

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«_____» _____ 20____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.09 Техника высоких напряжений
на 216 часа(ов), 6 зачетных(ые) единиц(ы)
для направления подготовки (специальности) 13.03.02 - Электроэнергетика и
электротехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
«_____» _____ 20____ г. №_____

Профиль – Электроснабжение (для набора 2022)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Формирование у студентов комплекса представлений об электрофизических процессах, которые лежат в основе работы различных электротехнических и электротехнологических устройств. В результате ее изучения студенты должны усвоить теоретические сведения и приобрести навыки расчета характеристик электрических разрядов в различных средах, основы взаимодействия электрического поля с материальной средой, закономерности поведения электрических аэрозолей и электрической изоляции в сильных электрических полях.

Задачи изучения дисциплины:

изучение особенностей изоляции высоковольтного оборудования и явлений, возникающих при воздействии на него сильных электрических полей, перенапряжений, и защиты от них, способов получения и измерения высоких напряжений;

формирование умения анализировать волновые процессы в линиях электропередачи, расчета и выбора элементов защиты высоковольтного электрооборудования, использовать уравнения, описывающие поведение заряженных частиц в электрических и магнитных полях;

формирование навыков подбора элементов защиты высоковольтного оборудования, работы с высоковольтным испытательным оборудованием.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Высшая математика», «Электроснабжение». Дисциплина изучается в 6 и 7 семестре.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы), 216 часов.

Виды занятий	Семестр 6	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость			216
Аудиторные занятия, в т.ч.	48	68	116
Лекционные (ЛК)	16	34	50
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0

Лабораторные (ЛР)	32	34	66
Самостоятельная работа студентов (СРС)	24	40	64
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ПК-1	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	Знать: способы сбора и анализа данных для проектирования Уметь: составлять конкурентно-способные варианты технических решений Владеть: навыками сбора и анализа данных для проектирования
ПК-1	ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД	Знать: методы технико-экономических сравнений выбора уровня напряжения Уметь: решать типовые технико-экономические задачи Владеть: владеть навыками технико-математических расчетов на ЭВМ
ПК-2	ПК-2.1. Подготавливает раздел предпроектной документации на основе типовых технических	Знать: основные требования проектной документации для объекта профессиональной

	решений.	деятельности Уметь: составлять проектную документацию на ЭВМ Владеть: владеть навыками чтения проектно-технической документации
ПК-2	ПК-2.2. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знать: взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации Уметь: проектировать высоковольтные подстанции Владеть: навыками работ на высоковольтных распределительных устройствах

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Электрофизические процессы	Электрофизические процессы в газовой изоляции . Развитие электрического разряда в газах. Коронный разряд. Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика. Разрядные напряжения промежутков в газе.	72	16	0	32	24
	1.2	Атмосферное электричество и физика диэлектриков	Основы физики плазмы и плазмохимических технологий. Основы взаимодействия сильных электрических полей с диспергированными	108	34	0	34	40

			материалами. Атмосферное электричество и физика молнии. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков.					
Итого				180	50	0	66	64

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Электрофизические процессы в газовой изоляции . Развитие электрического разряда в газах. Коронный разряд. Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика. Разрядные напряжения промежутков в газе.	1 Электрофизические процессы в газовой изоляции Общая характеристика газовой изоляции Упругие и неупругие соударения частиц Процессы возбуждения молекул (атомов) газа Процессы диссоциации молекул газа Процессы ионизации атомов и молекул газа Процессы в газе с захватом и отрывом электронов Процессы рекомбинации в газе электронов и ионов Процессы в газе с участием фотонов Характеристики коллективного движения заряженных частиц в газе Процессы на электродах и вблизи них при электрическом разряде в газах Процессы на поверхности диэлектриков и вблизи них при электрическом разряде в газах 2 Развитие электрического разряда в газах Классификация электрических разрядов Лавинная форма электрического разряда Стримерный механизм развития разряда Лидерный механизм развития разряда Пробой газовых	16

			<p>промежутков Обратный разряд 3 Коронный разряд Формы коронного разряда Униполярный коронный разряд Биполярный коронный разряд Коронный разряд при переменном напряжении Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи 4 Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика в однородном или слабонеоднородном электрическом поле Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика в резко неоднородном электрическом поле Разряд в воздухе вдоль загрязненной и увлажненной поверхности твердого диэлектрика 5 Разрядные напряжения промежутков в газе Основные факторы, влияющие на разрядные напряжения в газовых промежутках Разрядное напряжение промежутков небольшой длины при постоянном напряжении Разрядное напряжение воздушных промежутков при промышленной частоте Разрядное напряжение воздушных промежутков при напряжениях повышенной частоты Разрядные напряжения воздушных промежутков при импульсном напряжении Развитие разряда в длинных воздушных промежутках при импульсных напряжениях Разрядные напряжения промежутков в элегазе Электрическая прочность вакуумных промежутков</p>	
1.2	<p>Основы физики плазмы и плаз мохимических технологий. Основы взаим одействия сильных электрических полей с диспе ргированными</p>	<p>6 Основы физики плазмы и плазмохимических технологий Основы физики плазмы. Определение плазмы и ее основные свойства Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях Уравнения движения плазмы в электрическом и магнитном полях Проводимость плазмы Особенности частично ионизированной низкотемпературной газоразрядной</p>	34	

<p>материалами. Атмосферное электричество и физика молнии. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков.</p>	<p>плазмы Плазмохимические процессы в низкотемпературной плазме Общая характеристика Химические реакции в газоразрядной плазме Плазмохимические процессы при взаимодействии газоразрядной плазмы с поверхностью электродов и диэлектриков 7 Основы взаимодействия сильных электрических полей с диспергированными материалами Сильные электрические поля в технологических процессах Зарядка частиц Электрическая сила, действующая на частицу в поле коронного разряда Движение частиц в электрическом поле и потоке воздуха Осаждение частиц Коллективные процессы в заряженном аэрозоле Технические применения сильных электрических полей 8 Атмосферное электричество и физика молнии Электрические явления в атмосфере Характеристики безоблачной атмосферы Образование и классификация облаков Механизмы электризации частиц в облаках Электрические характеристики облаков Электрические процессы при развитии грозового облака Молния. Общая характеристика грозовой деятельности 9 Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери Виды поляризации. Основные соотношения Поляризация в постоянном электрическом поле Поляризация в переменном электрическом поле Диэлектрическая проницаемость композиционных диэлектриков Миграционная поляризация Диэлектрические потери 10 Электропроводность жидких и твердых диэлектриков Общие сведения об электропроводности жидких диэлектриков Ионная и катафоретическая проводимости жидких диэлектриков в слабых полях</p>
---	--

			<p>Электропроводность жидких диэлектриков в сильных полях</p> <p>Явления, сопровождающие протекание тока в жидком диэлектрике Особенности протекания тока в тонких слоях жидких диэлектриков в комбинированной изоляции</p> <p>Ионная проводимость твердых диэлектриков</p> <p>Электронная проводимость твердых диэлектриков</p> <p>11 Пробой жидких диэлектриков</p> <p>Основные экспериментальные закономерности пробоя жидких диэлектриков</p> <p>Механизмы пробоя жидких диэлектриков</p> <p>12 Электрогидравлический эффект</p> <p>Пробой твердых диэлектриков</p> <p>Основные экспериментальные закономерности пробоя твердых диэлектриков</p> <p>Электрический пробой твердых диэлектриков</p> <p>Тепловой пробой твердых диэлектриков</p> <p>Понятие о частичных разрядах</p> <p>Основные характеристики частичных разрядов</p> <p>Частичные разряды при переменном напряжении</p> <p>Зависимость напряжения частичных разрядов от толщины диэлектрика</p> <p>Частичные разряды при постоянном напряжении</p> <p>Изменение электрической прочности твердых диэлектриков при длительном воздействии напряжения</p>	
--	--	--	---	--

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Электрофизич	Электрофизические процессы в	32

		еские процессы	газовой изоляции. Развитие электрического разряда в газах. Коронный разряд. Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика. Разрядные напряжения промежутков в газе.	
	1.2	Атмосферное электричество и физика диэлектриков	Основы физики плазмы и плазмохимических технологий. Основы взаимодействия сильных электрических полей с диспергированными материалами. Атмосферное электричество и физика молнии. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков.	40

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	1) Характеристики коллективного движения заряженных частиц в газе 2) Процессы на электродах и вблизи них при электрическом разряде в газах 3) Процессы на поверхности диэлектриков и вблизи них при электрическом разряде в газах 4) Лидерный механизм развития разряда 5) Пробой газовых промежутков 6) Обратный разряд 7) Биполярный коронный разряд 8) Коронный разряд при переменном напряжении 9) Коронный разряд на проводах воздушных линий	Составление конспекта	24

		<p>электропередачи 10) Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика в резко неоднородном электрическом поле 11) Разряд в воздухе вдоль загрязненной и увлажненной поверхности твердого диэлектрика 12) Развитие разряда в длинных воздушных промежутках при импульсных напряжениях 13) Разрядные напряжения промежутков в элегазе 14) Электрическая прочность вакуумных промежутков 15) Химические реакции в газоразрядной плазме</p>		
	1.2	<p>1) Плазмохимические процессы при взаимодействии газоразрядной плазмы с поверхностью электродов и диэлектриков 2) Коллективные процессы в заряженном аэрозоле 3) Технические применения сильных электрических полей 4) Электрические характеристики облаков 5) Электрические процессы при развитии грозового облака 6) Молния. Общая характеристика грозовой деятельности 7) Диэлектрическая проницаемость композиционных диэлектриков 8) Миграционная поляризация 9) Диэлектрические потери 10) Особенности</p>	Составление конспекта	40

	<p>протекания тока в тонких слоях жидких диэлектриков в комбинированной изоляции 11) Ионная проводимость твердых диэлектриков 12) Электронная проводимость твердых диэлектриков 13) Зависимость напряжения частичных разрядов от толщины диэлектрика 14) Частичные разряды при постоянном напряжении 15) Изменение электрической прочности твердых диэлектриков при длительном воздействии напряжения</p>	
--	---	--

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Ларионов, Владимир Петрович. Техника высоких напряжений : учебник для техникумов / Ларионов Владимир Петрович, Базуткин Виталий Васильевич, Сергеев Юрий Георгиевич; под ред. В.П. Ларионова. - Москва : Энергоиздат, 1982. - 296 с. : ил. - 0-65.

2. Техника высоких напряжений : учебник / Дмоховская Лидия Федоровна. [и др.]; под ред. Д.В. Разевига. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергия, 1976. - 488с. : ил. - 1-42.

3. Борисоглебский, Петр Васильевич. Техника высоких напряжений : учебник / Борисоглебский Петр Васильевич, Дмоховская Лидия Федоровна, Ларионов Владимир Петрович; под ред. Д.В. Разевига. - Москва ; Ленинград : Энергия, 1964. - 472с. : ил. - 1-57.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Осадченко, Валерий Харитонович. Электротехника: фильтры высоких и низких частот : Учебное пособие / Осадченко Валерий Харитонович; Осадченко В.Х. - отв. ред. - М. :

Издательство Юрайт, 2017. - 80. - (Университеты России). - ISBN 978-5-9916-9936-5 : 20.48.
<https://www.biblio-online.ru/book/145932CF-1F87-46BA-9733-7B8BE72CBC9D>

2. Бочаров, Юрий Николаевич. Техника высоких напряжений : Учебное пособие / Бочаров Юрий Николаевич; Бочаров Ю.Н., Дудкин С.М., Титков В.В. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 264. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-00521-9 : 104.01.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Алиев, Исмаил Ибрагимович. Электротехника и электрооборудование : справ. / Алиев Исмаил Ибрагимович. - Москва : Высшая школа, 2010. - 1199 с. : ил. - ISBN 978-5-06-005898-7 : 2800-00.

2. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98 / под ред. Б.Н. Неклепаева. - Москва : ЭНАС, 2008. - 144с. : ил. - (Правила и инструкции). - ISBN 978-5-93196-874-2 : 454-00.

3. Лазарева, Светлана Валерьевна. Электротехника и электроника : учеб. пособие : Ч. 1 / Лазарева Светлана Валерьевна, Шойванов Юрий Ринчинович, Дейс Данил Александрович. - Чита : ЧитГУ, 2009. - 148с. - ISBN 978-5-9293-0478-1 : б/ц.

5.2.2. Издания из ЭБС

1. Осадченко, Валерий Харитонович. Электротехника: фильтры высоких и низких частот : Учебное пособие / Осадченко Валерий Харитонович; Осадченко В.Х. - отв. ред. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 80. - (Университеты России). - ISBN 978-5-9916-9936-5 : 20.48.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
ЭБС «Троицкий мост»; Договор № 223 П/17-121 от 02.05.2017г.	https://www.trmost.ru
ЭБС «Лань»; Договор № 223/18-41 от 05.04.2018г.	https://www.e.lanbook.ru
ЭБС «Юрайт»; Договор № 223/18-37 от 30.03.2018г.	https://www.biblio-online.ru
ЭБС «Консультант студента»; Договор № 223/18-13 от 06.03.2018г.	https://www.studentlibrary.ru

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, АБВУУ FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

- 1) Autodesk 3DS Max
- 2) Corel Draw
- 3) АИБС "МегаПро"
- 4) Аскон Компас-3D V15 Проектирование в строительстве и архитектуре
- 5) Аскон Компас-3D V15 Проектирование и конструирование в машиностроении
- 6) Киностудия Windows Live
- 7) СПС "Консультант Плюс"

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Лекционные занятия предполагают систематизированное изложение основных вопросов дисциплины. Они позволяют дать больший объем информации и обеспечить более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов при самостоятельном изучении материала. В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

Углубление и закрепление теоретических знаний и их проверка проходят во время

практических занятий. Они проводятся после изучения больших по содержанию тем и разделов. Базируясь на полученных знаниях, навыках и умениях, — метод практических работ обеспечивает углубление, закрепление и конкретизацию приобретенных знаний. Формируя способы научного анализа теоретических положений, укрепляет связь теории и практики в учебном процессе и жизни. Он вооружает студентов комплексными, интегрированными навыками и умениями, необходимыми в производственной деятельности. Практические работы носят характер учебно-тренировочных. При их выполнении можно пользоваться справочным материалом.

Самостоятельная работа Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- исследовательскую.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках курса:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. Можно отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗабГУ, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Разработчик/группа разработчиков:
Роман Викторович Горбунов

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20__ г.