

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет энергетики
Электроснабжения



УТВЕРЖДЕНО
Декан
Шевченко А.А.
Протокол от 10.06.2025 № 27

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) подготовки: Электроснабжение

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 6 з.е.
в академических часах: 216 ак.ч.

Разработчики:

Профессор, кафедра электроснабжения Тропин В.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Работник по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше", утвержден приказом Минтруда России от 22.11.2023 № 825н; "Работник по обслуживанию распределительных сетей 0,4–20 кВ", утвержден приказом Минтруда России от 15.01.2024 № 9н; "Работник по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи", утвержден приказом Минтруда России от 03.10.2022 № 605н; "Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей", утвержден приказом Минтруда России от 31.08.2021 № 611н; "Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства", утвержден приказом Минтруда России от 30.08.2021 № 590н; "Работник по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи", утвержден приказом Минтруда России от 04.06.2018 № 361н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Электроснабжения	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Кудряков А.Г.	Согласовано	10.06.2025, № 27
2	Электрических машин и электропривода	Председатель методической комиссии/совета	Стрижков И.Г.	Согласовано	18.06.2025, № 27

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование комплекса знаний об организационных, научных и методических основах науки о технике высоких напряжений в электроэнергетике, а также, - формирование у бакалавров навыков, позволяющих решать задачи анализа электрофизических процессах в изоляции электрооборудования, механизмов развития грозовых и внутренних перенапряжений, координации изоляции при её проектировании, и проведения испытаний и контроля состояния изоляции

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить основные фундаментальные процессы движения заряженных частиц в диэлектриках, виды изоляции высоковольтного оборудования, методы и способы контроля ее состояния и причины, приводящие к пробое изоляции;
- Изучить методы анализа, моделирования и расчета режимов сложных высоковольтных устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения;
- Ознакомиться с устройством и принципом действия основных отечественных и зарубежных высоковольтных аппаратов и приборов, применяемых на практике и разрабатываемых на перспективу;
- Знать требования специализированных нормативных документов в области стойкости высоковольтной изоляции и надёжности устройств молниезащиты систем электроснабжения;
- Получить чёткое представление об основных элементах и устройствах энергетического оборудования, об обработке и анализе данных об объекте капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения, о проведении выборочных контрольных и внеочередных осмотров оборудования линий и подстанций электрических сетей.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-П2 Способен участвовать в ведении работы технологического электрооборудования объектов электросетевого хозяйства

ПК-П2.1 Применяет методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

Знать:

ПК-П2.1/Зн1 Знает методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

Уметь:

ПК-П2.1/Ум1 Умеет применять методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

Владеть:

ПК-П2.1/Нв1 Владеет методами и техническими средствами для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

ПК-П2.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства;

Знать:

ПК-П2.2/Зн1 Знает организацию технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства;

Уметь:

ПК-П2.2/Ум1 Умеет применять знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства

Владеть:

ПК-П2.2/Нв1 Владеет знаниями организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства

ПК-П2.3 Демонстрирует понимание работы технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.

Знать:

ПК-П2.3/Зн1 Знает и понимает принципы работы технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.

Уметь:

ПК-П2.3/Ум1 Умеет работать с технологическим оборудованием объектов электросетевого хозяйства.

Владеть:

ПК-П2.3/Нв1 Владеет пониманием работы технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Техника высоких напряжений» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7, 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Седьмой семестр	108	3	47	1			18	28	61	Зачет
Восьмой семестр	108	3	45	1		22	22		63	Зачет с оценкой
Всего	216	6	92	2		22	40	28	124	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

	Контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная кон- спект работа	Лабораторные заня- тия	Лекционные заня- тия	Практические заня- тия	Самостоятельная ра- бота	Планируемые резул- таты обучения, соотнес- енные с результатами освое- ния программы
Раздел 1. Введение.	20			4	4	12	ПК-П2.1
Тема 1.1. Предмет и задачи курса.	10			2	2	6	ПК-П2.2
Тема 1.2. Основные процессы и виды ионизации в газе.	10			2	2	6	ПК-П2.3
Раздел 2. Характеристики разряда.	32			6	8	18	ПК-П2.1
Тема 2.1. Корона как форма самостоятельного разряда в резконеоднородном электрическом поле.	10			2	2	6	ПК-П2.2
Тема 2.2. Разряд в жидких диэлектриках.	10			2	2	6	ПК-П2.3
Тема 2.3. Разряд в твердых диэлектриках.	12			2	4	6	
Раздел 3. Электрические аппараты, их виды и характеристики.	162		22	30	16	94	ПК-П2.1
Тема 3.1. Задачи, виды и методы высоковольтных испытаний наружной изоляции линий электропередачи, оборудования подстанций.	12			2	4	6	ПК-П2.2
Тема 3.2. Каскады испытательных трансформаторов.	10			2	4	4	ПК-П2.3
Тема 3.3. Измерительные устройства.	13			2	4	7	
Тема 3.4. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.	11			2	2	7	
Тема 3.5. Классификация изоляторов.	9				2	7	
Тема 3.6. Конструкция концевых, соединительных и стопорных муфт.	9			2		7	
Тема 3.7. Силовые электрические кабели.	9		2	2		5	
Тема 3.8. Молния как источник грозовых перенапряжений.	9		2	2		5	
Тема 3.9. Эффективность защиты подстанций от прямых ударов молнии.	9		2	2		5	

Тема 3.10. Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений.	9		2	2		5	
Тема 3.11. Конструкции и характеристики вентильных разрядников и ОПН. Заземление в электрических установках высокого напряжения.	9		2	2		5	
Тема 3.12. Импульсные сопротивления сосредоточенных и протяжных заземлителей.	9		2	2		5	
Тема 3.13. Общая характеристика внутренних перенапряжений.	9		2	2		5	
Тема 3.14. Феррорезонансные перенапряжения в электроустановках.	10		2	2		6	
Тема 3.15. Виды профилактических испытаний.	9		2	2		5	
Тема 3.16. Виды испытательного оборудования в РЭС.	9		2	2		5	
Тема 3.17. Силовые конденсаторы и воздушные реакторы.	7		2			5	
Раздел 4. Внеаудиторная работа.	2	2					ПК-П2.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3
Тема 4.1. Подготовка к зачету.	2	2					
Итого	216	2	22	40	28	124	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Введение.

(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)

Тема 1.1. Предмет и задачи курса.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Предмет и задачи курса, дисциплины, связь курса со смежными дисциплинами. Современное состояние и проблемы, при строительстве линий высокого напряжения

Тема 1.2. Основные процессы и виды ионизации в газе.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Роль газовых диэлектриков в изоляции электроустановок и аппаратов высокого напряжения. Основные процессы и виды ионизации в газе. Возникновение электронных лавин. Искажение.

Раздел 2. Характеристики разряда.

(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 18ч.)

Тема 2.1. Корона как форма самостоятельного разряда в резконеоднородном электрическом поле.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Корона как форма самостоятельного разряда в резконеоднородном электрическом поле. Последствия влияния короны в электрических установках. Потери мощности на корону при постоянном и переменном напряжениях. Методы уменьшения потерь на корону в электроустановках. Радиопомехи, создаваемые коронным разрядом на проводах. Выбор конструкций и сечения проводов фаз по условиям коронирования и уровню радиопомех. Акустические шумы.

Тема 2.2. Разряд в жидких диэлектриках.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Разряд в жидких диэлектриках. Основные особенности минерального масла как диэлектрика. Механизм пробоя, зависимость пробивных напряжений от степени увлажненности, загрязненности волокнами, от температуры и давления, от длительности воздействия напряжения и других факторов. Примеры других жидких диэлектриков, применяемых в энергетических установках.

Тема 2.3. Разряд в твердых диэлектриках.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Разряд в твердых диэлектриках. Механизм пробоя, зависимость пробивных напряжений от степени увлажненности, загрязненности волокнами, от температуры и давления, от длительности воздействия напряжения и других факторов.

Раздел 3. Электрические аппараты, их виды и характеристики.

(Лабораторные занятия - 22ч.; Лекционные занятия - 30ч.; Практические занятия - 16ч.; Самостоятельная работа - 94ч.)

Тема 3.1. Задачи, виды и методы высоковольтных испытаний наружной изоляции линий электропередачи, оборудования подстанций.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Задачи, виды и методы высоковольтных испытаний наружной изоляции линий электропередачи, оборудования подстанций. Высоковольтные испытательные установки промышленной частоты. Испытательные трансформаторы, особенности их устройства и режимы работы.

Тема 3.2. Каскады испытательных трансформаторов.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)

Каскады испытательных трансформаторов. Установки выпрямленного напряжения. Генераторы импульсных напряжений и токов, генераторы коммутационных перенапряжений.

Тема 3.3. Измерительные устройства.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 7ч.)

Измерительные устройства. Измерение высокого переменного, постоянного импульсного напряжений. Измерение импульсных токов. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов и линий.

Тема 3.4. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 7ч.)

Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью. Назначение и основные характеристики дугогасящих аппаратов. Общие требования к изоляционным конструкциям. Основные воздействия, которым подвергается изоляция в процессе эксплуатации.

Тема 3.5. Классификация изоляторов.

(Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 7ч.)

Классификация изоляторов. Линейные и опорные изоляторы, их конструкции и характеристики – электрические и механические. Новые материалы для изоляторов. Гирлянды подвесных изоляторов. Опорные изоляторы в эксплуатации.

Тема 3.6. Конструкция концевых, соединительных и стопорных муфт.

(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 7ч.)

Конструкция концевых, соединительных и стопорных муфт. Изоляция силовых трансформаторов. Структура изоляции. Понятие о пробивном напряжении маслобарьерной изоляции. Конструктивные особенности изоляции трансформаторов различных классов.

Тема 3.7. Силовые электрические кабели.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Силовые электрические кабели. Структура изоляции. Особенности пробоя и его обнаружения. Методы диагностики. Конструкция кабелей с вязкой пропиткой, маслонаполненных кабелей.

Тема 3.8. Молния как источник грозовых перенапряжений.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Молния как источник грозовых перенапряжений. Развитие молнии и ее электрические характеристики. Интенсивность грозовой деятельности в природе. Защита подстанций от прямых ударов молнии. Молниеотводы и принцип их действия. Зоны защиты молниеотводов.

Тема 3.9. Эффективность защиты подстанций от прямых ударов молнии.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Эффективность защиты подстанций от прямых ударов молнии. Защита оборудования подстанций от набегающих импульсов грозовых перенапряжений. Роль газовых диэлектриков в изоляции электроустановок и аппаратов высокого напряжения.

Тема 3.10. Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений (ОПН) как основные аппараты защиты оборудования подстанции от набегающих импульсов.

Тема 3.11. Конструкции и характеристики вентильных разрядников и ОПН. Заземление в электрических установках высокого напряжения.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Конструкции и характеристики вентильных разрядников и ОПН. Заземление в электрических установках высокого напряжения. Требования к заземлению подстанций и станций.

Тема 3.12. Импульсные сопротивления сосредоточенных и протяжных заземлителей.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Импульсные сопротивления сосредоточенных и протяжных заземлителей. Молниезащита линий электропередачи. Удельное число отключений линий как показатель грозоупорности ЛЭП. Применение тросов для молниезащиты.

Тема 3.13. Общая характеристика внутренних перенапряжений.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Общая характеристика внутренних перенапряжений. Резонансные перенапряжения в длинных линиях. Перенапряжения при плановых и аварийных коммутациях

Тема 3.14. Феррорезонансные перенапряжения в электроустановках.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Феррорезонансные перенапряжения в электроустановках. Коммутационные перенапряжения при отключениях коротких замыканий.

Тема 3.15. Виды профилактических испытаний.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Виды профилактических испытаний. Значение профилактических испытаний для снижения аварийности оборудования линий электропередачи подстанций.

Тема 3.16. Виды испытательного оборудования в РЭС.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты, повышенной частотой, постоянным и импульсным напряжением. Виды испытательного оборудования в РЭС.

Тема 3.17. Силовые конденсаторы и воздушные реакторы.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Силовые конденсаторы и воздушные реакторы. Типы силовых конденсаторов и реакторов. Основные электрофизические характеристики их изоляции. Добротность силовых реактивных элементов и их измерение.

Раздел 4. Внеаудиторная работа.

(Внеаудиторная контактная работа - 2ч.)

Тема 4.1. Подготовка к зачету.

(Внеаудиторная контактная работа - 2ч.)

Разбор вопросов к зачету и консультации с преподавателем.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Какой из нижеприведенных видов ионизации является видом первичной ионизации?
 - 1.освобождение электронов из катода при ударе о его поверхность положительных ионов;
 - 2.ударная ионизация электронами;
 - 3.фотоионизация в объеме газа;
 - 4.термическая ионизация;
 - 5.ударная, термическая ионизация.
2. Какой из нижеприведенных видов ионизации является видом вторичной ионизации?
 - 1.фотоионизация на поверхности катода;
 - 2.ударная ионизация электронами;
 - 3.столкновение электрона с атомам газа;
 - 4.термоионизация;
 - 5.фотоионизация и термоионизация.
3. Укажите верные определения электроотрицательных газов и приведите их названия:
 - 1.газы с преобладанием отрицательного заряда;

- 2.газы с невысокой электрической прочностью;
- 3.газы, атомы и молекулы которых способны присоединять лишний электрон с образованием устойчивых отрицательных ионов.

4. Укажите верное определение внешней изоляции электроустановок:

- 1.изоляция, на электрическую прочность которой не влияют атмосферные условия;
- 2.изоляция, пробой которой представляет собой необратимое разрушение;
- 3.изоляционные промежутки между электронами, в которых роль диэлектрика играет воздух;
- 4.часть изоляционной конструкции, которые соприкасаются с атмосферным воздухом;
- 5.изоляция оборудования, присоединенная к шинам подстанции в РУ высокого напряжения

5. Какой режим называется пуско-наладочным

1. в этом режиме машины не могут работать постоянно и только запускаются
2. при работе машины её можно регулировать, не смотря на то, что остальные машины работают
3. машины запускаются отдельно с помощью отдельных станций управления
4. машины запускаются отдельными операторами
5. машины работают повторно-кратковременно

6. Что такое высокое напряжение?

- А) Напряжение выше 1000 В
- В) Напряжение выше 100 В
- С) Напряжение выше 10 кВ
- D) Напряжение выше 1 кВ

7. Каковы основные опасности высоких напряжений?

- А) Удар током
- В) Арки
- С) Тепловое повреждение
- D) Все вышеперечисленное

8. Какое оборудование используется для измерения высоких напряжений?

- А) Вольтметр
- В) Осциллограф
- С) Высоковольтный вольтметр
- D) Мультиметр

9. Что такое электрическая дуга?

- А) Явление, при котором ток проходит через воздух
- В) Явление, при котором воздух проводит электрический ток
- С) Искрение между двумя проводниками
- D) Все вышеперечисленное

10. Какой из изоляторов чаще всего используется в высоковольтных системах?

- А) Стекло
- В) Керамика
- С) Силикон
- D) Пластик

Раздел 2. Характеристики разряда.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Определяет функциональные части, их назначение и взаимосвязи, схема

1. Структурная
2. Функциональная
3. Принципиальная
4. Монтажная
5. Подключения

2. Что такое фотоионизация?

Что такое фотоионизация?

3. Что такое термоионизация?

Что такое термоионизация?

4. Что такое степень ионизации ?

Что такое степень ионизации ?

5. Для чего предназначены разрядники в высоковольтном оборудовании?

- А) Защита от перенапряжений
- В) Нагрузочное устройство
- С) Установки управления
- D) Все вышеперечисленное

6. Какое место имеет заземление в высоковольтной технике?

- А) Защита от короткого замыкания
- В) Предотвращение утечки тока
- С) Обеспечение безопасного разряда
- D) Все вышеперечисленное

7. Что такое трансформатор?

- А) Устройство для преобразования напряжения
- В) Устройство для генерации энергии
- С) Элемент системы заземления
- D) Все вышеперечисленное

8. Для чего используются высоковольтные линии передачи?

- А) Для передачи электроэнергии на большие расстояния
- В) Для распределения электроэнергии на малые расстояния
- С) Для накопления энергии
- D) Для контроля энергии

9. Какова роль изоляции в высоковольтных системах?

- А) Защита от электрического тока
- В) Поддержание напряжения
- С) Упрощение монтажа
- D) Все вышеперечисленное

10. Какой элемент системы высоких напряжений часто используется для предотвращения перепадов напряжения?

- А) Резистор
- В) Конденсатор
- С) Трансформатор
- D) Защитное устройство

Раздел 3. Электрические аппараты, их виды и характеристики.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Газы с повышенной электрической прочностью.

Газы с повышенной электрической прочностью.

2. Применение вакуума, вакуумные выключатели.

Применение вакуума, вакуумные выключатели.

3. Вывод формулы Пашена и его имперической формы

Вывод формулы Пашена и его имперической формы

4. Коронный разряд и его особенности.

Коронный разряд и его особенности.

5. Какой материал чаще всего используется для проводки в высоковольтных системах?

- А) Медь
- В) Алюминий
- С) Сталь
- D) Все вышеперечисленное

6. Каково назначение высоковольтных выключателей?

- А) Разъединение цепи
- В) Защита от перегрузок
- С) Регулировка напряжения
- D) Все вышеперечисленное

7. Что такое компактные трансформаторные подстанции?

- А) Устройства для понижения напряжения
- В) Оборудование для контроля тока
- С) Компактные устройства для услуг high voltage
- D) Все вышеперечисленное

8. Какой элемент системы высоких напряжений отвечает за защиту от короткого замыкания?

- А) Автомат
- В) Режимный переключатель
- С) Выключатель
- D) Все вышеперечисленное

9. Какие статистические данные учитываются при проектировании систем высоких напряжений?

- А) Климатические условия
- В) Нагрузочная способность
- С) Географические условия
- D) Все вышеперечисленное

10. Каковы последствия недостаточной изоляции в высоковольтных системах?

- А) Увеличение потерь
- В) Утечки тока
- С) Аварийные ситуации
- D) Все вышеперечисленное

Раздел 4. Внеаудиторная работа.

Форма контроля/оценочное средство:

Вопросы/Задания:

.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Седьмой семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Виды электрических полей
2. Классификация ионизационных процессов. Виды ионизации
3. Виды эмиссионных процессов
4. Что называется фотопроцессами?
5. Приведите вывод уравнения самостоятельности электрического разряда в газе.

6. Каков смысл коэффициентов в уравнении самостоятельности электрического разряда в газе?
7. Что такое «стример»? Каков критерий лавинно-стримерного перехода?
8. Каковы особенности разряда в резко неоднородных полях?
9. Что такое «лидер»? Каков критерий стримерно-лидерного перехода?
10. Назовите основные стадии развития молниевых разрядов?
11. В чем состоит эффект полярности?
12. Основные типы проводимости жидких диэлектриков?
13. В чем состоят условия работы и требования, предъявляемые к изоляции высоковольтного электрооборудования?
14. Назначение и конструктивные особенности изоляции воздушных ЛЭП
15. Каково исполнение опорных изоляторов для внутренней и наружной установок?
16. Особенности назначения и конструктивного исполнения проходных изоляторов
17. Высоковольтные вводы: назначение, тип изоляции, конструктивное исполнение. Современные типы высоковольтных вводов.
18. Каковы характеристики основных материалов, применяемых в силовых конденсаторах?
19. Конструктивные особенности изоляции трансформаторов напряжения
20. Силовые трансформаторы: назначение, конструктивное исполнение изоляции

Восьмой семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3

Вопросы/Задания:

1. Газовая изоляция и её применение в электроэнергетике.
2. Основные процессы и виды ионизации в газах.
3. Зависимость электрической прочности газов от различных факторов (давления, разряда, введения посторонних веществ и др.).
4. Развитие разрядов в длинных воздушных промежутках при воздействии электрического поля.

5. Частичные разряды. Условия их возникновения, их воздействие на изоляцию.
6. Скользящий разряд. Условия возникновения. Его воздействие на изоляцию.
7. Коронный разряд. Условия его возникновения. Основные особенности. Способы снижения потерь мощности на корону и радиопомехи.
8. Частичные разряды в твердых, жидких и газообразных диэлектриках.
9. Частичные разряды в твердых, жидких и газообразных диэлектриках.
10. Виды внутренних перенапряжений в электрических установках. Меры защиты от них.
11. Классификация высоковольтных изоляторов, их конструктивные особенности и используемые материалы.
12. Основные электрические характеристики изоляции силовых трансформаторов.
13. Основные электрические и тепловые характеристики изоляции силовых электрических кабелей различной конструкции.
14. Основные электрические характеристики изоляции силовых конденсаторов.
15. Основные электрические характеристики изоляции электрических генераторов и электродвигателей.
16. Методы испытаний изоляции электростанций, подстанций и линий электропередачи.
17. Виды профилактических испытаний изоляции высоковольтных конструкций.
18. Основные факторы, влияющие на снижение электрической прочности высоковольтных конструкций в процессе эксплуатации.
19. Молнии как источник грозовых перенапряжений. Интенсивность грозовой деятельности. Электрические характеристики молний. Способы молниезащиты подстанций.
20. Молниеотводы. Принципы их действия. Зоны защиты подстанций от прямых ударов молнии.
21. Защита оборудования подстанций от набегающих волн перенапряжений.
22. Виды вентильных разрядников и ограничителей перенапряжения – ОПН как основных аппаратов защиты оборудования подстанции от перенапряжений.

23. Виды заземления в электрических сетях. Требования к защитному заземлению станций и подстанций. Типы заземлителей.

24. Молниезащита линий электропередачи. Применение тросов, вентильных разрядников, ОПН, трубчатых разрядников, искровых промежутков.

25. Перенапряжения в длинных линиях электропередачи. Влияние шунтирующих реакторов на величину перенапряжений.

26. Феррорезонансные перенапряжения. Условия их возникновения. Меры их ограничения.

27. Коммутационные перенапряжения при отключениях коротких замыканий. Меры их ограничения.

28. Перенапряжения при отключениях ненагруженных трансформаторов и линий. Меры их ограничения.

29. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью. Меры их ограничения.

30. Влияние высоких и сверхвысоких напряжений на окружающую среду, на человека.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Митрофанов,, С. В. Моделирование в электроэнергетике: учебное пособие / С. В. Митрофанов,, Л. А. Семенова,. - Моделирование в электроэнергетике - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 144 с. - 978-5-7410-1346-5. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/61379.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

2. ТРОПИН В. В. Техника высоких напряжений: метод. указания / ТРОПИН В. В., Кучеренко Д. Е., Кучеренко Р. Е.. - Краснодар: КубГАУ, 2024. - 23 с. - Текст: непосредственный.

3. Савина Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них / Савина Н. В.. - Благовещенск: АмГУ, 2015. - 191 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/156473.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

4. Моделирование в электроэнергетике: учебное пособие / Воротников И. Н., Мастепаненко М. А., Шарипов И. К., Аникуев С. В.. - Ставрополь: СтГАУ, 2018. - 128 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/141608.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

5. Современные проблемы электроэнергетики и электротехники: методические указания для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.04.02 «электроэнергетика и электротехника» с направленностью (профилем) «электропривод и автоматика», квалификация – магистр / Иваново: ИГЭУ, 2022. - 16 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/296171.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Важов, В.Ф. Техника высоких напряжений: Учебник / В.Ф. Важов, В.А. Лавринович. - 1 - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 262 с. - 978-5-16-102587-1. - Текст: электронный // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/1939/1939082.jpg> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Электрофизические основы техники высоких напряжений: учебник / Бортник И. М., Белогловский А. А., Верещагин И. П. [и др.] - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: НИУ МЭИ, 2018. - 732 с. - 978-5-7046-1938-3. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/307226.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

3. КУЧЕРЕНКО Д. Е. Техника высоких напряжений: рабочая тетр. / КУЧЕРЕНКО Д. Е., Кучеренко Р. Е.. - Краснодар: КубГАУ, 2023. - 42 с. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=12808> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://elib.kubsau.ru/megapro/web> - Издательство МЕГАПРО: "Электронный каталог научной библиотеки"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - IPRbook

3. <http://znanium.com/> - Издательство Znanium: "Универсальная многопрофильная электронно-библиотечная система, которая предоставляет доступ в режиме онлайн ко многим учебным и научным произведениям."

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1 Microsoft Windows - операционная система.

2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>

2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>

3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Компьютерный класс
205эл

коммутатор - 1 шт.

Компьютер персональный Dell OptiPlex 3050 - 1 шт.

Компьютер персональный IRU Corp 310 i3 3240/4Gb/500Gb/W7Pro64 - 1 шт.

телевизор Samsung LE-46N87BD - 1 шт.

экран настенный - 1 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Лабораторные занятия

Практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемого предмета,

овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки. Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний, размещенных на образовательном портале университета.

Практические занятия

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения) разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;

- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;

- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченными в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АООП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскочечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчетливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;

- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; чёткость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
- минимизация внешних шумов;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное

- использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
 - предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
 - предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
 - возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
 - применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
 - стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
 - наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина "Техника высоких напряжений" ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.