

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

_____ Е.В. Коновалова

16 июня 2022 г., протокол УС №6

МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Техника высоких напряжений

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоэлектроники и электроэнергетики**

Учебный план b130302-Энерг-22-4.plx
13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	216	Виды контроля в семестрах: экзамены 8 зачеты с оценкой 7
в том числе:		
аудиторные занятия	64	
самостоятельная работа	125	
часов на контроль	27	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	17 3/6		10			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16	32	32
Практические	16	16	16	16	32	32
Итого ауд.	32	32	32	32	64	64
Контактная работа	32	32	32	32	64	64
Сам. работа	76	76	49	49	125	125
Часы на контроль			27	27	27	27
Итого	108	108	108	108	216	216

Программу составил(и):

Старший преподаватель, Бурмистрова Е.А.

Рабочая программа дисциплины

Техника высоких напряжений

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 16.06.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиоэлектроники и электроэнергетики

Зав. кафедрой к.ф.-м.н. Рыжаков В.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Дисциплина «Техника высоких напряжений» служит для формирования знаний о фундаментальных закономерностях появления и развития электрических разрядов в диэлектрических средах, механизмах пробоя диэлектриков при воздействии сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования и методах контроля ее состояния, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений и способов защиты от них.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерное моделирование электрических цепей и устройств
2.1.2	Электромагнитные поля и волны
2.1.3	Теоретические основы электротехники
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения
2.2.2	Оперативно-диспетчерское управление
2.2.3	Системы автоматизации диспетчерского управления

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-4.2: Рассчитывает параметры и режимы работы технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-3.3: Разрабатывает и согласовывает технические условия, технические задания в части проектирования, реконструкции и ремонта оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-2.2: Выбирает оптимальные технические решения для проектирования объектов профессиональной деятельности
ПК-1.2: Определяет характеристики объектов профессиональной деятельности
ОПК-6.1: Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность
ОПК-4.2: Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	Физическую природу возникновения перенапряжений и способы защиты от них.
3.1.2	Способы получения и измерения высоких напряжений.
3.1.3	Способы и методы моделирования сложных переходных процессов в энергосистемах, приводящих к развитию перенапряжений.
3.1.4	Способы и методы защиты от перенапряжений энергосистем и их элементов.
3.1.5	Характеристики современных аппаратных средств защиты от перенапряжений.
3.1.6	Виды изоляции высоковольтного оборудования, методы контроля ее состояния и причины, приводящие к выходу изоляции из строя.
3.1.7	Технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов.
3.2 Уметь:	
3.2.1	Использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения.
3.2.2	Ставить и решать проблемно-ориентированные задачи оптимизации работы систем молниезащиты и заземления.
3.2.3	Оценивать параметры всех видов перенапряжений в электрических схемах, характерных для передачи и распределения электроэнергии.
3.3 Владеть:	
3.3.1	Навыками моделирования процессов и режимов электроэнергетических систем высокого и сверхвысокого напряжения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
Раздел 1. Общие положения курса						
1.1	Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики и электротехники, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. /Лек/	7	2	ПК-4.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
1.2	Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу. /Ср/	7	9	ПК-4.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 2. Разряды в газах, жидкостях и твердых диэлектриках						
2.1	Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Коронный разряд. Потери энергии при коронировании. Разряд в воздухе вдоль поверхности изоляторов. Пробой жидких диэлектриков. Влияние влаги и микропримесей, давления, температуры. Влияние геометрии электродов, расстояния между ними на пробивное напряжение. Пробой твердой изоляции. Частичные разряды. /Лек/	7	6	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
2.2	Практическое занятие №1 Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика. Практическое занятие №2 Характеристики короны на проводах при переменном напряжении. Практическое занятие №3 Пробой твердых диэлектриков. /Пр/	7	6	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу. Подготовка отчета по ПЗ. /Ср/	7	20	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-2.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
Раздел 3. Высоковольтная изоляция						
3.1	Линейные изоляторы. Станционно-аппаратные изоляторы. Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов. Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин. Профилактика изоляции. Задачи и цели профилактики. Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение tg δ. Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации частичных разрядов. Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением. /Лек/	7	6	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

3.2	Практическое занятие №4 Выбор линейных изоляторов. Практическое занятие №5 Изоляция силового электрооборудования. Практическое занятие №6 Изоляция кабельных линий электропередачи. Практическое занятие №7 Определение сопротивления изоляции (токов утечки). /Пр/	7	8	ОПК-6.1 ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
3.3	Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу. Подготовка отчета по ПЗ. /Ср/	7	20	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 4. Высоковольтное испытательное оборудование						
4.1	Установки для получения высоких переменных напряжений. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Импульсные испытательные установки. Измерение высоких напряжений. /Лек/	7	2	ПК-4.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
4.2	Практическое занятие №8 Испытания повышенным напряжением оборудования электроэнергетических систем. /Пр/	7	2	ПК-3.3 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
4.3	Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу. Подготовка отчета по ПЗ. /Ср/	7	15	ПК-4.2 ПК-3.3 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 5. Контрольная работа						
5.1	Выполнение контрольной работы /Ср/	7	12	ПК-4.2 ПК-2.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 6. Зачет						
6.1	Зачет с оценкой /ЗачётСОц/	7	0	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

Раздел 7. Перенапряжения и защита от них						
7.1	Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения, грозовые перенапряжения. Защита от перенапряжений. Трубочатые разрядники. Вентильные разрядники: устройство, принцип действия, характеристики. Нелинейные ограничители перенапряжений: устройство, принцип действия, характеристики. Защита воздушных линий от перенапряжений: ОПН, длинноискровые, мультикамерные разрядники. /Лек/	8	8	ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

7.2	Практическое занятие №1. Вентильные разрядники. Практическое занятие №2. Нелинейные ограничители перенапряжений. Практическое занятие №3 Защита воздушных линий от перенапряжений. /Пр/	8	8	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
7.3	Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу. Подготовка отчета по ПЗ. /Ср/	8	25	ПК-4.2 ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 8. Заземление и молниезащита						
8.1	Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Грозоупорность объектов. Зона защиты стержневого молниеотвода, методики расчета. Зона защиты тросового молниеотвода. Заземляющие устройства подстанций. Требования к заземляющему устройству, методы расчета. /Лек/	8	8	ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
8.2	Практическое занятие №4 Расчет зоны защиты группы молниеотводов. Практическое занятие №5 Расчет заземляющего устройства подстанции напряжением 6/0,4 кВ. Практическое занятие №6 Расчет заземляющего устройства подстанции напряжением 110/10 кВ. Практическое занятие №7 Определение сопротивления заземляющего устройства. /Пр/	8	8	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
8.3	Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу. Подготовка отчета по ПЗ. /Ср/	8	24	ОПК-6.1 ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 9. Контрольная работа						
9.1	Выполнение контрольной работы /Контр.раб./	8	15	ПК-4.2 ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
Раздел 10. Экзамен						

10.1	/Экзамен/	8	12	ОПК-6.1 ПК-4.2 ПК-3.3 ПК-2.2 ПК-1.2 ОПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
------	-----------	---	----	--	---	--

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлены отдельным документом

5.2. Темы письменных работ

Представлены отдельным документом

5.3. Фонд оценочных средств

Представлены отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Важов В.Ф., Лавринович В.А.	Техника высоких напряжений: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017, электронный ресурс	1
Л1.2	Бочаров Ю. Н., Дудкин С. М., Титков В. В.	Техника высоких напряжений: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2019, электронный ресурс	1
Л1.3	Титков В. В., Халилов Ф. Х.	Перенапряжения и молниезащита: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2020, электронный ресурс	1

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Харченко А. Ф.	Техника высоких напряжений. Изоляция устройств электрооборудования железных дорог: Учебное пособие	Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013, электронный ресурс	1
Л2.2	Титков В. В., Халилов Ф. Х.	Перенапряжения и молниезащита	Санкт-Петербург: Лань, 2016, электронный ресурс	1

Л2.3	Дьяков А.Ф., Максимов Б.К., Борисов Р.К., Кужекин П.П., Темников А.Г., Жуков А.В.	Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник	Москва: МЭИ, 2017, электронный ресурс	2
------	--	---	---	---

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Титков В. В., Янчус Э. И.	Компьютерные технологии. Comsol Multiphysics в задачах энергетики: Учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2012, электронный ресурс	1

ЛЗ.2	Титков В. В.	Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов: Учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011, электронный ресурс	1
ЛЗ.3	Привалов Е. Е.	Электробезопасность. Ч. II. Заземление электроустановок	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013, электронный ресурс	1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотечная система Znanium.com. Режим доступа: http://znanium.com
Э2	Издательство «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Office Excel 2010
6.3.1.2	Microsoft Office Word 2010
6.3.1.3	Microsoft Office Power Point 2010
6.3.1.4	Программный комплекс MathCAD
6.3.1.5	Программный комплекс Comsol Multiphysics

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Гарант-информационно-правовой портал. http://www.garant.ru/
6.3.2.2	Консультант Плюс –надежная правовая поддержка. http://www.consultant.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Лекционные аудитории, оборудованные экраном, мультимедийным проектором, демонстрационные слайды по дисциплине.
7.2	Компьютерный класс оснащенный программными комплексами: Microsoft Office Excel 2010; Microsoft Office Word 2010; Microsoft Office Power Point 2010; MathCAD; Comsol Multiphysics.