МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.04), ориентирована на подготовку выпускников к решению эксплуатационного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-4, определяемое индикаторами ПК-4.2 и ПК-4.4, и компетенции ПК-6, определяемое индикатором ПК-6.2.

Формирование компетенции ПК-4 начато в ходе освоения дисциплины Основы экономики (ПК-4.6), будет продолжено при изучении дисциплин Электроэнергетические системы и сети (ПК-4.2), Источники электропитания радиотехнических систем (ПК-4.2), Электрорадиоавтоматика (ПК-4.4), Электроника (ПК-4.3), Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод (ПК-4.5), Электротехнологические установки (ПК-4.5), Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (ПК-4.4), Автоматизация и управление систем электроснабжения (ПК-4.2), Электрические станции и подстанции (ПК-4.3, 4.4), Силовая электроника (ПК-4.3), Технологии производства и эксплуатации радиотехнических систем (ПК-4.1, 4.6) и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Формирование компетенции ПК-6 будет продолжено при изучении дисциплин Переходные процессы в электроэнергетических системах (6.2), Электромагнитная совместимость (6.2), Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (ПК-6.1) и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-4. Способен участвовать в техническом сопровождении и контроле эксплуатации объектов электротехники и электрорадиотехнических систем	ПК-4.2. Применяет методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей, источников и схем электропитания радиотехнических систем, радиоэлектронного оборудования. ПК-4.4. Применяет методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации электронной автоматики, релейной защиты и автоматизации электротехнических систем, радиоэлектронного оборудования.	Знает существо физических явлений, происходящих в установках высоких напряжений. Умеет применять методы расчёта электрических и магнитных цепей, применять знания из курсов естественно-научных дисциплин для анализа, происходящих в высоковольтном электрооборудовании, процессов и явлений Владеет методами и средствами контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей, источников и схем электропитания радиотехнических систем.	Задачи (практические задания)

ПК-6. Способен использовать требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами	ПК-6.2. Демонстрирует знание и способности практического применения требований техники безопасности.	Знает требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами. Умеет применять методы техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами Владеет методами и средствами практического применения требований техники безопасности.	Задачи (практические задания)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	31 10 20 1
самостоятельная работа	77
Промежуточная аттестация – зачёт	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная
1. Введение	10	1	1		2	8
2. Разряды в диэлектриках	15	1	2		3	12
3. Высоковольтная изоляция	26	2	6		8	18
4. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения	26	3	6		9	17
5. Перенапряжения и защита от них	30	3	5		8	22
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация - зачёт						
Итого	108	10	20		31	77

Раздел 1. Введение
Основные виды электрооборудования
Техника высоких напряжений.
Методы контроля технического состояния и эксплуатации.

Раздел 2. Разряды в диэлектриках
Механизмы пробоя газовых сред
Механизмы пробоя в жидких диэлектриках
Механизмы пробоя в твёрдых диэлектриках
Особенности пробоя диэлектриков в различных типах электрических полей

Раздел 3. Высоковольтная изоляция
Внешняя изоляция электрооборудования
Внутренняя изоляция электроустановок
Дефекты изоляции и механизмы их возникновения.
Методы контроля технического состояния и эксплуатации.

Раздел 4. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения
Испытания электрооборудования. Методы контроля технического состояния и эксплуатации.
Испытательные установки.
Измерения испытательных напряжений

Раздел 5. Перенапряжения и защита от них
Перенапряжения в электрических сетях
Защита от перенапряжений

Техника безопасности при работе с высоковольтным оборудованием

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отка-	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	за обуча-ющегося от ответа						

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосход-но	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «пре-восходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлич-но», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хоро-шо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетво-рительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовле-творительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Не зачте-но	Неудовле-творительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетво-рительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки резуль-татов обучения.

5.2.1 Вопросы к зачёту по дисциплине «Техника высоких напряжений». (компетенция ПК-4)

Вопросы	Код фор-мируемой компе-тенции
1) Опишите физические механизмы, приводящие к пробоям изоляции (газы, жидкости, твёрдые диэлектрики).	ПК-4
2) Опишите механизм пробоя газового промежутка с однородным электриче-ским полем. Закон Пашена.	ПК-4
3) Опишите механизм пробоя газового промежутка с резко неоднородным элек-трическим полем.	ПК-4
4) Опишите механизм пробоя газового промежутка при импульсном напряже-нии.	ПК-4
5) Опишите процесс перекрытия изоляции по границе двух сред.	ПК-4
6) Опишите состав групп изоляторов, различающихся по расположению токове-дущей части, конструктивному исполнению, месту установки.	ПК-4

7) Перечислите основные характеристики изоляторов и опишите виды разрядных напряжений.	ПК-4
8) Перечислите основные характеристики изоляторов и опишите их геометрические и механические параметры. Методы контроля технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
9) Дайте характеристику линейных и подстанционных изоляторов.	ПК-4
10) Опишите распределение напряжений вдоль гирлянд подвесных изоляторов и опишите мероприятия по его выравниванию.	ПК-4
11) Дайте описание изоляции силовых трансформаторов. Методы контроля её технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
12) Дайте описание изоляции вводов высокого напряжения. Методы контроля технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
13) Дайте описание изоляции силовых конденсаторов. Методы контроля её технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
14) Дайте описание изоляции силовых кабелей традиционных типов. Методы контроля технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
15) Дайте описание изоляции силовых СПЭ кабелей. Методы контроля технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
16) Дайте описание изоляции электрических машин высокого напряжения. Методы контроля её технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
17) Перечислите основные процессы старения изоляции. Опишите процесс электрического старения.	ПК-4
18) Перечислите основные процессы старения изоляции. Опишите процессы теплового и механического старения изоляции и её увлажнение.	ПК-4
19) Опишите методику испытания повышенным напряжением изоляции силовых трансформаторов.	ПК-4
20) Опишите принцип действия и конструкцию испытательной установки высокого переменного напряжения.	ПК-4
21) Опишите принцип действия и конструкцию испытательной установки высокого постоянного напряжения.	ПК-4
22) Опишите принцип действия и конструкцию генераторов коммутационных импульсов.	ПК-4
23) Опишите принцип действия и конструкцию генераторов импульсных напряжений.	ПК-4
24) Опишите методику применения измерительного шарового разрядника.	ПК-4
25) Опишите методику применения электростатического вольтметра.	ПК-4
26) Опишите методику применения измерительных преобразователей и низковольтных вольтметров.	ПК-4
27) Опишите методику применения измерительного шарового разрядника.	ПК-4
28) Опишите методику применения электростатического вольтметра.	ПК-4
29) Опишите методику применения добавочных резисторов.	ПК-4
30) Опишите способы измерения высоких импульсных напряжений.	ПК-4
31) Перечислите основные характеристики перенапряжений. Как перенапряжения дифференцируются по месту приложения и причинам возникновения.	ПК-4
32) Дайте характеристику внешних и внутренних перенапряжений.	ПК-4
33) Опишите физические процессы, сопровождающие грозовую деятельность.	ПК-4
34) Назовите характерные стадии развития грозового облака и основные параметры молнии.	ПК-4
35) Объясните необходимость введения понятий «короткая» и «длинная» цепи и перечислите особенности применяемых методов расчёта.	ПК-4
36) Как связаны между собой перенапряжения на оборудовании и характер	ПК-4

нагрузки, подключённой к линиям.	
37) Опишите процессы возникновения перенапряжений при гашении дуги.	ПК-4
38) Опишите процессы, связанные с коммутационными перенапряжениями.	ПК-4
39) В чём заключается процесс, называемый «координация изоляции».	ПК-4
40) Опишите конструкцию и область применения искровых промежутков и роговых разрядников.	ПК-4
41) Опишите конструкцию и область применения трубчатых разрядников. Методы контроля их технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
42) Опишите конструкцию и область применения вентильных разрядников. Методы контроля их технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
43) Опишите конструкцию и область применения ОПН. Методы контроля технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
44) Опишите основные принципы грозозащиты линий. Методы контроля её технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
45) Опишите основные принципы грозозащиты подстанций. Методы контроля её технического состояния и эксплуатации.	ПК-4
46) Опишите методы контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей, источников и схем электропитания радиотехнических систем, радиоэлектронного оборудования.	ПК-4
47) Опишите методы контроля технического состояния и эксплуатации электронной автоматики, релейной защиты и автоматизации электротехнических систем, радиоэлектронного оборудования.	ПК-4
49) Дайте описание и характеристики средств контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей, источников и схем электропитания радиотехнических систем, радиоэлектронного оборудования.	ПК-4
49) Дайте описание и характеристики средств контроля технического состояния и эксплуатации электронной автоматики, релейной защиты и автоматизации электротехнических систем, радиоэлектронного оборудования.	ПК-4

5.2.2. Вопросы зачёту по дисциплине «Техника высоких напряжений» (компетенция ПК-6)

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Сформулируйте понятие техники безопасности.	ПК-6
2) Сформулируйте особенности требований техники безопасности в электроэнергетике и электротехнике.	ПК-6
3) Дайте характеристику основных видов профилактических испытаний изоляции.	ПК-6
4) Дайте общую характеристику испытаний изоляции повышенным напряжением.	ПК-6
5) Опишите методику испытания повышенным напряжением изоляции кабелей.	ПК-6
6) Опишите методику испытания повышенным напряжением изоляции силовых трансформаторов.	ПК-6
7) Дайте общую характеристику мероприятий по защите от перенапряжений.	ПК-6
8) Охарактеризуйте нормативные документы и их требования к работе с высоковольтным оборудованием.	ПК-6
9) Опишите технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ с высоковольтным оборудованием.	ПК-6

10) Сформулируйте требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики и электротехники.	ПК-6
11) Сформулируйте особенности требований техники безопасности при работах с электрорадиотехническими системами.	ПК-6

5.2.3. Задачи для оценки компетенции ПК-4

1. Виды электрических полей.
2. Классификация ионизационных процессов. Виды ионизации.
3. Виды эмиссионных процессов.
4. Что такое фотопроцессы?
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 неоднорордных полях?
9. Что такое «лидер»? Каков критерий стримерно-лидерного перехода?
10. Назовите основные стадии развития молниевого разряда?
11. В чём заключается эффект полярности?
12. Основные типы проводимости жидких диэлектриков?
13. В чём состоят условия работы и требования, предъявляемые к изоляции высоковольтного электрооборудования? Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.
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. Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.
18. Каковы характеристики основных материалов, применяемых в силовых конденсаторах?
19. Конструктивные особенности изоляции трансформаторов напряжения.
20. Силовые трансформаторы: назначение, конструктивное исполнение изоляции.
21. Как классифицируются трансформаторы в высоковольтной технике?
22. Какие требования предъявляются к испытательным трансформаторам?
23. В силу, каких причин повышение напряжения трансформатора более 750 кВ оказывается нецелесообразным?
24. Способы получения напряжения постоянного тока.
25. Приведите схему и поясните принцип работы генератора импульсных токов.
26. В чём состоит принципиальное различие в работе ГИН и ГИТ?
27. Назовите способы измерения высоких напряжений. В чём состоят сложности при измерении на высоком напряжении? Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.
28. В каких областях современной индустрии используется высоковольтное испытательное оборудование? Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.
29. Классификация перенапряжений и их кратность.
30. В чём состоит принципиальное отличие внешних перенапряжений от внутренних?
31. Почему грозовые перенапряжения наиболее опасны для сетей средних классов напряжения, а коммутационные для сетей высших классов напряжений?
32. Грозозащита ЛЭП и подстанций. Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.
33. Защита подстанций от набегающих волн.
34. Зона защиты тросового молниеотвода.

35. Каким образом импульсная корона влияет на параметры грозового импульса, распространяющегося по линии электропередачи?

36. В чём заключаются принципы работы ограничителя перенапряжений?

37. Между двумя точками в изолирующей среде, расположенными на расстоянии 2 мм, действует разность потенциалов 400 В. Определить напряжённость электрического поля на заданном участке.

38. Определить диэлектрическую проницаемость кварцевого стекла, если относительная диэлектрическая проницаемость равна 4,0.

39. Определить электрическое смещение в точке поля напряжённостью 15 кВ/м, если изолирующей средой является трансформаторное масло, относительная диэлектрическая проницаемость которого равна 2,2.

40. Определить ёмкость конденсатора в мкФ, если при частоте 50 Гц ток в цепи с конденсатором равен 5 мА, а напряжение, приложенное к электродам, - 400 В.

41. Конденсатор ёмкостью 3 мкФ заряжен до напряжения 4 кВ. Определить величину заряда, накопленного на его электродах.

42. По заданному графику изменения потенциала в плоском конденсаторе со слоистой изоляцией (кривая 1) построить график изменения напряжённость электрического поля на каждом из участков.

43. Определить электрическое смещение в точке электрического поля напряжённостью 10 кВ/см, если изолирующей средой является воздух.

44. Определить величину связанного заряда, индуктированного на проводящей пластине в 1 см^2, внесённой в электрическое поле перпендикулярно силовым линиям. Напряжённость электрического поля 12 кВ/см. Изолирующей средой является трансформаторное масло с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 2,5.

45. Определить среднюю напряжённость электрического поля на участке протяжённостью 0,4 мм, если разность потенциалов между точками, ограничивающими участок, 600 В.

46. Потенциалы электродов изолированного от земли конденсатора равны +/- 2000 В. Определить напряжение, действующее между его выводами.

47. Определить величину заряда конденсатора ёмкостью 2 мкФ, если напряжение между его выводами 100 В.

48. Плоский конденсатор с воздушной изоляцией имеет емкость 100 пФ и заряжен до напряжения 2 кВ. Определить напряжённость электрического поля между его электродами, имеющими площадь 625 см.

49. Одиночная сфера в воздухе имеет ёмкость 29 пФ и заряжена до напряжения 30 кВ. Определить напряжённость электрического поля у поверхности сферы, если ее радиус 20 см.

50. Для измерения напряжения 110 кВ применена схема ёмкостного делителя, состоящая из двух последовательно соединённых конденсаторов C_1 и электростатического вольтметра на напряжение 10 кВ, шунтированного конденсатором ёмкостью C_2 = 100 пФ. Определить ёмкость каждого из конденсаторов C_1, если ёмкость вольтметра 20 пФ.

51. Плоский конденсатор с воздушной изоляцией и дисковыми электродами с закруглёнными краями имеет расстояние между электродами 2 см. определить напряжённость электрического поля в изоляции, если приложенное напряжение равно 40 кВ. Расчёт повторить для случая, когда между электродами при том же расстоянии введена стеклянная пластина толщиной 1 см с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 6.

52. Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 0,5 см заряжен до напряжения 10 кВ. Определить изменение напряжения между электродами, если развести пластины на 5 см, предположив, что заряд при это не изменится.

53. Проходной цилиндрический изолятор имеет сечение токоведущего стержня 4 см^2. Изоляция – текстолит ($£'_{пр}$ = 80 кВ/см). Напряжение между стержнем и фланцем 140 кВ. Коэффициент запаса прочности 1,4. Определить внутренний радиус крепящего фланца. Произвести расчёт радиусов стержня и фланца, исходя из минимальной толщины слоя изоляции, при сохранении прочих заданных условий.

54. Определить ёмкость одножильного маслонаполненного кабеля на 110 кВ длиной 1000 м, с внешним диаметром его полой жилы 22,7 мм и наружным диаметром бумажной изоляции 46,7 мм при относительной диэлектрической проницаемости 3,5.

55. Определить ёмкость цилиндрического воздушного конденсатора и допустимое напряжение между его электродами, если диаметр внутреннего цилиндра 20 са, а наружного в *е*раз больше. Допустимую напряжённость электрического поля принять £$_{мак}$с = 30 кВ/см, длину конденсатора 100 см.

56. Определить ёмкость одножильного маслонаполненного кабеля на 110 кВ длиной 1000 м, с внешним диаметром его полой жилы 22,7 мм и наружным диаметром бумажной изоляцией 46,7 мм при относительной диэлектрической проницаемости 3,5.

57. Одножильный кабель напряжением 40 кВ имеет радиус заземлённой свинцовой оболочки 3,6 см. Определить: характер изменения напряжённости электрического поля у поверхности токоведущей жилы при постепенном увеличении её радиуса от 0,6 до 3,6 см; распределение потенциала в толще изоляции при неизменном радиусе внутренней жилы 0,6 см.

58. Определить пробивное напряжение проходного цилиндрического изолятора, работающего в установке напряжением 110 кВ. Изолятор имеет три слоя изоляции: бакелизированная бумага, масло и фарфор с пробивными напряжённостями электрического поля 110; 63,7 и 65 кВ/см, при диэлектрических проницаемостях: 4,3; 2,5; 5,5, соответственно.

59. Определить максимальную напряжённость электрического поля в слое изоляции трёхжильного кабеля на напряжение 35 кВ, имеющего равные толщины поясной и фазной изоляции. Сечение алюминиевой жилы равно 185 мм^2, расчётный радиус жилы 8,7 мм, толщина изоляции 12 мм.

60. Определить ёмкость провода и напряжённость электрического поля вблизи поверхности с радиусом 6 мм, протянутого на уровне 2 м над землёй. Потенциал провода равен 20 кВ.

61. Под проводом линии электропередачи с напряжением 220 кВ подвешен надёжно изолированный провод. Определить потенциал, наведённый на этом проводе, если радиусы проводов одинаковы и равны 10 мм, а расстояние между проводами и нижним проводом и землёй 3 м.

62. Воздушный промежуток в 1 см между плоскими электродами характеризуется давлением 760 мм.рт.ст. и напряжённостью электрического поля 29 кВ/см. Определить число электронов, достигающих анода, если с катода отрывается 1 эл/с, а в промежутке происходит процесс ударной ионизации.

63. Для измерения напряжения, близкого к 200 кВ, используются шаровые разрядники. Определить, исходя из величины допустимой погрешности измерения, наименьшей и наибольший диаметры их сфер.

64. Определить пробивные напряжения между двумя изолированными стержнями, удалёнными друг от друга в воздухе на расстоянии 120, 220, 800 см. Содержание влаги 20 г/м^3, температура воздуха 30 °С и давление 740 мм.рт.ст.

65. Определить пробивное напряжение для воздушного промежутка в 120 см, заключённого между изолированным и заземлённым стержневыми электродами, при

66. = 0,945 и коэффициенте, учитывающем влажность - 0,91. На промежуток поочерёдно воздействует положительный и отрицательный импульсы.

67. Трансформатор на 220 кВ установлен на открытой части распределительного устройства. Определить минимально допустимое приближение токоведущих частей трансформатора к металлическим частям конструкций, если воздушный промежуток имеет запас прочности 4.

68. Определить длину волны излучения неона при тлеющем разряде в высоковольтной газосветной трубке, если известно, что при давлении в трубке 7 - 8 мм.рт.ст. большинство электронов совершает переходы с орбиты с энергетическим уровнем 29,810^{-12} эв на орбиту с уровнем 26,610^{-12} эв.

69. Определить потери активной мощности на корону для линии электропередачи при

напряжении 154 кВ, если протяжённость линии 100 км, провод АС-50 с радиусом 0,48 см, провода расположены треугольником с расстоянием между ними 500 см. Температура воздух 0 °С, давление 710 мм.рт.ст., коэффициент негладкости 0,85, погода ясная.

70. В схеме моста для измерения диэлектрических потерь в качестве эталонного использован цилиндрический воздушный конденсатор с диаметром внешнего цилиндра 60 см и внутреннего 22 см. Относительная плотность воздуха нормальная. Рабочее напряжение 10 кВ. расчетом на корону установить пригодность данного конденсатора, если появление короны, изменяющей ёмкость недопустимо.

71. Для воздушной линии электропередачи трёхфазного тока с линейным напряжением 115 кВ применены провода М-70 с расчётным диаметром 10,6 мм. Провода расположены равносторонним треугольником с расстоянием между ними 400 см. Коэффициент негладкости 0,85, относительная плотность воздуха 1, частота тока 50 Гц. Определить, во сколько раз увеличатся потери мощности на корону в линии при неясной погоде (коэффициент погоды 0,8) по сравнению с потерями при ясной погоде.

72. Проходной цилиндрический ввод с бакелитовой изоляцией, имеющей относительную диэлектрическую проницаемость, равную 4,5, испытывается переменным напряжением. Диаметр токоведущего стрежня 3 см, наружный диаметр ввода 8 см. Определить напряжение, при котором возникнут скользящие разряды по поверхности изоляции.

73. Проходной цилиндрический изолятор имеет наружный радиус бакелитовой втулки 0,9 см, а радиус токоведущего стрежня 0,3 см. Определить напряжение скользящих разрядов по наружной поверхности бакелита, если его относительная диэлектрическая проницаемость равна 4.

74. Определить напряжение пробоя и перекрытия по поверхности цилиндрического фарфорового диска диаметром 10 см и толщиной 0,5 см, заключённого между двумя стержневыми электродами, диаметром 8 мм, если принять среднюю напряжённость перекрытия 5,2 кВ/см, а среднюю напряжённость пробоя 30 кВ/мм.

75. Определить пробивное напряжение изоляции одножильного кабеля с радиусом жилы 0,9 см и толщиной поясной изоляции 1,1 см, если пробивная напряжённость изоляции равна 80 кВ/мм.

76. Рассчитать параметры генератора импульсных напряжений (ГИН), состоящего из импульсных конденсаторов. Номинальное напряжение каждого конденсатора 60 кВ, ёмкость 0,03 мкФ. Для увеличения ёмкости конденсаторы соединяются попарно параллельно. ГИН должен создавать стандартную волну напряжения с амплитудой 1000 кВ. объект испытывается с ёмкостью 250 пФ имеет добавочную ёмкость 250 пФ.

77. Генератор импульсных токов (ГИТ) состоит из конденсаторов. Каждый из конденсаторов имеет ёмкость 3 мкФ и напряжение 50 кВ. Для увеличения напряжения конденсаторы соединяются попарно последовательно и образуют 10 параллельных ветвей. Индуктивность разрядного контура 45 мкГн. Определить критическое активное сопротивление схемы, при котором разряд носит апериодический характер, и амплитуду разрядного тока.

78. Определить величину ёмкости стабилизирующего конденсатора, включённого на выходе выпрямителя для сглаживания пульсаций тока и напряжения, если сопротивление сквозной проводимости изоляции объекта 5 10^7 Ом, а спад напряжения не должен превышать 10 % от испытательного напряжения. Саморазряд конденсатора не учитывать.

79. Определить величину снижения напряжения на выходе выпрямителя в период паузы работы, если сопротивление изоляции 110^8 Ом, ёмкость конденсатора 0,1 мкФ, а сопротивление самого конденсатора, обуславливающего саморазряд 110^7 Ом.

80. Волну атмосферного перенапряжения распространяется по одному из проводов трёхфазной линии электропередачи. Определить волновое сопротивление провода без учёта влияния импульсной короны и электромагнитной связи с остальными проводами, если марка провода АС-150, средняя высота подвеса провода над землёй 600 см, расчётный диаметр провода 1,7 см.

81. Волна перенапряжения с амплитудой 300 кВ, распространяясь по воздушной линии с волновым сопротивлением 400 Ом, набегает на кабель с волновым сопротивлением 50 Ом. Определить напряжение преломлённой и отражённой волн.

82. Волна с прямоугольным фронтом и амплитудой 300 кВ распространяется по кабелю с волновым сопротивлением 38 Ом и, встречая на своём пути реактор с индуктивностью 4 мГн, переходит на воздушную линию с волновым сопротивлением 450 Ом. Определить значение напряжения преломлённой волны на воздушной линии через 5 мкс после достижения ею реактора.

83. Стержневой молниеотвод предназначен для защиты здания подстанции шириной 10 м, длиной 20 м, высотой 6 м. Определить высоту и место расположения молниеотвода с учётом его допустимого приближения к объекту защиты, если в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений ток молнии 150 кА, индуктивность молниеотвода 1,5 мкГн/м и усреднённая крутизна фронта косоугольной волны тока 32 кА/мкс, сопротивление заземления молниеотвода в импульсном режиме 20 Ом.

84. Отдельно стоящий молниеотвод высотой 40 м должен защищать подстанцию шириной 10 м, длиной 25 м и высотой 10 м. Удаление молниеотвода от торцевой части подстанции 6 м. Проверить величину радиуса защитной зоны на высоте объекта и убедиться в том, что молниеотвод действительно защищает здание.

85. Участок подхода линии напряжением 35 кВ к подстанции защищён стержневыми молниеотводами, стоящими по обеим сторонам линии в шахматном порядке. Расстояние от молниеотводов до опор принято в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений равным 5 м, высота опор линии 11 м, пролёт 60 м, габарит линии 6,5 м, расстояние между крайними проводами 3 м. Определить высоту молниеотводов и проверить с помощью расчёта, защищены ли провода от поражения грозовым разрядом при указанном расположении и высоте молниеотводов.

86. Молния поражает не защищённый тросом провод линии. Определить амплитуду напряжения, действующего на гирлянду изоляторов опоры, ближайшей к месту удара молнии. Волновое сопротивление канала молнии 300 Ом, волновое сопротивление провода с учетом импульсной короны 350 Ом. Ток молнии 100 кА.

87. Стержневой молниеотвод высотой 30 м защищает от прямого поражения молнией цилиндрический бак с горючим, целиком врытый в землю. Определить максимально допустимый диаметр бака.

88. Горизонтальный четырёхлучевой заземлитель предназначен для заземления трубчатого разрядника на подходе к распределительной подстанции, выполнен из стального прута диаметром 1 см. Длина каждого луча 10 м, глубина заложения 0,5 м. Определить сопротивление заземления в импульсном режиме, если удельное сопротивление грунта, измеренное в сухую погоду, оказалось 110^4 Ом см. Ток молнии 80 кА. Коэффициент возможного увеличения сопротивления принят в соответствии с руководящими указаниями равным 1,4. Ввод тока в заземлитель осуществляется в центральную часть.

89. Горизонтальный двухлучевой заземлитель с подводом тока в среднюю точку и дли-

ной каждого луча 10 м, проложен в грунте с удельным сопротивлением, измеренным в сухую погоду, 110^4 Ом0183см. Определить сопротивление заземляющего устройства в импульсном режиме, если ток молнии принят равным 100 кА. Заземлитель выполнен из стального прута диаметром 1 см. Глубина заложения заземлителей стандартная, равная 0,5 м.

90. Заземлитель из трёх вертикальных труб длиной 3 м, расположенных по окружности диаметром 4 м и объединённых горизонтальным кольцом из полосовой стали, находится в грунте с удельным расчётным сопротивлением 210^4 Ом см. Диаметр труб 60 мм. Определить сопротивление заземлителя в импульсном режиме, если ток молнии 40 кА.

91. Двухцепная линия электропередачи напряжением 110 кВ на металлических опорах с расположением проводов по схеме обратная ёлка и пролётом 300 м защищена двумя тросами. Разряд молнии с током 125 кА происходит в вершину опоры. Импульсное сопротивление заземления опоры равно 6 Ом. Гирлянды собраны из изоляторов 7хП-

92. Определить защитный уровень линии, если средняя высота подвеса нижнего провода линии 9,2 м, а геометрический коэффициент связи между тросами и нижними проводами 0,18.

93. Определить защитный уровень линии напряжением 110 кВ на деревянных опорах с двумя тросами. Удар молнии произошёл в вершину опоры. Гирлянды состоят из шести изоляторов типа П-4,5. Длина смежных пролётов 180 м, высота опоры 18 м, средняя высота подвеса проводов над землёй 10 м, расстояние между проводами равно 4 м. Расчёт произвести с использованием вольтсекундных характеристик изоляции и долевого распределения тока между тросами и телом опоры.

94. От узловой подстанции на 110 кВ отходит воздушная линия с проводами АС-120 расстояние между проводами (среднее) 3,5 м. На расстоянии 40 км от подстанции в точке разветвления линии решено установить ОПН. Сопротивление заземления опоры в импульсном режиме 10 Ом. По пределам отключаемых токов определить тип ОПН, если известно, что ток однофазного и трёхфазного короткого замыкания на шинах узловой подстанции равен соответственно 5000 и 8000 А. Режим работы электрической сети постоянный.

5.2.4.Задачи для оценки компетенции ПК-6

1) Общие принципы безопасности выполнения работ с техникой высоких напряжений.

2) В чём состоят условия работы и требования, предъявляемые к изоляции высоковольтного электрооборудования? Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

3) Высоковольтные вводы: назначение, тип изоляции, конструктивное исполнение. Современные типы высоковольтных вводов. Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

4) Назовите способы измерения высоких напряжений. В чём состоят сложности при измерении на высоком напряжении? Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

5) В каких областях современной индустрии используется высоковольтное испытательное оборудование? Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

6) Почему грозовые перенапряжения наиболее опасны для сетей средних классов напряжения, а коммутационные для сетей высших классов напряжений?

7) Грозозащита ЛЭП и подстанций. Технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

8) Защита подстанций от набегающих волн.

9) Зона защиты тросового молниеотвода.

10) Отдельно стоящий молниеотвод высотой 40 м должен защищать подстанцию шириной 10 м, длиной 25 м и высотой 10 м. Удаление молниеотвода от торцевой части подстанции 6 м. Проверить величину радиуса защитной зоны на высоте объекта и убедиться в том, что молниеотвод действительно защищает здание.

11) Участок подхода линии напряжением 35 кВ к подстанции защищён стержневыми молниеотводами, стоящими по обеим сторонам линии в шахматном порядке. Расстояние от молниеотводов до опор принято в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений равным 5 м, высота опор линии 11 м, пролёт 60 м, габарит линии 6,5 м, расстояние между крайними проводами 3 м. Определить высоту молниеотводов и проверить с помощью расчёта, защищены ли провода от поражения грозовым разрядом при указанном расположении и высоте молниеотводов.

12) Стержневой молниеотвод высотой 30 м защищает от прямого поражения молнией цилиндрический бак с горючим, целиком врытый в землю. Определить максимально допустимый диаметр бака.

13) Общие принципы и технологии, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

14) Методы контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей, источников и схем электропитания радиотехнических систем, радиоэлектронного оборудования.

15) Методы контроля технического состояния и эксплуатации электронной автоматики, релейной защиты и автоматизации электротехнических систем, радиоэлектронного оборудования.

16) Средства контроля технического состояния и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей, источников и схем электропитания радиотехнических систем, радиоэлектронного оборудования.

17) Средства контроля технического состояния и эксплуатации электронной автоматики, релейной защиты и автоматизации электротехнических систем, радиоэлектронного оборудования.

18) Требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами.

5.2.5 Задачи, выносимые на зачет, для оценки компетенции ПК-4

1. Стержневой молниеотвод высотой 30 м защищает от прямого поражения молнией цилиндрический бак с горючим, целиком врытый в землю. Определить максимально допустимый диаметр бака.

2. Горизонтальный четырёхлучевой заземлитель предназначен для заземления трубчатого разрядника на подходе к распределительной подстанции, выполнен из стального прута диаметром 1 см. Длина каждого луча 10 м, глубина заложения 0,5 м. Определить сопротивление заземления в импульсном режиме, если удельное сопротивление грунта, измеренное в сухую погоду, оказалось 110^4 Ом см. Ток молнии 80 кА. Коэффициент возможного увеличения сопротивления принят в соответствии с руководящими указаниями равным 1,4. Ввод тока в заземлитель осуществляется в центральную часть.

3. Горизонтальный двухлучевой заземлитель с подводом тока в среднюю точку и длиной каждого луча 10 м, проложен в грунте с удельным сопротивлением, измеренным в

сухую погоду, 110^4 Ом0183см. Определить сопротивление заземляющего устройства в

импульсном режиме, если ток молнии принят равным 100 кА. Заземлитель выполнен из стального прута диаметром 1 см. Глубина заложения заземлителей стандартная, равная 0,5 м.

4. Заземлитель из трех вертикальных труб длиной 3 м, расположенных по окружности диаметром 4 м и объединенных горизонтальным кольцом из полосовой стали, находится в грунте с удельным расчетным сопротивлением 210^4 Ом см. Диаметр труб 60 мм. Определить сопротивление заземлителя в импульсном режиме, если ток молнии 40 кА.

5. Двухцепная линия электропередачи напряжением 110 кВ на металлических опорах с расположением проводов по схеме обратная ёлка и пролетом 300 м защищена двумя тросами. Разряд молнии с током 125 кА происходит в вершину опоры. Импульсное сопротивление заземления опоры равно 6 Ом. Гирлянды собраны из изоляторов 7хП-

Определить защитный уровень линии, если средняя высота подвеса нижнего провода линии 9,2 м, а геометрический коэффициент связи между тросами и нижними проводами 0,18.

5.2.6. Задачи, выносимые на зачет, для оценки компетенции ПК-6

6. Определить защитный уровень линии напряжением 110 кВ на деревянных опорах с двумя тросами. Удар молнии произошел в вершину опоры. Гирлянды состоят из шести изоляторов типа П-4,5. Длина смежных пролетов 180 м, высота опоры 18 м, средняя высота подвеса проводов над землей 10 м, расстояние между проводами равно 4 мо. Расчет произвести с использованием вольтсекундных характеристик изоляции и долевого распределения тока между тросами и телом опоры.

7. От узловой подстанции на 110 кВ отходит воздушная линия с проводами АС-120 расстояние между проводами (среднее) 3,5 м. На расстоянии 40 км от подстанции в точке разветвления линии решено установить ОПН. Сопротивление заземления опоры в импульсном режиме 10 Ом. По пределам отключаемых токов определить тип ОПН, если известно, что ток однофазного и трехфазного короткого замыкания на шинах узловой подстанции равен соответственно 5000 и 8000 А. Режим работы электрической сети постоянный.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Важов В.Ф., Лавринович В.А. Техника высоких напряжений. М.: НИЦ ИНФРА-М, 262 с. (Высшее образование: Бакалавриат) (Доступно в ЭБС «Знаниум»)

Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/493733 [25.09.2019]

2. Долин П.А. Электробезопасность. Теория и практика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П.А. Долин, В.Т. Медведев, В.В. Корочков, А.Ф. Монахов; под ред. В.Т. Медведева. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 280 с. - ISBN 978-5-383-00629-0 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006290.html [25.09.2019]

б) Дополнительная литература:

1. Непомнящий В.А. Электрофизические основы техники высоких напряжений [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Непомнящий В.А. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01153-9 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011539.html [25.09.2019]

2. Бортник И.М. Электрофизические основы техники высоких напряжений [Электронный ресурс]: учебник для вузов / И.М. Бортник и др.; под общ. ред. И.П. Верещагина – М: Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01017-4 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html [25.09.2019]

3. Белоедова И.П. Расчёт электрических полей устройств высокого напряжения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / И.П. Белоедова, Ю.В. Елисеев, Е.С. Колечицкий и др.; под ред. Е.С. Колечицкого - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-00971-0 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009710.html [25.09.2019]

4. Пасютина О.В. Охрана труда при технической эксплуатации электрооборудования [Электронный ресурс]: уч. пособие. – Минск: РИПО, 2017. – 115 с. - ISBN 978-985-503-697-6 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855036976.html [25.09.2019]

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

– Операционная система Microsoft Windows
– Пакет прикладных программ Microsoft Office
– Правовая система «Консультант плюс»
– Браузер Google Chrome

в) Интернет-ресурсы

– Федеральный портал. Российское образование: http://www.edu.ru/;
– Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: http://www.gost. *ru/*.
– http://elektromehanika.org/
– Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru
– Известия вузов «Электромеханика», http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/.
– Новости энергетики http://novostienergetiki.ru
– ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru
– ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
– ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
– ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

г) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов http://electrichelp.ru
– Электроэнергетика и электричество https://pomegerim.ru
– Электричество и электроснабжение http://enginer-electric.ru
– «Техэксперт» – профессиональные справочные системы http://техэксперт.рус/ [26.10.19]
– База данных «Электрик» http://www.electrik.org/ [26.10.19]
– ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:
– Энергетика http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27 [26.10.19]
– Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]
– Онлайн электрик: база данных https://online-electric.ru/dbase.php [26.10.19]
– База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple [26.10.19]
– Банк изобретений, технологий и научных открытий: http://www.ntpo.com [26.10.19]
– Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]

– База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com [26.10.19]

– База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]

– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/

– Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, оснащенной лабораторными комплексами, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор: начальник проектного отдела ООО «СТАНДАРТ» Ю.В. Митрясов

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.