред. П. П. Безруких]. — М.: ООО ИД «Энергия», 2005. — 248 с.

5. Даниленко А.И. Проблемы эксплуатации промышленной ветроэлектрической станции / А.И. Даниленко // Энергетика и электрификация. — 2005. — № 10. — С. 37 — 40.

6. Бекиров Э.А. Автономные источники электропитания на базе солнечных батарей: учебное пособие / Э.А. Бекиров. — Симферополь: ИТ "АРИАЛ", 2011. — 484 с.

7. Бекиров Э.А. Расчет системы автономного энергоснабжения с использованием фотоэлектрических преобразователей: учебное пособие / Э.А. Бекиров, С.Н. Воскресенская, А.П. Химич. — Симферополь: ИТ "АРИАЛ", 2012. — 122 с.

8. Гременок В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. — Минск: Изд. Центр БГУ, 2007. — 222 с.

9. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К.; Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / Под ред. В.И. Виссарионова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 317 с.

10. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Ветроэлектрогенераторы / Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. — Х.: Нац.аэрокосм.ун-т; Харьк.авиацин-т; Севастполь: Севаст.нац.тех.ун-т, 2003. — 400 с.

11. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.

12. Оборудование возобновляемой и малой энергетики: Справочник-каталог / [под ред. П. П. Безруких]. – М.: ООО ИД «Энергия», 2005. – 248 с.

Методические материалы

1. Дидиков, А. Е. Теория и практика применения возобновляемых источников энергии. Система компетентностно-ориентированных заданий : учебно-методическое пособие / А. Е. Дидиков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 55 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91376>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Официальный сайт правительства Российской Федерации.]. – Режим доступа: <http://www.government.ru>.

Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>.

Распорядительные и нормативные документы системы российского образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>. – Загл. с экрана.

Приказы Министерства образования и науки России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>. – Загл. с экрана.

Университетская библиотека ONLINE : [электронная библиотечная система]. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>.