

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22 июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Техника высоких напряжений»
(Наименование дисциплины)

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Код направления подготовки | 13.04.02 |
| Наименование направления подготовки | Электроэнергетика и электротехника |
| Наименование направленности | Цифровая энергетика |
| Форма обучения | очная |

Санкт-Петербург – 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

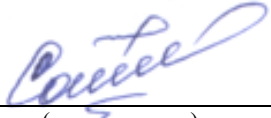
| | | |
|--|--|--|
| <u>старший преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание) |  (подпись, дата) | <u>О.Б. Чернышева</u> (инициалы, фамилия) |
|--|--|--|

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«24» апреля 2023 г, протокол № 6

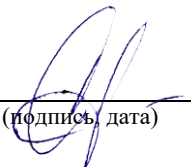
Заведующий кафедрой № 32

| | | |
|--|---|--|
| <u>доц., к.т.н., доц.</u> (уч. степень, звание) |  (подпись, дата) | <u>С.В. Солёный</u> (инициалы, фамилия) |
|--|---|--|

Ответственный за ОП ВО 13.04.02(03)

| | | |
|---|--|--|
| <u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание) |  (подпись, дата) | <u>О.Я. Солёная</u> (инициалы, фамилия) |
|---|--|--|

Заместитель директора института №3 по методической работе

| | | |
|--|--|--|
| <u>старший преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание) |  (подпись, дата) | <u>Н.В. Решетникова</u> (инициалы, фамилия) |
|--|--|--|

Аннотация

Дисциплина «Техника высоких напряжений» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-2 «способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетом, анализом и особенностями применения техники высоких напряжений в энергетических объектах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техника высоких напряжений» является:

- формирование у студентов знаний об электрофизических процессах функционирования электрооборудования;
- изучение механизмов развития грозовых и внутренних перенапряжений;
- изучение методов испытаний и контроля состояния изоляции;
- получение обучающимися необходимых знаний и навыков в области координации изоляции и ее проектировании.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|---|
| Профессиональные компетенции | ПК-2 способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности | ПК-2.Д.2 выбирает электрооборудование и методы расчета его параметров и характеристик при проектировании объектов профессиональной деятельности |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Электрические системы и сети»,
- «Системы электроснабжения»,
- «Режимы работы электроэнергетических систем».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|-------|---------------------------|
| | | №1 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 2/ 72 | 2/ 72 |
| Из них часов практической подготовки | | |
| Аудиторные занятия, всего час. | 17 | 17 |
| в том числе: | | |

| | | |
|--|-------|-------|
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | | |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа , всего (час) | 55 | 55 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет | Зачет | Зачет |

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 1 | | | | | |
| Раздел 1. Введение. Высоковольтная изоляция | | | | | |
| Тема 1.1. Цифровая трансформация в электроэнергетике. Сквозные технологии. Тема 1.2. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередачи. Тема 1.3. Изоляция электрических машин. Изоляция силовых трансформаторов. | 6 | | | | 15 |
| Раздел 2. Изоляция силовых кабелей Тема 2.1. Типы кабелей. Классификация. Кабели со сшитым полиэтиленом. | 2 | | | | 15 |
| Раздел 3. Виды современной изоляции. Тема 3.1. Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов. Тема 3.2. Методы испытаний изоляции. Методы испытания электрической прочности изоляции. | 2 | | | | 8 |
| Раздел 4. Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений Тема 4.1. Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений Тема 4.2. Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Тема 4.3. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. | 7 | | | | 17 |
| Раздел 5. | | | | | |
| Итого в семестре: | 17 | | | | 55 |
| Итого | 17 | 0 | 0 | 0 | 55 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|---|
| Тема 1.1 | Понятие сквозных технологий. Виды сквозных технологий. Применение новейших технологий для безопасной эксплуатации современных электрических сетей и цифровых подстанций. Big Data — Электронные учебники, справочники «Искусственный интеллект» (Artificial Intelligence). Промышленный интернет (IIoT). Большие данные и интернет вещей в электроэнергетике. Технологии работы с большими данными. |
| Тема 1.2. | Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе. Основные понятия: изоляция, перенапряжение, виды разрядов, координация изоляции, изоляционные конструкции. Характеристика основных разделов дисциплины. Основные сведения о развитии и современном состоянии изоляции электроэнергетических систем и сетей. Изоляция распределительных устройств высокого напряжения. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств. Конструктивное выполнение распределительных устройств. Классификация изоляционных конструкций. Изоляция воздушных линий электропередачи. Виды изоляции линий. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки. Классификация изоляционных конструкций. |
| Тема 1.3. | Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ. Применение изоляции в основных типах ЭМ. Электроизоляционные материалы ЭМ. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ. Испытательное напряжение. Изоляция силовых трансформаторов. Внешняя и внутренняя изоляция. Частичные разряды. Электрическая прочность маслобарьерной изоляции. Особенности конструкций силовых трансформаторов. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях. Сухие трансформаторы |
| Тема 2.1. | Типы кабелей. Кабели с вязкой пропиткой. Маслонаполненные кабели. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией. Кабельные муфты. Кабели со сшитым полиэтиленом. Особенности конструкции. |
| Тема 3.1. | Применение элегазовой изоляции. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе. Элегазовые выключатели. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ). Применение вакуумной изоляции. Вакуумная изоляция. Разрядные напряжения. Вакуумные выключатели. |

| | |
|-----------|--|
| | Достоинства вакуумного выключателя. Отключение токов. Изоляция силовых конденсаторов. Процессы в многослойной изоляции. |
| Тема 3.2. | Сопротивление изоляции. Зависимость емкости изоляции от частоты. Методы испытания электрической прочности изоляции. |
| Тема 4.1. | Виды внутренних перенапряжений. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий. Перенапряжения при включении длинных линий. Перенапряжения при рассогласовании фаз. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей. Перенапряжения при отключении емкостных токов. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью. Феррорезонансные перенапряжения. Способы ограничения перенапряжений. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений. Коммутационный разрядник. |
| Тема 4.2. | Молниезащита оборудования станций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Защита от обратных перекрытий. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи. Защита подходов линии к подстанции. Молниезащита электрических машин высокого напряжения. Молниезащита воздушных линий. |
| Тема 4.3. | Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения. Установки для получения высоких переменных напряжений. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Перспективные направления в технике высоких напряжений. Дальнейшее совершенствование знаний по дисциплине. |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | | |
| Всего | | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | |
| Всего | | | | |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 1, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 35 | 35 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10 | 10 |
| Домашнее задание (ДЗ) | | |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 10 | 10 |
| Всего: | 55 | 55 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|---|--|
| | Лавров, Ю. А. Техника высоких напряжений: учебное пособие / Ю. А. Лавров, Н. Ф. Петрова. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. - 204 с. - ISBN 978-5-7782-4196-1. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1868894 | - |
| | Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений: учебник / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 262 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010565-9. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1086750 | - |
| | Стручалин, В. Г. Охрана труда и техника безопасности в электроустановках: учебное пособие / В. Г. Стручалин, Е. Ю. Нарусова. - Москва: РУТ (МИИТ), 2020. - 78 с. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1895106 | - |
| | Техника высоких напряжений: Учебник для вузов / И.М. Богатенков, Ю.Н.Бочаров, | - |

| |
|--|
| Н.И. Гумерова, Г.М. Иманов и др.; под ред Г.С. Кучинского. - СПб: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 2016 |
|--|

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|---|
| URL:http://194.226.30/32/book.htm | Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс] |
| URL:http://imin.urfu.ac.ru | Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс]. |
| URL:http://www.rsl.ru | Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. |
| URL:http://web.ido.ru | Электронная библиотека [Электронный ресурс]. |
| URL:http://gpntb.ru | Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]. |
| http://window.edu.ru/ | Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1 | Лекционная аудитория | |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|--|
| Зачет | Список вопросов к зачёту; Примерный перечень вопросов для тестов. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|---|
| «отлично» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и, по существу, излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код |
|-------|--|-----|
|-------|--|-----|

| | | |
|--|---------------------------------|------------|
| | | индикатора |
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Вопросы для зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета

| № п/п | Перечень вопросов для зачета | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1 | Сквозные цифровые технологии. Основные понятия. | ПК-2.Д.2 |
| 2 | Преимущества цифровых технологий. | |
| 3 | Применение новейших технологий для безопасной эксплуатации современных электрических сетей и цифровых подстанций. | |
| 4 | Big Data — электронные учебники, справочники. Искусственный интеллект» (Artificial Intelligence). Промышленный интернет (IIoT). Большие данные и интернет вещей в электроэнергетике. Технологии работы с большими данными. | |
| 5 | Искусственный интеллект» (Artificial Intelligence). Промышленный интернет (IIoT). | |
| 6 | Большие данные и интернет вещей в электроэнергетике. Технологии работы с большими данными. | |
| 7 | Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд. | |
| 8 | Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ. Испытательное напряжение. Виды изоляции линий. | |
| 9 | Изоляционные конструкции и воздушные промежутки. | |
| 10 | Классификация изоляционных конструкций. | |
| 11 | Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств. Конструктивное выполнение распределительных устройств. | |
| 12 | Конструктивное выполнение распределительных устройств. | |
| 13 | Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ. Применение изоляции в основных типах ЭМ. | |
| 14 | Электроизоляционные материалы ЭМ. | |
| 15 | Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд. | |
| 16 | Испытательное напряжение. Внешняя и внутренняя изоляция. | |
| 17 | Частичные разряды. | |
| 18 | Особенности конструкций силовых трансформаторов. | |
| 19 | Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях. | |
| 20 | Сухие трансформаторы. | |
| 21 | Изоляция силовых конденсаторов. | |
| 22 | Кабели с вязкой пропиткой. Маслонаполненные кабели. | |
| 23 | Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией. | |
| 24 | Кабельные муфты. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенности конструкции. | |
| 25 | Водный триинг. | |
| 26 | Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе. | |
| 27 | Элегазовые выключатели. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ). | |

| | |
|----|---|
| 28 | Вакуумная изоляция. Разрядные напряжения. |
| 29 | Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя. |
| 30 | Отключение токов. Процессы в многослойной изоляции. Кривая возвратного напряжения. |
| 31 | Сопротивление изоляции. Зависимость емкости изоляции от частоты. |
| 32 | Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$. Измерения $\operatorname{tg} \delta$. |
| 33 | Контроль сопротивления изоляции. Контроль емкости изоляции. |
| 34 | Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$. Измерения $\operatorname{tg} \delta$. |
| 35 | Методы испытания электрической прочности изоляции. |
| 36 | Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты. |
| 37 | Испытания изоляции грозowymi импульсами. |
| 38 | Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий. |
| 39 | Перенапряжения при включении длинных линий. Перенапряжения при рассогласовании фаз. |
| 40 | Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов. |
| 41 | Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений. |
| 42 | Коммутационный разрядник. |
| 43 | Высоконелинейные ограничители перенапряжений. |
| 44 | Защита от прямых ударов молнии. Защита от обратных перекрытий. |
| 45 | Защита от волн, набегающих с линии электропередачи. |
| 46 | Защита подходов линии к подстанции. |
| 47 | Молниезащита электрических машин высокого напряжения. |
| 48 | Молниезащита воздушных линий. |
| 49 | Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения. |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| | <p>Типовой тест промежуточной аттестации</p> <p>1. Почему дуговые перенапряжения весьма опасны для изоляции?</p> <p>а) Возможны большие разрушения из-за длительного действия электрической дуги</p> <p>б) Возникают большие токи замыкания на землю</p> <p>в) Перенапряжения достигают значений до (3-5) U_{ϕ}</p> <p>г) Перенапряжения представляют опасность для оборудования</p> | |

| | | |
|--|--|-----------------|
| | <p>близлежащих сетей</p> <p>2. Какие применяют источники испытательных напряжений?</p> <p>а) Каскадные испытательные трансформаторы б) Генераторы импульсных напряжений в) Генераторы импульсных токов г) Испытательные трансформаторы промышленной частоты</p> <p>3. Какой контроль изоляции проводится под рабочим напряжением?</p> <p>а) Измерение распределения напряжения по элементам гирлянды изоляторов б) Контроль состояния изоляторов с помощью тепловизоров в) Измерение ЧР г) Измерение $\text{tg}\delta$</p> <p>4. Для каких электрических полей характерен коронный разряд?</p> <p>а) Слабооднородных б) Однородных в) Резконеоднородных г) Квазиоднородных</p> <p>5. Чем объяснить высокую отключающую способность вакуумных выключателей?</p> <p>а) Способностью быстро восстанавливать свою электрическую прочность б) Возникновение разряда в них определяется практически только процессами на электродах и в значительной степени материалом и конфигурацией контактов в) Давление газа на межэлектродном расстоянии дугогасительного устройства весьма мало и лежит в пределах 0,01—0,2 кПа•см</p> <p>6. Каковы испытательные напряжения промышленной частоты силовых кабелей?</p> <p>а) $U_{\text{ном}}=10 \text{ кВ}$ $U_{\text{исп}}=30 \text{ кВ}$ б) $U_{\text{ном}}=6 \text{ кВ}$ $U_{\text{исп}}=16 \text{ кВ}$ в) $U_{\text{ном}}=10 \text{ кВ}$ $U_{\text{исп}}=25 \text{ кВ}$ г) $U_{\text{ном}}=6 \text{ кВ}$ $U_{\text{исп}}=20 \text{ кВ}$</p> <p>7. Чем можно обеспечить молниезащиту электрических машин?</p> <p>а) Подключением к шинам конденсаторов б) ОПН и вентильными разрядниками в) Кабельными вставками и реакторами г) Молниезащита линий на подходе к электрической машине</p> <p>8. Какие могут быть токи молнии и крутизна токов молнии?</p> <p>а) До 200 кА б) До 30 кА/мкс в) До 50 кА/мкс г) До 100 кА</p> <p>9. Какая из технологий цифровой экономики ориентирована на</p> | <p>ПК-2.Д.2</p> |
|--|--|-----------------|

| | | |
|--|--|--|
| | <p>формирование децентрализованных хранилищ данных?</p> <p>а) «большие данные»; б) беспроводная связь; в) блокчейн-технология; г) сенсорика.</p> <p>10 Какие преимущества предоставляют цифровые технологии по сравнению с традиционными форматами ведения экономической деятельности?</p> <p>а) возможность практически бесконечного воспроизведения информации без ущерба для качества; б) широкий диапазон типов информации, с которой работают цифровые технологии; в) высокая скорость передачи информации; г) высокая защищенность технологических и организационных инноваций.</p> <p>11 Какая технология считается частью четвертой промышленной революции?</p> <p>а) роботы на производстве; б) интернет вещей; в) термоядерный синтез; г) механизация производства.</p> <p>12 На что направлены технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) в энергетике?</p> <p>а) технологии VR больше направлены на помощь в решении задач непосредственно на объекте; б) технологии AR направлены исключительно на подготовку специалистов; в) технологии VR направлены больше на обучение, а технологии AR на непосредственную помощь специалистам на объекте; г) технологии VR и AR не используются в энергетической отрасли для работы специалистов.</p> | |
|--|--|--|

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- презентации;

Лекционный материал в полном объеме излагается в лекционной аудитории согласно расписанию. Для более полного и глубокого ознакомления студентов с материалами лекции, ее электронная версия размещается в Личном кабинете в разделе «Материалы».

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. Список вопросов (таблица 16) к промежуточной аттестации утверждается кафедрой и выдается студентам для ознакомления. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |