

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: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
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.	Общая энергетика, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Теоретические основы электротехники, Электрическая часть электростанций и подстанций, Электрические и электронные аппараты
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, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, 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	
очная	32	32	0	116	76

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Лекционные занятия (32ч.)**

**1. Введение. Структура курса ТВН. Воздух - изоляционная среда. {использование социальных проектов} (2ч.)[1,4,10]** Состояние энергетики России в настоящее время. Особенности энергосистемы России. Проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния. Роль изоляции в работе энергосистем. Понятие "перенапряжение". Классификация перенапряжений. Обоснование структуры курса ТВН. Газообразные диэлектрики. Виды разрядов.

**2. Основные процессы ионизации в газе. {беседа} (2ч.)[1,4,9,10]** Основные процессы ионизации в газе. Общие сведения. Ударная ионизация. Фотоионизация. Термическая ионизация. Поверхностная ионизация. Коэффициент ударной ионизации электронами. Электронная лавина.

Способен участвовать в расчете электрической прочности воздуха и других газов, используемых для функционирования технологического электрооборудования.

**3. Развитие разряда в однородном поле. Способен участвовать в расчете показателей однородных полей. {беседа} (2ч.)[1,7,8,10]** Развитие разряда в однородном поле. Теория Таунсенда. Условие самостоятельности разряда в однородном поле. Стримерная теория. Разрядное напряжение. Закон Пашена. Решает задачи по расчёту показателей однородных электрических полей.

**4. Развитие разряда в неоднородном поле. Способен участвовать в расчете характеристик электрических полей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,7,8,10]** Слабонеоднородные и резконеоднородные поля. Разряды в резконеоднородном поле. Влияние полярности. Решает задачи по расчёту характеристик электрических полей.

**5. Развитие разряда в неоднородном поле. Искровой разряд в длинных воздушных промежутках. Лидерная стадия разряда. Способен участвовать в расчете показателей электрических полей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,9,10]** Переход стримера в искровой разряд в длинных воздушных промежутках. Лидерная стадия разряда. Барьеры в резконеоднородном поле. Решает задачи по расчёту показателей функционирования барьеров.

**6. Время разряда. Структура времени разряда. {беседа} (2ч.)[1,4]** Структура времени разряда. Статистическое время запаздывания. Время формирования разряда.

Решает задачи по расчёту параметров разрядов в электрических полях.

Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования.

**7. Вольт – секундные характеристики. Способен участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,9,10]** Вольт – секундные характеристики.

Минимальное импульсное (50 %) разрядное напряжение.

Разрядное напряжение при времени разряда 2 мкс.

Решает задачи по расчёту показателей прочности изоляции оборудования подстанций.

**8. Разряд в газе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Меры, предотвращающие перекрытия по поверхности изоляторов вследствие их загрязнения. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,9,10]** Разряд в газе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Разряд по увлажненной поверхности изолятора.

Разряд по загрязненной поверхности изоляторов. Способен участвовать в расчете разрядных напряжений вдоль поверхности изолятора. Решает задачи по расчёту напряжений перекрытия изоляторов по поверхности. Решает задачи повышения прочности изоляторов при перекрытии по поверхности вследствие их загрязнения.

**9. Коронный разряд на проводах линий электропередачи. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4]** 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.

**10. Испытательные установки и измерения на высоком напряжении.(2ч.)[1,5,6,8,9]** 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.

**11. Измерение импульсных токов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,9,10]** Измерение импульсных токов. 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.

**12. Электрическая прочность внутренней изоляции. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,9,10]** Электрическая прочность внутренней изоляции. Пробой жидких диэлектриков. Виды пробоя жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Виды пробоя. Старение изоляции. Способен участвовать в расчете электрической прочности жидких и твёрдых диэлектриков.

**13. Изоляционные конструкции линий электропередач и подстанций.**

**Изоляционные конструкции оборудования высокого напряжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,9]** Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Линейные изоляторы. Изоляция воздушных линий электропередач. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения. Изоляция силовых конденсаторов. Изоляция электрических машин высокого напряжения. Изоляция силовых трансформаторов.

Выбирает оборудование систем электроснабжения.

**14. Перенапряжения в электроэнергетических установках. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4]** Общая характеристика перенапряжений и защита от них. Основные виды перенапряжений в сетях высокого напряжения. Преломление и отражение волн в узловых точках линии

Искажение волн на линиях с потерями в земли. Искажение и затухание грозовых волн под действием импульсной короны.

Выбирает оборудование систем электроснабжения для защиты от перенапряжений.

**15. Молния, как источник грозовых перенапряжений. Грозозащита линий электропередачи.**

**Грозозащита станций и подстанций.**

**Заземления в электрических установках высокого напряжения.**

**Нелинейные ограничители перенапряжений. {беседа} (2ч.)[1,4,8]**

Интенсивность грозовой деятельности. Защитное действие молниеотвода.

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.

Особенности молниезащиты высоких объектов.

Заземления в электрических установках высокого напряжения.

Нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН).

Выбирает оборудование систем электроснабжения для защиты от атмосферных перенапряжений.

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

**16. Внутренние перенапряжения и защита от них. {беседа} (2ч.)[4,5,9]**

Перенапряжение при отключении емкостей и ненагруженных линий.

Перенапряжения при отключении индуктивностей.

Резонансные перенапряжения.

Ограничение внутренних напряжений.

Выбирает оборудование систем электроснабжения для защиты от атмосферных перенапряжений.

### **Лабораторные работы (32ч.)**

- 1. Фрактальная модель дендритообразования при пробое диэлектриков. {работа в малых группах} (4ч.)[1,4]** Изучение разрядов в резконеоднородных полях при изменении приложенного напряжения, при наличии барьера с различной диэлектрической проницаемостью, изучение влияния на разряд заряженного включения, изучение влияния неоднородности диэлектрика. Определение параметров изоляторов, изоляционных конструкций.
- 2. Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,4]** Исследование разрядов по поверхности твердого диэлектрика в режиме работы опорного изолятора и проходного изолятора. Изучение влияния удельной поверхностной ёмкости на развитие разряда. Определение параметров изоляторов, изоляционных конструкций.
- 3. Диэлектрические потери в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь {работа в малых группах} (4ч.)[1,2]** Высоковольтная изоляция. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь. Приобретение навыков контроля изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь. Определение параметров изоляторов, изоляционных конструкций.
- 4. Генератор импульсных напряжений. {работа в малых группах} (4ч.)[1,2,3,6,10]** Назначение установки. Изучение работы схемы генератора импульсных напряжений. Способы изменения параметров выходного импульса.
- 5. Каскадный генератор {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,5,6,7]** Назначение установки. Принципиальная схема удвоения и выпрямления напряжения. Работа первой ступени. Форма напряжения на выходе.
- 6. Определение потерь в высоковольтном кабеле. {работа в малых группах} (4ч.)[1,4,6,8]** Ознакомиться с конструкцией высоковольтного маслонаполненного кабеля низкого давления. Определить потери в жиле кабеля и в изоляции. Сравнить их и сделать выводы.
- 7. Экскурсия на подстанцию 500 кВ Барнаульская. {экскурсии} (4ч.)[1,3,5,6,7,8]** Ознакомление с назначением подстанции "Барнаульская" 500 кВ, её ролью в электроснабжении Алтайского края, знакомство с электрической схемой и основным оборудованием подстанции.
- 8. Экскурсия на подстанцию 1150 кВ "Алтай". {экскурсии} (4ч.)[4,5,6,7]** Ознакомление с назначением подстанции "Алтай" 1150 кВ, со схемой подстанции, её ролью в электроснабжении Алтайского края, знакомство с электрической схемой и основным оборудованием подстанции.

### **Самостоятельная работа (116ч.)**

- 1. Подготовка к экзамену. {творческое задание} (36ч.)[1,4]** Систематизация знаний, приобретенных в семестре.
- 2. Подготовка к текущим занятиям, самостоятельное изучение материала.**



**{творческое задание} (40ч.)[1,4,8,9,10]** Закрепление материала изученного на лекциях.

Подготовка к лабораторным работам. Изучение правил техники безопасности при работа на установках высокого напряжения.

**3. Подготовка к текущему контролю успеваемости. {творческое задание} (40ч.)[1,4,5,6,7,8,9,10]** Подготовка к текущему контролю успеваемости (аттестации № 1 и № 2 в семестре).

## **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](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](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. 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.

8. 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.

## 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>.

## 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.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
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. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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».