



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


Н.И. Игнатьев
(подпись)

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента энергетических систем


К.А. Штым
(подпись)
22 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электротехническое оборудование последнего поколения

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Организация и управление инжинирингом электроэнергетических систем
Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 1
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы не предусмотрены
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 54 час.
зачет 1 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №147.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от 22 декабря 2021 г. №3.

Директор департамента
Составители: ст. преподаватель
ст. преподаватель

К.А. Штым
А.С. Луференко
Н.И. Игнатьев

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является получение знаний о конструктивных особенностях, правилах эксплуатации современного оборудования подстанций и основных направлениях его совершенствования.

Задачи дисциплины:

- правильное понимание возможностей нового силового оборудования подстанций;
- грамотное функциональное применение элегазового оборудования;
- грамотное использование цифровых (микропроцессорных) терминалов в устройствах защиты и автоматики.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-6 – Способен к проведению исследований и испытаний объектов профессиональной деятельности	ПК-6.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности
		ПК-6.2 – Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности
		ПК-6.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-6.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности	Знает определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности
	Умеет анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения
	Владеет навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности
ПК-6.2 – Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности	Знает отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности
	Умеет предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности
	Владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности
ПК-6.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности	Знает методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности
	Умеет осуществлять оценку эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности
	Владеет навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Форма обучения – очная.

Виды учебных занятий и работы обучающегося, а также структура дисциплины приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Раздел 1. Общие требования к оборудованию	1	2	-	8	-	54	-	зачёт
2	Раздел 2. Силовые трансформаторы	1	2	-	8				
3	Раздел 3. Коммутационные аппараты	1	6	-	4				
4	Раздел 4. Измерительные трансформаторы	1	4	-	8				
5	Раздел 5. Элегазовые комплектные распределительные устройства	1	4	-	8				
Итого:		1	18	-	36	-	54	-	зачёт

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 часов)

Раздел 1. Общие требования к оборудованию (2 часа)

Тема 1. Общие технические требования к подстанциям 110-750 кВ нового поколения (1 час)

Общие технические требования. Основное электрооборудование. Главная схема электрических соединений. Схема собственных нужд,

оперативный ток, кабельная сеть. Системы АСУ ТП, РЗА и ПА, АСКУЭ и связи. Строительная часть подстанции. Ремонт, техническое и оперативное обслуживание. Нормативно-методическое сопровождение.

Раздел 2. Силовые трансформаторы (1 час)

Тема 2. Конструктивные элементы силовых трансформаторов (2 часа)

Трехфазные силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Конструктивные особенности трансформаторов и автотрансформаторов. Транспортировка трансформаторов. Сухие трансформаторы. Область применения и конструктивные особенности сухих трансформаторов. Элегазовые трансформаторы.

Раздел 3. Коммутационные аппараты (6 часов)

Тема 3. Вакуумные выключатели (2 часа)

Конструктивные особенности вакуумных выключателей на разные классы напряжения. Гашение дуги в вакууме. Коммутационная способность выключателей. Анализ повреждаемости выключателей 220 кВ и ниже.

Тема 4. Элегазовые выключатели (2 часа)

Конструктивные особенности элегазовых выключателей на разные классы напряжения. Климатические исполнения и категория размещения. Смеси газов для аппаратов при эксплуатации в районах с холодным климатом. Компактное распределительное устройство ДТС. Анализ повреждаемости выключателей 110-500 кВ.

Занятие 5. Анализ повреждаемости выключателей различного типа 35-500 кВ, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (2 часа)

1. Анализ повреждаемости масляных выключателей.
2. Анализ повреждаемости воздушных выключателей.
3. Анализ повреждаемости вакуумных выключателей.

4. Анализ повреждаемости элегазовых выключателей.
5. Обсуждение результатов расчетов.

Раздел 4. Измерительные трансформаторы (4 часа)

Тема 5. Трансформаторы тока и напряжения, с использованием активного метода обучения «лекция-пресс-конференция» (2 часа)

Назначение, технические характеристики и устройство трансформаторов тока и напряжения, установленных на подстанциях «Русская», «Патрокол», «Владивосток». Указания по эксплуатации и безопасности. Порядок допуска к осмотру, ремонту, испытаниям. Техническое обслуживание. Требования пожарной безопасности. Назначение, устройство и технические данные емкостного трансформатора напряжения. Указания по безопасности. Порядок допуска к осмотру, ремонту, испытаниям. Техническое обслуживание. Требования пожарной безопасности.

Тема 6. Ограничители перенапряжения, с использованием активного метода обучения «лекция-пресс-конференция» (2 часа)

Назначение и технические данные ограничителей перенапряжения нелинейных (ОПН) типа PEXLIM и EXLIM. Порядок выбора. Указания по безопасности. Порядок допуска к осмотру, ремонту, испытаниям. Техническое обслуживание. Требования пожарной безопасности. Прибор диагностики ОПН типа LCM и счётчик импульсов разрядного тока типа EXCOUNT-A.

Раздел 5. Элегазовые комплектные распределительные устройства (4 часа)

Тема 7. Комплектные распределительные устройства (2 часа)

КРУ наружной и внутренней установки. Основные области применения КРУЭ. Разъединитель-заземлитель. Быстродействующий заземлитель. Смотровое устройство micro «Vendo-score». Проходной изолятор SF6-

воздух. Кабельная муфта КРУЭ. Элегазовый выключатель нагрузки. Металлооксидный ограничитель перенапряжения (ОПН) КРУЭ. Шины КРУЭ 220 кВ. Опыт эксплуатации КРУЭ на подстанции «Зеленый угол».

Тема 8. Эксплуатация и диагностика элегазового оборудования (2 часа)

Система диагностики и контроля элегазового оборудования. Процессы в отсеках КРУЭ при возникновении в них внутренней дуги и система мер защиты от ее воздействий. Электронно-оптические системы дистанционного осмотра и оперативного контроля оборудования. Аппаратура для текущей эксплуатации элегазового оборудования.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 часов)

Раздел 1. Общие требования к оборудованию (8 часов)

Занятие 1. Сроки ремонта электрооборудования, объем технического и оперативного обслуживания (8 часов)

1. Сроки ремонта, объем технического и оперативного обслуживания силовых трансформаторов (автотрансформаторов).
2. Сроки ремонта, объем технического и оперативного обслуживания коммутационной аппаратуры.
3. Сроки ремонта, объем технического и оперативного обслуживания электрических аппаратов.
4. Сроки ремонта, объем технического и оперативного обслуживания токоведущих частей.

Раздел 2. Силовые трансформаторы (8 часов)

Занятие 2. Конструкции силовых трансформаторов (8 часа)

1. Изучение электрической схемы силового трансформатора с высшим напряжением 500, 220, 110 кВ.

2. Изучение конструктивных особенностей автотрансформаторов с высшим напряжением 500, 220 кВ.

3. Изучение конструктивных особенностей сухих трансформаторов.

4. Особенности сердечников из аморфных магнитных материалов.

Раздел 3. Коммутационные аппараты (4 часа)

Занятие 3. Анализ повреждаемости выключателей различного типа 35-500 кВ, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (4 часа)

1. Анализ повреждаемости масляных выключателей.

2. Анализ повреждаемости воздушных выключателей.

3. Анализ повреждаемости вакуумных выключателей.

4. Анализ повреждаемости элегазовых выключателей.

Раздел 4. Измерительные трансформаторы (8 часов)

Занятие 4. Ограничители перенапряжения нелинейные (8 часов)

1. Назначение, конструкция, технические данные и область применения нелинейных ограничителей перенапряжения ОПН отечественного производства.

2. Назначение, конструкция, технические данные и область применения нелинейных ограничителей перенапряжения типа PEXLIM P192-ХМ245.

3. Назначение, конструкция, технические данные и область применения нелинейных ограничителей перенапряжения типа EXLIM.

4. Указания по безопасности. Порядок допуска к осмотру, ремонту, испытаниям. Техническое обслуживание. Требования пожарной безопасности.

5. Прибор диагностики ОПН типа LCM и счётчик импульсов разрядного тока типа EXCOUNT-A.

Раздел 5. Элегазовые комплектные распределительные устройства (8 часов)

Занятие 5. Комплектные распределительные устройства (КРУЭ) подстанции 220 кВ, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (8 часов)

1. Изучение электрической схемы КРУЭ 220 кВ.
2. Коммутационное оборудование КРУЭ.
3. Эксплуатация КРУЭ.
4. Диагностика элегазового оборудования.

Самостоятельная работа (54 часа)

Раздел 1. Общие требования к оборудованию (12 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.

Раздел 2. Силовые трансформаторы (12 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 1-6).

Раздел 3. Коммутационные аппараты (6 часа)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 7-15).

Раздел 4. Измерительные трансформаторы (12 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 16-23).

Раздел 5. Элегазовые комплектные распределительные устройства (12 часов)

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.

2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 24-30).

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электротехническое оборудование последнего поколения» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде тем/разделов дисциплины. Типовые вопросы для подготовки конспекта создают условия для более глубокого изучения электротехнического оборудования современных подстанций.

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного конспекта. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Изложение в конспекте должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Материалы конспекта должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Конспект выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8- 10 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при написании конспекта или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в написании конспекта или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в тексте, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Общие требования к оборудованию. Раздел 2. Силовые трансформаторы	ПК-6.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности и	Знает определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности	3,5 недели – блиц-опрос на лекции	Зачет. Вопросы 1-6 перечня типовых вопросов к зачёту
			Умеет анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения		
			Владеет навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной		

			деятельности		
		ПК-6.2 – Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности	Знает отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности		
			Умеет предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности		
			Владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности		
		ПК-6.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности	Знает методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности		
			Умеет осуществлять оценку эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности		
			Владеет навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности		
2	Раздел 3. Коммутационные аппараты	ПК-6.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности	Знает определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности	3, 5, 7, 9, 11, 13 недели – блиц-опрос на лекции	Зачет. Вопросы 7-15 перечня типовых вопросов к зачёту
			Умеет анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения		
			Владеет навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности		

		<p>ПК-6.2 – Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности</p>	<p>Знает отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p>		
			<p>Умеет предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности</p>		
			<p>Владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности</p>		
		<p>ПК-6.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p>	<p>Знает методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p>		
			<p>Умеет осуществлять оценку эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p>		
			<p>Владеет навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p>		
3	Раздел 4. Измерительные трансформаторы	<p>ПК-6.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Знает определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности</p>	3, 5, 7, 9, 11, 13 недели – блиц-опрос на лекции	Зачет. Вопросы 16-23 перечня типовых вопросов к зачёту
			<p>Умеет анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения</p>		
			<p>Владеет навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности</p>		
		<p>ПК-6.2 – Внедряет инновационные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности</p>	<p>Знает отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p>		

		<p>ные технологии отечественной и зарубежной разработки в сферу профессиональной деятельности и</p>	<p>достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>Умеет предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности</p> <p>Владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности</p>		
		<p>ПК-6.3 – Оценивает эффективность применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности и</p>	<p>Знает методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p> <p>Умеет осуществлять оценку эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p> <p>Владеет навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сферу профессиональной деятельности</p>		
4	<p>Раздел 5. Элегазовые комплекты распределительные устройства</p>	<p>ПК-6.1 – Анализирует и прогнозирует состояние объектов профессиональной деятельности и</p> <p>ПК-6.2 – Внедряет инновационные технологии отечественн</p>	<p>Знает определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности</p> <p>Умеет анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения</p> <p>Владеет навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности</p> <p>Знает отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции</p>	<p>3,5,7,9,11,13 недели – блиц-опрос на лекции, проверка конспектов лекций</p>	<p>Зачет. Вопросы 24-30 перечня типовых вопросов к зачёту</p>

		ой и зарубежной разработки в сферу профессиона льной деятельност и	развития технологий в области профессиональной деятельности		
			Умеет предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности		
			Владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности		

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Электроника: электронные аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 195 с. - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/456598>

2. Электроника: электрические аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 250 с. - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/456599>

3. Щеглов Н.В. Электрооборудование высокого напряжения и его эксплуатация : учебное пособие / Щеглов Н.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 139 с. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/91498.html>

Дополнительная литература

1. Конструкции измерительных трансформаторов напряжения - Электрическая часть электростанций // Энергетика: оборудование. Документация

[Электронный ресурс]. URL: [http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskaya-chast-
elektrostanciy-61.html](http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskaya-chast-elektrostanciy-61.html) (дата обращения 22.11.2015).

2. КРУЭ 220 кВ CHINT // Энергетика: оборудование. Документация [Электронный ресурс]. URL: [http://forca.ru/spravka/kru-i-ktp/krue-220-kv-chint-
2.html](http://forca.ru/spravka/kru-i-ktp/krue-220-kv-chint-2.html) (дата обращения 22.11.2016).

3. Холянова О. М. Электрические аппараты. Выключатели высокого напряжения: пособие к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 55 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:360516&theme=FEFU>

4. Электрические аппараты: учебное пособие для вузов / Холянова О. М., Холянов В. С., Винаковская Н. Г.; Дальневосточный федеральный университет.- Владивосток: Изд. дом Дальневосточного федерального университета, 2013. - 176 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:770656&theme=FEFU>

5. Афонин В.В., Набатов К.А. Элегазовые выключатели распределительных устройств высокого напряжения: Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. - 96 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/240/68240>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. Россети ФСК ЕЭС : официальный сайт. – Москва, 2007. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <http://www.fsk-ees.ru>.

2. АО Системный оператор Единой энергетической системы : официальный сайт. – Москва, 2005. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <http://so-ops.ru>.

3. Энергетика : оборудование, документация: [сайт]. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <http://forca.ru>.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т.д.); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Электротехническое оборудование последнего поколения» отводится 54 часа аудиторных занятий и 54 часа самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- практические занятия проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практическом занятии студентам предлагается работать самостоятельно: изучать схемы комплектного элегазового оборудования, инструкции по эксплуатации, проведению осмотров и ремонтов. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения практических задач по эксплуатации современного оборудования подстанций. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующие документы, просмотреть практикум с разобранными примерами;

- самостоятельная работа в виде подготовки к блиц-опросу, подготовки конспекта направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Кабинет научно-исследовательской работы студентов и магистров Департамент энергетических систем, ауд. Е550</p>	<p>Анализатор показателей качества электрической энергии АПКЭ-1, Определитель места повреждения "ИМФ-3Р", Источник постоянного напряжения GW Instek GPR-25H30D, Трассодефектоискатель "Сталкер -75-02", Виброанализатор "Корсар ++", Измеритель напряженности поля промышленной частоты "ПЗ-50В", Инфракрасный термометр (пирометр) "Fluke 576" Учебный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» НТЦ-01.00.000, Учебный лабораторный стенд «Электрические машины» НТЦ-03.00, Учебный лабораторный стенд «Теоретические основы электротехники» НТЦ-06.200, Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики (резервированный) с комплектом адаптированных «МКПА», Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики «МКПА. Резервный шкаф», цифровое устройство передачи команд релейной защиты и противоаварийной</p>	<p>--</p>

	автоматики «УПК-Ц», Лабораторный стенд «Электрические измерения» НТЦ-08	
Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. E524, E525	Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3- 4160T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1- 1 Wty	– AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключающими возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt; – Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов; – SOLIDWORKS 2017 – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения; – Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов; – Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов,
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3- 1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/- RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win7Pro (64- bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	

		<p>включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг;</p> <p>– 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</p> <p>– Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</p> <p>– Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).</p>
--	--	--

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
 - перечень типовых вопросов к зачету;
 - критерии выставления оценки студенту на зачете (таблица 8);
 - типовые задания для подготовки конспектов;
 - критерии оценки конспектов;
 - примеры тестовых заданий;
 - критерии оценки выполнения тестирования.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-6 - Способен к проведению исследований и испытаний объектов профессиональной деятельности	знает (пороговый)	определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности; отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности; методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности	знать определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности; отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности; методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности	способность использовать определяющие функциональные параметры объектов профессиональной деятельности; отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности; методы и способы оценки эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности
	умеет (продвинутой)	анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности; осуществлять оценку эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности	уметь анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности; осуществлять оценку эффективности применения	способность анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности; осуществлять оценку эффективности применения

		деятельности	инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности	инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности
	владеет (высокой)	навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности; навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности; навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности	владеть навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности; навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности; навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности	уровень владения навыками анализа и прогнозирования состояния объектов профессиональной деятельности; навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности; навыками оценки эффективности применения инновационных технологий в сфере профессиональной деятельности

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Электротехническое оборудование последнего поколения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Электротехническое оборудование последнего поколения» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, подготовки конспектов, контрольной работы в формате тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электротехническое оборудование последнего поколения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Электротехническое оборудование последнего поколения» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

Перечень типовых вопросов к зачету

1. Номинальные мощности и габариты трансформаторов.
2. Транспортировка трансформаторов.
3. Конструкции обмоток и исполнение масляных трансформаторов.
4. Конструктивные особенности сухих трансформаторов.
5. Основные направления развития трансформаторного оборудования.
6. Элегазовые трансформаторы.
7. Вакуумные выключатели. Новые разработки.
8. Элегазовые выключатели.

9. Гибридные выключатели.
10. Перспективы развития коммутационной аппаратуры высокого напряжения.
11. Совершенствование характеристик коммутационных аппаратов высокого напряжения.
12. Климатическое исполнение выключателей.
13. Коммутационная способность выключателей в зависимости от среды гашения дуги.
14. Среда гашения дуги в выключателях для регионов с холодным климатом.
15. Статистика повреждаемости выключателей 110, 220, 500 кВ.
16. Конструкции трансформаторов тока на напряжения 110, 220, 500 кВ.
17. Оптико-электронные трансформаторы тока.
18. Дифференцирующие индукционные преобразователи тока.
19. Антирезонансные заземляемые ТН.
20. Емкостные трансформаторы напряжения (ЕТН).
21. Оптоэлектронные трансформаторы напряжения.
22. Эксплуатация трансформаторов тока.
23. Эксплуатация трансформаторов напряжения.
24. Достоинства КРУ, КРУЭ.
25. Анализ эксплуатации КРУЭ в Приморском крае.
26. Конструктивные особенности коммутационных аппаратов в КРУЭ.
27. Поддержание параметров элегаза в КРУЭ.
28. Требования к эксплуатации КРУЭ.
29. Методы диагностики элегазового оборудования.
30. Техника безопасности при эксплуатации КРУЭ.

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
61-100	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
менее 61	«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на практические вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Типовые задания для подготовки конспектов

1. Свойства новых материалов для создания магнитопроводов силовых трансформаторов.
2. Основные направления развития коммутирующих аппаратов.
3. Схемы управления коммутационной аппаратурой.
4. Емкостные трансформаторы напряжения (ЕН).
5. Алгоритм поиска неисправности в электроустановке при срабатывании дифференциального выключателя (ВД).
6. Управляемые средства компенсации реактивной мощности, в том числе на базе современной силовой электроники.
7. Управляемый шунтирующий реактор на основе тиристорно-реакторных групп (УШРТ).
8. Конструкции разъединителей на напряжения 220 и 500 кВ.
9. Регулирование напряжения с применением статического тиристорного компенсатора (СТК).
10. Активно-адаптивные электрические сети.
11. Статические устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности.

12. Электромашинные устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности.
13. СТАТКОМ – базовый элемент устройства FACTS.
14. Устройства регулирования параметров электрической сети.
15. Неуправляемые устройства продольной компенсации параметров электрической сети.
16. Управляемые устройства продольной компенсации параметров электрической сети.
17. Фазоповоротные устройства продольной компенсации параметров электрической сети.
18. Устройства ограничения токов короткого замыкания.
19. Накопители электрической энергии.
20. Асинхронизированные компенсаторы (АСК).

Критерии оценки конспектов

- 10-9 баллов выставляется студенту, если конспект составлен по плану, соблюдается логичность, последовательность изложения материала, качественное внешнее оформление;
- 8-7 баллов выставляется студенту, если конспект выполнен по плану, но некоторые вопросы раскрыты не полностью, есть небольшие недочеты в работе;
- 6-5 баллов выставляется студенту, если, при выполнении конспекта наблюдается отклонение от плана, нарушена логичность, удовлетворительное внешнее оформление;
- 4-0 баллов выставляется студенту, если тема не раскрыта, неудовлетворительное внешнее оформление.

Примеры тестовых заданий

1. Назовите главные отличительные признаки подстанций нового поколения

- а) Применение современного основного электротехнического оборудования, имеющего повышенную надежность; высокая степень автоматизации с контролем и управлением с удаленных центров управления; минимальная протяженность кабельных трасс
- б) Применение современного основного электротехнического оборудования, имеющего повышенную надежность; минимальная протяженность кабельных трасс
- в) Высокая степень автоматизации с контролем и управлением с удаленных центров управления; минимальная протяженность кабельных трасс
- г) Применение современного основного электротехнического оборудования, имеющего повышенную надежность; высокая степень автоматизации с контролем и управлением с удаленных центров управления.

2. Чем характеризуются подстанции нового поколения

- а) Планированию и проведению ремонтов по фактическому состоянию оборудования
- б) Значительным уменьшением объема эксплуатационного и ремонтного обслуживания, планированию и проведению ремонтов по фактическому состоянию оборудования
- в) Значительным уменьшением объема эксплуатационного и ремонтного обслуживания, планированию и проведению ремонтов.
- г) Значительным уменьшением объема эксплуатационного и ремонтного обслуживания.

3. В чем заключается экономическая эффективность подстанций нового поколения

- а) Высокая надежность электроснабжения потребителей.

- б) Высокая надежность электроснабжения потребителей; уменьшение потребности в земельных ресурсах.
- в) Высокая надежность электроснабжения потребителей; уменьшение эксплуатационных издержек; уменьшение потребности в земельных ресурсах
- г) Высокая надежность электроснабжения потребителей; уменьшение эксплуатационных издержек.

4. Какому типу оборудования нужно отдавать предпочтение, проектируя ПС нового поколения

- а) Пожаробезопасного исполнения.
- б) Пожаробезопасного и взрывобезопасного исполнения.
- в) Взрывобезопасного исполнения.
- г) Не имеет значения.

5. Какая схема применяется при проектировании ПС нового поколения для РУ 220 кВ и ниже

- а) Одна рабочая секционированная система шин
- б) Две рабочие секционированные системы шин
- в) Одна рабочая секционированная система шин с обходной системой шин.
- г) Две рабочие секционированные системы шин с обходной системой шин.

6. С помощью каких схем должно происходить подключение резервных фаз автотрансформаторов и шунтирующих реакторов на подстанциях нового поколения

- а) С помощью одной рабочей системы шин
- б) С помощью джемперных схем
- в) С помощью одной рабочей системы шин с обходной системой шин.
- г) Не имеет значения.

7. Допускается ли питание сторонних потребителей от сети собственных нужд подстанции

- а) Допускается
- б) Не допускается

8. Сколько независимых источников питания должны иметь собственные нужды подстанции нового поколения

- а) три
- б) два
- в) один

9. На базе каких устройств должны проектироваться системы АСУ ТП, РЗА, ПА, АСКУЭ, средства и системы связи

- а) На базе микропроцессорных устройств
- б) На базе механических устройств
- в) На базе механических устройств с выходом на диспетчерские центры управления через цифровую сеть связи
- г) На базе микропроцессорных устройств с выходом на диспетчерские центры управления через цифровую сеть связи

10. Что должна обеспечивать АСУ ТП подстанции

- а) Эксплуатацию без оперативного персонала
- б) Контроль оборудованием с удаленных диспетчерских центров
- в) Управление оборудованием с удаленных диспетчерских центров
- г) Эксплуатацию без оперативного персонала, а также контроль и управление оборудованием с удаленных диспетчерских центров

11. Какие требования предъявляют к системе АСУ ТП

- а) Живучесть, самодиагностика и резервирование.
- б) Надежность, живучесть, самодиагностика и резервирование.
- в) Надежность, самодиагностика и резервирование.
- г) Самодиагностика и резервирование.

12. Какая обмотка трансформатора называется первичной

- а) Обмотка, отдающая энергию в сеть
- б) Обмотка, потребляющая энергию из сети

13. Какими основными номинальными параметрами характеризуется трансформатор

- а) Номинальное напряжение, номинальный ток, номинальная полная

мощность.

- б) Номинальное напряжение, номинальный ток, номинальная полная мощность, мощность короткого замыкания.
- в) Номинальное напряжение, номинальный ток, номинальная полная мощность, мощность короткого замыкания, мощность холостого хода.

14. Выберите верную расшифровку силового трансформатора ТСЗ

- а) трехфазный сухой трансформатор защищенного исполнения.
- б) трехфазный сухой трансформатор закрытый.
- в) трехфазный сухой трансформатор защитный.

15. Какая система охлаждения применяется в трансформаторах с естественной циркуляцией масла

- а) Д
- б) ДЦ
- в) М
- г) НЦ

16. Какие токи могут отключать высоковольтные выключатели

- а) Токи аварийного режима
- б) Токи нормального режима
- в) Любые токи
- г) Токи перегруза

17. Одним из важнейших параметров высоковольтного выключателя является:

- а) Предельная коммутационная способность.
- б) Номинальная мощность отключения.
- в) Собственное время включения.
- г) Номинальный ток отключения.

18. Что является показателем надежности выключателя

- а) Номинальный ток отключения.
- б) Предельная коммутационная способность.
- в) Коммутационный ресурс

г) Собственное время включения.

19. Ухудшение электрической прочности элегазовой изоляции происходит из-за:

- а) Воздействия грозовых и высокочастотных перенапряжений.
- б) Воздействия резонансных перенапряжений.
- в) Неоднородности поля, возникающей вследствие грязи, пыли, металлических частиц на поверхности экранов

20. Высокая диэлектрическая прочность элегаза обеспечивает:

- а) Отключающую способность коммутационных аппаратов.
- б) Увеличение массы и габаритов оборудования
- в) Низкую степень изоляции.
- г) Высокую степень изоляции.

Критерии оценки выполнения тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по дисциплине в соответствии с учебной программой.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по несколько вариантов ответов, один из которых правильный.

По каждому разделу студенту выдаётся по одному билету. В каждом билете по 10 вопросов. Каждый правильный ответ соответствует одному баллу. Тест считается пройденным, если суммарное количество баллов не менее шести.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 15 минут.