

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ЭФ

В.И. Полищук

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.11 «Техника высоких напряжений»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.02**

Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль, специализация): **Электроснабжение**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **заочная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	старший преподаватель	Е.В. Шипицына
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПП»	С.О. Хомутов
	руководитель направленности (профиля) программы	А.А. Грибанов

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования	ПК-1.1	Решает задачи по расчёту показателей функционирования объектов профессиональной деятельности
ПК-5	Способен выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения	ПК-5.4	Выбирает оборудование систем электроснабжения

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информационно-измерительная техника, Метрология, стандартизация и сертификация, Общая энергетика, Переходные процессы, Теоретические основы электротехники, Электрическая часть электростанций и подстанций, Электрические и электронные аппараты, Электрические машины, Электротехнические и конструкционные материалы, Электроэнергетические системы и сети
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Надежность электроснабжения, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Преддипломная практика, Системы электроснабжения, Электроснабжение

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	8	6	0	166	20

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: заочная

Семестр: 8

Лекционные занятия (8ч.)

1. Введение. Структура курса ТВН. Воздух - изоляционная среда.

Основные процессы ионизации в газе. Развитие разряда в однородном поле. Развитие разряда в неоднородном поле. Структура времени разряда. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,5,8,9] Проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния. Роль изоляции в работе энергосистем. Понятие "перенапряжение". Классификация перенапряжений.

Газообразные диэлектрики. Виды разрядов. Теория Таунсенда. Стримерная теория. Закон Пашена.

Разряды в резконеоднородном поле. Влияние полярности. Барьеры в резконеоднородном поле.

Структура времени разряда.

Решает задачи по расчёту параметров разрядов в электрических полях.

2. Разряд в газе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Коронный разряд на проводах линий электропередачи.

Испытательные установки и измерения на высоком напряжении. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,8,9,10] Разряд по чистой и загрязненной поверхности изоляторов. Корона на проводах при переменном напряжении. Методы уменьшения потерь на корону.

Способен участвовать в расчете разрядных напряжений вдоль поверхности изолятора. Решает задачи по расчёту напряжений перекрытия изоляторов по поверхности. Решает задачи по снижению потерь на корону.

Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования.

3. Изоляционные конструкции линий электропередач и подстанций. Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,10]

Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Линейные изоляторы. Изоляция воздушных линий электропередач.

2 Изоляция силовых кабелей высокого напряжения. Изоляция силовых конденсаторов. Изоляция силовых трансформаторов.

Способен выбирать целесообразные решения для проектирования систем электроснабжения. Выбирает устройства и аппараты для защиты оборудования от перенапряжений.

4. Перенапряжения в электроэнергетических установках. Молния, как источник грозовых перенапряжений. Внутренние перенапряжения и защита

от них {беседа} (2ч.)[1,4,11] Основные виды перенапряжений в сетях высокого напряжения. Молния, как источник грозových перенапряжений. Защитное действие молниеотвода. Внутренние перенапряжения и защита от них. Ограничение внутренних напряжений.

Способен участвовать в расчете молниезащиты объектов электроэнергетики. Решает задачи по расчёту молниезащиты и выбора ОПН.

Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения.

Выбирает оборудование систем электроснабжения для защиты от перенапряжений.

Лабораторные работы (6ч.)

1. Фрактальная модель дендритообразования при пробое диэлектриков. {работа в малых группах} (3ч.)[1,2,3,4] Компьютерное моделирование процесса пробоя диэлектрика.

Исследование влияния величины перенапряжения разрядного промежутка на развитие разряда.

Исследование влияния диэлектрического барьера на развитие разряда.

Исследование влияния положительно заряженного включения на развитие разряда.

Исследование влияния диэлектрического включения на развитие разряда.

2. Исследование электрических разрядов по поверхности твердого диэлектрика. {работа в малых группах} (3ч.)[1,3] Изучение разрядных напряжений по поверхности диэлектрика в неоднородном поле с преобладающей тангенциальной составляющей напряженности.

Изучение поверхностного разряда в неоднородном поле с большой нормальной составляющей напряженности.

Изучение влияния удельной поверхностной емкости на развитие разряда.

Самостоятельная работа (166ч.)

1. Подготовка к экзамену {тренинг} (9ч.)[1,2,8,10] Систематизация знаний, приобретенных в семестре

2. Подстанции сверхвысоких напряжений: 1150 кВ "Алтай", 500 кВ "Барнаульская" Ознакомление с назначением подстанций, их роль в электроснабжении Алтайского края, знакомство с электрической схемой и основным оборудованием подстанций. {творческое задание} (20ч.)[1,4,5,6,10,11] Роль подстанции "Алтай" в работе ЕЭС России. Линии связи напряжением 1150 и 500 кВ. Особенности работы длинных линий. Назначение реакторов. Конструктивные особенности оборудования на подстанциях 1150 и

500 кВ. Назначение подстанции "Барнаульская". Линии 220 кВ, связывающие подстанцию "Барнаульская" с подстанциями "Чесноковская", "Бийская", "Власихинская". Роль этого энергоузла в электроснабжении Алтайского края.

3. Развитие разряда в однородном поле. {«мозговой штурм»} (11ч.)[1,4,8,9,10]

Самостоятельное изучение теоретического материала по пробою диэлектриков. Теория Таунсенда. Условие самостоятельности разряда в однородном поле. Стримерная теория. Разрядное напряжение. Закон Пашена.

4. Развитие разряда в неоднородном поле. {творческое задание} (11ч.)[1,4,8,9,11]

Слабонеоднородные и резконеоднородные поля. Разряды в резконеоднородном поле. Влияние полярности. Искровой разряд в длинных воздушных промежутках. Лидерная стадия разряда.

Переход стримера в искровой разряд в длинных воздушных промежутках. Лидерная стадия разряда. Барьеры в резконеоднородном поле.

5. Время разряда. Структура времени разряда. Вольт – секундные характеристики. {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,4,5,10]

Статистическое время запаздывания. Время формирования разряда.

Решает задачи по расчёту параметров разрядов в электрических полях.

Минимальное импульсное (50 %) разрядное напряжение. Разрядное напряжение при времени разряда 2 мкс, Решает задачи по расчёту показателей прочности изоляции оборудования подстанций.

6. Разряд в газе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Разряд по увлажненной поверхности изолятора. {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,3,4,5,6,7]

Разряд по загрязненной поверхности изоляторов. Способен участвовать в расчете разрядных напряжений вдоль поверхности изолятора. Решает задачи по расчёту напряжений перекрытия изоляторов по поверхности.

7. Коронный разряд на проводах линий электропередачи. {творческое задание} (10ч.)[1,4,7,8,9,10]

Корона, как вид самостоятельного разряда. Корона на проводах при переменном напряжении.

Корона на проводах при постоянном напряжении. Потери на корону при переменном напряжении.

Методы уменьшения потерь на корону. Способен участвовать в расчете потерь на корону.

Решает задачи по снижению потерь на корону.

8. Испытательные установки и измерения на высоком напряжении. {творческое задание} (10ч.)[1,4,5,9,10]

Испытательные трансформаторы. Высоковольтные установки постоянного напряжения. Генераторы импульсных напряжений. Генераторы внутренних перенапряжения или генераторы коммутационных перенапряжений. Электростатические генераторы. Емкостные генераторы больших токов. Измерения на высоком напряжении.

9. Измерение импульсных токов. {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,7,9]

Измерения с помощью малоиндуктивных коаксиальных и петлевых шунтов. Измерения с помощью воздушного трансформатора, носящего название «пояса Роговского». Решает задачи по расчёту тока во вторичной цепи.

10. Электрическая прочность внутренней изоляции. {«мозговой штурм»}

(10ч.)[1,4,8,9,10] Пробой жидких диэлектриков. Виды пробоя жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Виды пробоя. Старение изоляции. Способен участвовать в расчете электрической прочности жидких и твердых диэлектриков.

11. Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения {«мозговой штурм»} (12ч.)[1,2,4] 1 Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Линейные изоляторы. Изоляция воздушных линий электропередач.

2 Изоляция силовых кабелей высокого напряжения. Изоляция силовых конденсаторов. Изоляция электрических машин высокого напряжения. Изоляция силовых трансформаторов.

12. Перенапряжения в электроэнергетических установках. {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,4,9] Общая характеристика перенапряжений и защита от них. Основные виды перенапряжений в сетях высокого напряжения.

Выбирает оборудование систем электроснабжения для защиты от перенапряжений.

13. Молния, как источник грозовых перенапряжений {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,4,8,9] Интенсивность грозовой деятельности. Защитное действие молниеотвода.

Особенности молниезащиты высоких объектов.

Заземления в электрических установках высокого напряжения.

Нелинейные ограничители перенапряжений. Грозозащита линий электропередачи.

Прямой удар молнии в линию без тросов. Прямой удар молнии в линию с тросами.

Рекомендуемые способы грозозащиты линий.

Грозозащита станций и подстанций

Дуговое замыкание на землю линии электропередачи

14. Внутренние перенапряжения и защита от них {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,4,8,10] Перенапряжение при отключении емкостей и ненагруженных линий

Перенапряжения при отключении индуктивностей

Резонансные перенапряжения

Ограничение внутренних напряжений

15. Выполнение контрольной работы.(10ч.)[1,8,9,10]

16. Подготовка к защите контрольной работы.(3ч.)[1,4,8,9,10]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Горелов, С.В. Изоляция и перенапряжения в системах электроснабжения : учебное пособие / С.В. Горелов, Л.Н. Татьянченко, С.О. Хомутов. - 2-е изд., стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - Ч. 1. - 117 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-6579-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430452>

2. Татьянченко, Л. Н. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь : учебно-методическое пособие : методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Изоляция и перенапряжения» для студентов специальности 140400 «Электроснабжение» всех форм обучения [Текст] / Л. Н. Татьянченко, В.И. Сташко; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 13 с. Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/Tatjanch_kitu.pdf

3. Татьянченко, Л. Н. Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика: : учебно-методическое пособие : методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Изоляция и перенапряжения» для студентов специальности 140400 «Электроснабжение» всех форм обучения [Текст] / Л. Н. Татьянченко, В.И. Сташко ; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 10 с. Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/Tatjanch_erpt.pdf.

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

4. Перенапряжение и молниезащита: водный транспорт : учебное пособие / Н.Н. Лизалек, О.А. Князева, К.С. Мочалин, Солнцев Г. Е. , Татьянченко Л. Н.; под ред. С.В. Горелов, В.П. Горелов. – 5-е изд. – МОМКВА ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 360 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 290-291. - ISBN 978-5-4475-5858-1 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364598> (10.12.2015).

5. Щеглов, Н. В. Современные виды изоляции : изоляция силовых конденсаторов : учебное пособие : [16+] / Н. В. Щеглов ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 116 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575623> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2876-4. – Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

6. Щеглов, Н. В. Современные виды изоляции : учебное пособие : [16+] / Н. В. Щеглов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – Часть 4. Изоляция силовых трансформаторов. – 88 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228782> (дата обращения: 20.04.2023). – ISBN 978-5-7782-1841-3. – Текст : электронный.

7. Щеглов, Н. В. Современные виды изоляции : учебное пособие : [16+] / Н. В. Щеглов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – Часть 3. Вакуумная изоляция. – 94 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228922> (дата обращения: 20.04.2023). – ISBN 978-5-7782-1549-8. – Текст : электронный.

8. Коробейников, С. М. Электрофизические процессы в газообразных, жидких и твердых диэлектриках : процессы в жидкостях : учебное пособие : [16+] / С. М. Коробейников. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 116 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228970> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр.: с. 113. – ISBN 978-5-7782-1397-5. – Текст : электронный.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

9. Куртенков, Г.Е. Высоковольтные испытания изоляции : учебное пособие / Г. Е. Куртенков. – Томск : Изд. ТПУ, 2010. - 91 с. - Режим доступа : Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource/971/77971>

10. Важов, В.Ф. Техника высоких напряжений : курс лекций для бакалавров направления "Электроэнергетика"/ В.Ф. Важов, В.А. Лавринович, С.А. Лопаткин. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006. - 119 с. – Режим доступа : Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource/113/57113>.

11. Электронная электротехническая библиотека [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/>.

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».