



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


О.М.Холянова
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
« 07 » марта 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Электроэнергетики и электротехники
(название кафедры)


Н.В. Силин
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
« 07 » марта 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Эксплуатация систем электроснабжения

Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль «Электроснабжение»

Форма подготовки (очная/заочная)

курс 4/5 семестр _____
лекции 18/6 час.
практические занятия 18/6 час.
лабораторные работы 18/6 час.
в том числе с использованием МАО лек. 6/2 /пр. 6/4 /лаб 6/0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54/18 час.
в том числе с использованием МАО 18/6 час.
самостоятельная работа 90/122 час.
контрольные работы (1)
курсовая работа/курсовой проект _____ семестр
зачет 7/5 семестр/курс
экзамен _____ семестр/курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, принятого решением Ученого совета ДВФУ, протокол № 06-15 от 04.06.2015, и утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и электротехники, протокол № 7 от «07» марта 2017 г.

Заведующая (ий) кафедрой Н.В. Силин
Составитель (ли): ст. преподаватель И.Г. Шайдуров

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 2 из 41

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 3 из 41

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Эксплуатация систем электроснабжения» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» очной и заочной формы и относится к дисциплинам выбора вариативной части учебного плана - Б1.В.ДВ.1.2.

Общая трудоемкость составляет 4 зачетные единицы (144 часа). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18/6 часов), практические занятия (18/6 часов), лабораторная работа (18/6 часов), самостоятельная работа студента (90/122 часов). Дисциплина реализуется в 7/5 семестре/курсе. Форма контроля по дисциплине – зачет.

Дисциплина «Эксплуатация систем электроснабжения» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Общая энергетика», «Физика», «Электрические станции и подстанции». В свою очередь она является «фундаментом» для изучения всех последующих дисциплин. Дисциплина обучает навыкам работы на современных подстанциях.

Цель дисциплины:

получение знаний об конструктивных особенностях, правилах эксплуатации современного оборудования подстанций и основных направлениях его совершенствования.

Задачи:

- правильное понимание всех возможностей нового силового оборудования подстанций;
- грамотное функциональное применение вакуумного и элегазового оборудования;
- знакомство с типовыми монтажными схемами электрооборудования.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 4 из 41

Для успешного изучения дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-6 - готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Знает	особенности конструкций распределительных устройств разных типов ОРУ, ЗРУ, КРУН; назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования; принципы работы электроэнергетических установок, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах распределительных устройств;
	Умеет	компоновать и рассчитывать главные электрические схемы электростанций и подстанций; выбирать электротехническое оборудование на электроэнергетических объектах;
	Владеет	способами определения состава оборудования и его параметров; методиками выбора и проверки электротехнического оборудования на электроэнергетических объектах;
ПК-7 - способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Знает	требования, предъявляемые к электроэнергетическим и электротехническим объектам; основные режимы работы оборудования объектов электроэнергетики и электротехники, методы их расчета;
	Умеет	рассчитывать режимы работы электроэнергетического и электротехнического оборудования; оценивать параметры режимов работы электрооборудования;
	Владеет	методиками расчёта режимов работы

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 5 из 41

		<p>электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения; навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электроэнергетических и электротехнических установок;</p>
--	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «групповая консультация».

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 6 из 41

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18/6 ЧАС.)

Тема 1. Общие вопросы эксплуатации электроустановок (2/ 2 час.)

Маневренность тепловых электрических станций. Регулирование частоты и мощности тепловых электростанций. Особенности эксплуатации и маневренности АЭС. Особенности эксплуатации и маневренности ГЭС.

Тема 2. Эксплуатация воздушных линий электропередач (4/2 час.)

Охрана воздушных линий. Периодические и внеочередные осмотры линий. Техническое обслуживание, ремонт и техническое перевооружение ВЛ. Работа на ВЛ без снятия напряжения.

Тема 3. Эксплуатация кабельных линий (6/2 час.)

Кабельные муфты. Радиусы изгиба кабеля. Допустимые усилия тяжения кабеля. Допустимые температуры при прокладке кабеля без предварительного подогрева. Основные виды и причины повреждения кабелей и кабельных сооружений. Обходы и осмотры КЛ, сроки и объем осмотров. Измерения и испытания кабельной линии.

Тема 4. Эксплуатация электрооборудования распределительных устройств, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4/ час.)

Требования Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей. Эксплуатационный контроль выключателей. Эксплуатационный контроль разъединителей. Оперативные пререключения.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдунов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 7 из 41

Тема 5. Эксплуатация силовых трансформаторов (4/ час.)

Требования Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей. Хроматографический анализ растворенных газов (ХАРГ). Критерии распознавания классов технического состояния вводов. Фазировка трансформаторов. Регенерация масла в трансформаторе, находящемся в работе. Методы диагностики состояния трансформатора.

II. ТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18/6 час.)

Занятие 1. Расчет перегрузки воздушной линии (4/2 час.)

1. Устройства АОПЛ с косвенным определением температуры провода.
2. Устройства АОПЛ с непосредственным контролем температуры провода.
3. Дистанционный мониторинг состояния провода.
4. Контроль термической стойкости провода релейной защитой.

Занятие 2. Правила включения приборов при испытании ВЛ, с использованием активного метода обучения «групповая консультация» (4/2 час.)

1. Правила технической эксплуатации электроустановок.
2. Нормы приемо-сдаточных испытаний ВЛ.
3. Проведение периодических проверок, измерений и испытаний ВЛ, находящихся в эксплуатации.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 8 из 41

Занятие 3. Правила включения приборов при испытании КЛ (6/2 час.)

1. Измерение сопротивления изоляции.
2. Испытания изоляции кабеля
3. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь.
4. Работа с протоколами испытаний.

Занятие 4. Правила переключений в электроустановках, с использованием активного метода обучения «групповая консультация» (4 час.)

1. Организация переключений в электроустановках.
2. Персонал, осуществляющий переключения в электроустановках.
3. Команды и разрешения на производство переключений.
4. Программы и бланки переключений.

Лабораторные занятия (18/6 час.)

Лабораторные занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретической и практической частей курса.

Лабораторная работа №1. Порядок вывода в ремонт оборудования РУ «групповая консультация» (4/2 час.)

Лабораторная работа №2. Расчёт параллельной работы трансформаторов (4/2 час.)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 9 из 41

Лабораторная работа №3. Расчет нагрева трансформатора при неравномерном графике нагрузки, с использованием активного метода обучения «групповая консультация» (4/2 час.)

Лабораторная работа №4. Хроматографический анализ растворенных газов в масле (4/0 час.)

Лабораторные занятия проводятся в специализированной аудитории ДВФУ.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Практические занятия	ПК-6 ПК-7	Знает назначение, принцип действия, способы	3,5,7,9,11,13 недели –блиц-опрос на Зачет. Вопросы 1-37 перечня

			<p>преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования; требования, предъявляемые к электрическим и электротехническим объектам</p> <p>Умеет компоновать и рассчитывать главные электрические схемы электростанций и подстанций оценивать параметры режимов работы электрооборудования</p> <p>Владеет способами определения состава оборудования и его параметров навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электрических и электротехнических установок;</p>	<p>лекции (УО), 12 неделя – тестирование (ПР-1); 18 неделя – защита отчетов выполненных лабораторных работ (ПР-12)</p>	<p>типовых вопросов, (Приложение 2).</p>
--	--	--	--	--	--

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 11 из 41

2	Лабораторные работы	<p>Знает принципы работы электроэнергетических установок, их характеристики; основные режимы работы оборудования объектов электроэнергетики и электротехники, методы их расчета;</p> <p>Умеет выбирать электротехническое оборудование на электроэнергетических объектах; рассчитывать режимы работы электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>Владеет методиками выбора и проверки электротехнического оборудования на электроэнергетических объектах; методиками расчёта режимов работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения;</p>	<p>3,5,7,9,11,13 недели –блиц-опрос на лекции (УО), 12 неделя – тестирование (ПР-1); 18 неделя – защита отчетов выполненных лабораторных работ (ПР-12)</p>	<p>Зачет. Вопросы 1-37 перечня типовых вопросов, (Приложение 2).</p>
---	---------------------	---	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 12 из 41

компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. _ Системы электроснабжения : учебно-методический комплекс / Д. Г. Туркин, С. А. Щанникова, Г. П. Лю, – Владивосток.: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. – 250 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:385016&theme=FEFU> (10)

2. Кудрин Б.И. Система электроснабжения : учебное пособие для вузов, – М.:Изд-во Академия, 2011. – 351 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668530&theme=FEFU> (2)

3. Электропитающие системы и электрические сети : учебное пособие для вузов / Н. В. Хорошилов, А. В. Пилюгин, Л. В. Хорошилова [и др.], – Старый Оскол.:Изд-во Тонкие наукоемкие технологии, 2012. – 351 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:667151&theme=FEFU> (10)

4. _ Системы электроснабжения : учебное пособие / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко, – Ростов н/Д.: Изд-во Феникс, 2011. – 382 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419117&theme=FEFU>

5. Эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для вузов/Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н.,- Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2010, 240с. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18479265>

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 13 из 41

Дополнительная литература (электронные и печатные издания)

1. Костин В.Н. Электропитающие системы и электрические сети: Учебно-методический комплекс (учебное пособие). - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 154 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/540/40540>

2. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций.-М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 448 с. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19573858>

3. Быстрицкий Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: Учебно пособие для вузов:-М: Издательский центр «Академия», 2003.-176с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:678159&theme=FEFU>

4. Васильев А.А.. Электрическая часть станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 576 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:390795&theme=FEFU>

5. _ Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: 5-е изд, испр. и доп.- М.: Высш. школа.2002. – 248 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:396563&theme=FEFU>

6. Быстрицкий Г.Ф., Кудрин Б.И. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: Учеб. Пособие для средн. проф. образования.- М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 174 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:678159&theme=FEFU>

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 14 из 41

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".

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» отводится 54/20 часа аудиторных занятий и 90/124 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

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 15 из 41

блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

-практические занятия проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практических занятиях преподаватель дает методику выбора материалов оборудования, способы и методы испытания материалов, выбор необходимых марок материалов.

-самостоятельная работа в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. Самостоятельная работа студентов в виде сообщений на семинаре основана на самостоятельном выборе обучающимися вопроса, который вызывает у него наибольший интерес, и позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2010 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

Для проведения лабораторных работ используется универсальный учебный стенд СМ-2, с полным методическим обеспечением позволяющим проводить весь комплекс лабораторных работ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»
Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника
профиль «Электроснабжение»
Форма подготовки (очная/заочная)

Владивосток
2017

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 17 из 41

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1. Описать аварийные режимы работы трансформатора	Первая неделя семестра	ИДЗ	1 неделя	УО
2. Классифицировать эксплуатационные характеристики трансформатора	Вторая неделя семестра	ИДЗ	1 неделя	УО
3. Рассчитать нагрев кабельной линии.	Третья неделя семестра	РГР	2 недели	УО
4. Описать нагрев трансформатора при неравномерном графике нагрузки.	Четвертая неделя семестра	ИДЗ	2 недели	УО
5. Обосновать мероприятия, влияющие на повышение эксплуатационной надежности трансформатора	Пятая неделя семестра	ИДЗ	2 недели	УО
6. Описать технологию сборки трансформатора	Шестая неделя семестра	ИДЗ	2 недели	УО
7. Эксплуатация трансформатора	Седьмая неделя семестра		Тест	ПР-1
8. Описать ветровую нагрузку на ВЛ.	Восьмая неделя семестра	ИДЗ	2 недели	УО
9. Описать обледенение провода в разных сейсмических зонах	Девятая неделя	ИДЗ	2 недели	УО

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 18 из 41

России	семестра			
10. Рассчитать схемы плавки гололеда.	Двенадцатая неделя неделя семестра	РГР	2 недели	УО
11. Описать негабариты ВЛ и способы их устранения	Четырнадцатая неделя семестра	ИДЗ	2 недели	УО
12. Эксплуатация воздушных линий электропередач	Семнадцатая неделя семестра	Тест	1 час	ПР-1

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде индивидуальных заданий по каждому разделу РПУД (образцы вариантов РГР и ИДЗ «Эксплуатация трансформаторов» и «Эксплуатация воздушных линий электропередач» представлены Приложении 2). Полный комплект РГР и ИДЗ «Эксплуатация трансформаторов» и «Эксплуатация воздушных линий электропередач» хранятся на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

Для расчётов и оформления РГР и ИДЗ используются программы: World, Excel, Vizio.

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

Варианты РГР «Эксплуатация трансформаторов»

В вариантах РГР по эксплуатации трансформаторов задаются процентные составляющие суточных графиков нагрузок, а параметры трансформатора.

В вариантах ИДЗ «Эксплуатация трансформаторов» и «Эксплуатация воздушных линий электропередач» требуется использовать ПУЭ.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 19 из 41

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку и диаграммы состояния. Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал в представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на РГР или ИДЗ;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка 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,

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 20 из 41

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 выполнил все пункты расчётно-графического задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования 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 расчётах РГР 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 расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 21 из 41

Приложение 2



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»
Направление подготовки – 13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника»
профиль «Электроснабжение»
Форма подготовки (очная/заочная)

Владивосток
2017

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдулов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 22 из 41

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-6 - готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Знает	особенности конструкций распределительных устройств разных типов ОРУ, ЗРУ, КРУН; назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования; принципы работы электроэнергетических установок, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах распределительных устройств;
	Умеет	компоновать и рассчитывать главные электрические схемы электростанций и подстанций; выбирать электротехническое оборудование на электроэнергетических объектах;
	Владеет	способами определения состава оборудования и его параметров; методиками выбора и проверки электротехнического оборудования на электроэнергетических объектах;
ПК-7 - способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Знает	требования, предъявляемые к электроэнергетическим и электротехническим объектам; основные режимы работы оборудования объектов электроэнергетики и электротехники, методы их расчета;
	Умеет	рассчитывать режимы работы электроэнергетического и электротехнического оборудования; оценивать параметры режимов работы электрооборудования;
	Владеет	методиками расчёта режимов работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения; навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электроэнергетических и электротехнических установок;

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 23 из 41

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Практические занятия	ПК-6 ПК-7	<p>Знает назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования; требования, предъявляемые к электроэнергетическим и электротехническим объектам</p> <p>Умеет компоновать и рассчитывать главные электрические схемы электростанций и подстанций оценивать параметры режимов работы электрооборудования</p> <p>Владеет способами определения состава оборудования и его параметров навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных</p>	<p>3,5,7,9,11,13 недели –блиц-опрос на лекции (УО), 12 неделя – тестирование (ПР-1); 18 неделя – защита отчетов выполненных лабораторных работ (ПР-12)</p>	<p>Зачет. Вопросы 1-37 перечня типовых вопросов, (Приложение 2).</p>

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 24 из 41

			для расчета режимов работы электроэнергетических и электротехнических установок;		
2	Лабораторные работы		<p>Знает принципы работы электроэнергетических установок, их характеристики; основные режимы работы оборудования объектов электроэнергетики и электротехники, методы их расчета;</p> <p>Умеет выбирать электротехническое оборудование на электроэнергетических объектах; рассчитывать режимы работы электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>Владеет методиками выбора и проверки электротехнического оборудования на электроэнергетических объектах; методиками расчёта режимов работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения;</p>	3,5,7,9,11,13 недели –блиц-опрос на лекции (УО), 12 неделя – тестирование (ПР-1); 18 неделя – защита отчетов выполненных лабораторных работ (ПР-12)	Зачет. Вопросы 1-37 перечня типовых вопросов, (Приложение 2).

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 25 из 41

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-6 - готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	особенности конструкций распределительных устройств разных типов;	Знать виды электрических аппаратов и трансформаторов, их характеристики. Знать правила технической эксплуатации электрооборудования, его конструкции и характеристики.	Способность осуществлять выбор параметров электрооборудования для заданных режимов и условий эксплуатации
		основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования;		
		принципы работы электроэнергетических установок, их характеристики; обозначения		
ПК-6 - готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	умеет (продвинутой)	выбирать электротехническое оборудование на электроэнергетических объектах;	Уметь определять параметры и характеристики электрооборудования для подстанций различного назначения	Способность самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрооборудования для заданных режимов и условий эксплуатации
		способами определения состава оборудования и его параметров;		
		методиками выбора и проверки электротехнического оборудования на электроэнергетических объектах;		
ПК-6 - готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	владеет (высокий)	способами определения состава оборудования и его параметров;	Владеть методиками расчёта параметров электрооборудования и выбора типового оборудования по расчётным параметрам	Способность применять методики расчёта параметров электрооборудования для различных режимов и условий эксплуатации
		методиками выбора и проверки электротехнического оборудования на электроэнергетических объектах;		
		способами определения состава оборудования и его параметров;		

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдунов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 26 из 41

ПК-7 - способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	требования, предъявляемые к электроэнергетическому оборудованию; основные режимы работы оборудования, их характеристические параметры;	Знать конструктивные особенности, принцип действия и область применения электрооборудования.	Способность применять методы расчёта и проектирования электроэнергетических систем для конкретных исходных условий.
	умеет (продвинутый)	оценивать параметры режимов работы электрооборудования электроэнергетических объектов; осуществлять выбор электрооборудования в соответствии с режимными параметрами электроэнергетических систем	выполнять и читать электрические схемы и чертежи, проводить оценку экономической эффективности внедряемых проектных решений	выполнять и читать электрические схемы и чертежи, проводить оценку экономической эффективности внедряемых проектных решений
	владеет (высокий)	навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электроэнергетических установок;	Владеть методами расчёта электрических режимов, а также принципами выбора электрооборудования для подстанций различного назначения	Способность осуществлять выбор электрооборудования для подстанций различного назначения и для конкретных расчётных режимов

**Методические рекомендации, определяющие процедуры
оценивания результатов освоения дисциплины**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдулов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 27 из 41

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты расчётно-графической работы и индивидуального домашнего задания, 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 «Эксплуатация систем электроснабжения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение» является зачет, который проводится в устной форме.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 28 из 41

В экзаменационном билете один вопрос связан с физико-химическими основами металловедения и оценивается в 3 балла. Второй вопрос связан с общими понятиями специальных электротехнических материалов и оценивается в 1 балл, а третий вопрос определяет знания в области диэлектрических материалов, оценивается в 1 балл.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень типовых вопросов к зачёту

1. Организация электромонтажных работ.
2. Планирование электромонтажных работ.
3. Подготовка к производству электромонтажных работ.
4. Индустриализация электромонтажных работ.
5. Механизация электромонтажных работ.
6. Пусконаладочные работы.
7. Приемка в эксплуатацию.
8. Подготовительные работы при монтаже воздушных линий.
9. Сборка и установка опор.
10. Монтаж проводов и грозозащитных тросов.
11. Приемка воздушной линии в эксплуатацию.
12. Подготовительные работы при монтаже кабельных линий.
13. Прокладка кабелей в земляной траншее.
14. Прокладка кабелей в блоках.
15. Прокладка кабелей линий в кабельных сооружениях.
16. Открытая прокладка кабелей в производственных помещениях.
17. Монтаж кабельных муфт.
18. Приемка кабельной линии в эксплуатацию.
19. Подготовительные работы при монтаже силовых трансформаторов.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 29 из 41

20. Монтаж системы охлаждения.
21. Включение трансформатора в работу.
22. Монтаж коммутационных аппаратов.
23. Монтаж заземляющих устройств.
24. Общие принципы организации эксплуатации электрооборудования.
25. Оценка продолжительности ремонтного цикла.
26. Периодичность контроля работоспособности оборудования.
27. Эффективность капитального ремонта электрооборудования.
28. Обеспечение оборудования запасными частями.
29. Осмотр кабельных линий.
30. Допустимые нагрузки при эксплуатации кабельных линий.
31. Профилактические измерения и испытания.
32. Определение мест повреждения.
33. Ремонт кабельных линий.
34. Осмотр трансформаторов.
35. Режимы работы трансформаторов
36. Режимы перегрузки трансформаторов.
37. Термический износ изоляции трансформатора.
38. Хроматографический анализ газов в масле.
39. Испытание трансформатора.
40. Эксплуатация распределительного устройства.
41. Эксплуатация коммутационных аппаратов.
42. Эксплуатация измерительных трансформаторов.
43. Эксплуатация заземляющих устройств.
44. Тепловизионный контроль оборудования.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 30 из 41

**Критерии выставления оценки студенту на зачёте
по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»:**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями. Привязать к дисциплине</i>
100 - 86	«зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил требования, предъявляемые к эксплуатации систем электроснабжения, умеет правильно диагностировать развивающийся дефект в оборудовании, владеет методикой испытаний электрооборудования.
85 - 76	«зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к эксплуатации систем электроснабжения, правильно применяет теоретические положения при выборе методик испытаний оборудования.
75 - 61	«зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил теоретические положения эксплуатации систем электроснабжения.
60 и менее	«не зачтено»	Оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выбирает методику испытаний для оборудования. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 31 из 41

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Типовые задания

для выполнения расчетно-графических и индивидуальных работ по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»

Задание на контрольную работу

При изучении дисциплины выполняется контрольная работа, включающая две задачи и по одному вопросу с каждого раздела «тестовых вопросов». Содержание контрольной работы должно быть изложено аккуратно, с обязательным приведением условий задач, исходных данных, поясняющих формул, схем, графиков, единиц измерения физических величин. На титульном листе работы указываются фамилия и инициалы студента, шифр, название дисциплины и специальности.

Перед решением каждой задачи необходимо проработать соответствующий теоретический материал и методические указания к решению задачи.

Студенты допускаются к зачету после выполнения контрольной работы, ее рецензирования, исправления замечаний и защиты.

Задача 1. Воздушная линия электропередачи (ВЛ) длиной L , выполненная сталеалюминевыми проводами сечением F , проходит в районе интенсивного гололедообразования. Плавка гололеда на проводах ВЛ может осуществляться от шин низкого напряжения 6..10 кВ питающей линию крупной узловой подстанции.

Рассчитать мощность S и напряжение U , требуемые для плавки гололеда переменным и выпрямленным током. Рекомендовать для своего варианта ВЛ конкретный способ плавки гололеда.

Варианты заданий принять по табл. 1.1 в соответствии с последней цифрой шифра.

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L, км	40	30	30	25	25	55	55	60	70	65	75
F, мм ²	70	70	95	95	120	120	125	240	300	400	400
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдулов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 32 из 41

<i>m</i>						6		8	9	0	1
L, км	2	3	6	5	5	7	4	8	6	7	7
	5	4	5	5	7	8	0	7	8	8	5
F, мм ²	7	7	9	9	1	1	1	2	3	4	4
	0	0	5	5	2	5	8	4	0	0	0
					0	0	5	0	0	0	0

Методические указания к решению задачи. Принципиальные схемы плавки гололеда переменным и выпрямленным током приведены на рис. 1.1. При плавке гололеда переменным током (рис. 1.1,а) ВЛ подключается к шинам 6...10 кВ непосредственно. При плавке гололеда выпрямленным током (рис. 1.1,б) ВЛ подключается к шинам 6...10 кВ через выпрямитель *UZ*. В обоих случаях на другом конце провода ВЛ замыкаются накоротко.

Ток плавки I_m рекомендуется принимать равным 1,0 ... 2,0 $I_{доп}$. Величина допустимого длительного тока $I_{доп}$ и удельных сопротивлений r_0 и x_0 для проводов различных сечений приведены в табл. 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

F, мм ²	7	9	12	1	1	2	3	4
	0	5	0	5	8	4	0	0
Г ₀ , Ом/км	0,	0,	0,	0	0,	0,	0,	0,
	4	3	25	,	1	1	1	0
	3	1		2	6	2		7
I, А	2	3	39	4	5	6	6	8
	6	3	0	5	1	1	9	2
	5	0		0	0	0	0	5

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 33 из 41

Примечание: Для проводов всех сечений принять $x_0 = 0,4$ Ом/км.

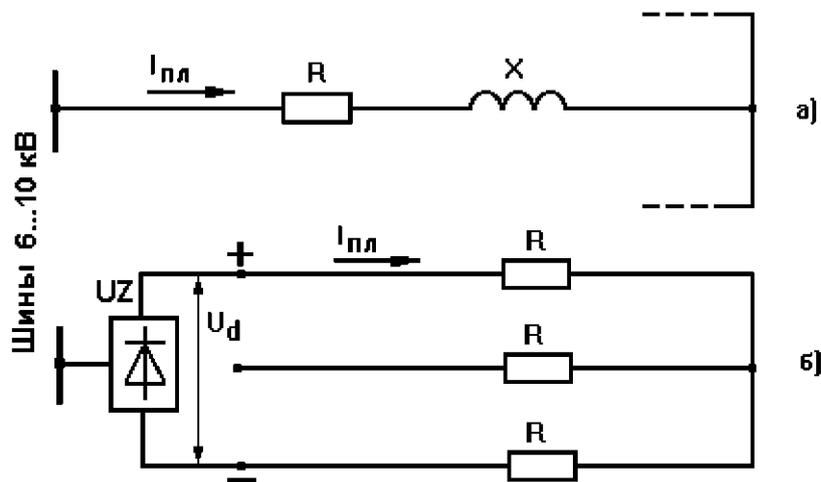


Рис. 1.1. Принципиальные схемы плавки гололеда переменным (а)

Плавка гололеда переменным током (рис. 1.1,а).

1. Принять определенную величину тока плавки гололеда $I_{пл}$.
2. Определить сопротивления проводов ВЛ (R , X и Z).
3. По величине тока $I_{пл}$ и полному сопротивлению Z вычислить *линейное* напряжение источника питания U ; принять ближайшее номинальное напряжение.
4. По величинам $I_{пл}$ и U определить полную *трехфазную* мощность S , требуемую для плавки гололеда.

Плавка гололеда выпрямленным током (рис. 1.1,б).

1. Принять такую же величину тока плавки гололеда $I_{пл}$.
2. Определить активное сопротивление проводов R .
3. По принятой величине тока $I_{пл}$ и сопротивлению R вычислить напряжение на выходе выпрямителя U_d .
4. По величинам $I_{пл}$ и U_d рассчитать мощность на выходе выпрямителя
5. При определении мощности и линейного напряжения на входе выпрямителя использовать следующие приближенные выражения: $S = P_d$,
принять ближайшее номинальное напряжение.

Исходя из величины мощности S , требуемой для плавки гололеда, рекомендовать для своего варианта конкретный способ плавки.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдулов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 34 из 41

Задача 2. От главной понижающей подстанции промышленного предприятия к распределительному пункту (РП) проложена T лет назад кабельная линия напряжением $U = 10$ кВ, состоящая из n параллельных кабелей с алюминиевыми жилами сечением F . В настоящее время расчетная нагрузка РП составляет S_j .

Оценить допустимость перегрузки кабелей в нормальном режиме и при аварийном отключении одного из кабелей. При недопустимой перегрузке кабелей дать обоснованные расчетом рекомендации по увеличению количества кабелей.

Варианты заданий принять по табл. 2.1 и 2.2 в соответствии с последней и предпоследней цифрой шифра соответственно.

Таблица 2.1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{j,}$, МВА	7	9	12	11	13	17	8	12	14	14	12
F , мм ²	70	95	120	150	185	240	70	95	120	150	150
n , шт.	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	5
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$S_{j,}$, МВА	7	9	12	11	13	17	8	12	14	14	11
F , мм ²	70	95	120	150	185	240	70	95	120	150	6
n , шт.	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	2

Таблица 2.2

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T , лет	5	10	16	19	8	12	6	18	17	20	30
Изоляция	БМ	П	В	Р	Пв	П	Пв	Р	БМ	В	Р
Способ прокладки	тр.	откр.	Тр.	откр.	откр.	тр.	откр.	откр.	тр.	тр.	тр.
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
T , лет	6	7	8	9	10	10	5	23	27	22	21
Изоляция	БМ	П	В	Р	Пв	П	Пв	Р	БМ	В	П
Способ прокладки	тр.	откр.	тр.	откр.	откр.	тр.	откр.	откр.	тр.	тр.	тр.

Примечание. Изоляция: Б - бумага, пропитанная маслосиликоновым составом; В - поливинилхлорид; П - полиэтилен; Пв - сшитый полиэтилен; Р - резина. Способ прокладки: тр. - в земляной траншее; откр. - открыто.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдулов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 35 из 41

Методические указания к решению задачи. По расчетной нагрузке B_p и напряжению U определяется расчетный ток I_p . По табл. 2.3 определяется допустимый длительный ток одиночного кабеля $I_{доп}$ в соответствии с его изоляцией и способом прокладки.

Таблица 2.3

Ф, мм ²	70	95	120	150	185	240
БМ	130	155	185	210	235	270
	165	205	240	275	310	355
П, В, Р	140	170	200	235	270	320
	210	255	295	335	385	430
Пв	235	285	330	370	425	505
	210	250	280	320	360	415

Примечание. В числителе указан $I_{доп}$ при открытой прокладке кабелей, в знаменателе - при прокладке в земляной траншее.

При параллельной прокладке кабелей на величину $I_{доп}$ вводится поправочный коэффициент k_n , учитывающий количество n кабелей

Таблица 2.4

п, шт.	1	2	3	4	5	6
k_n , о.е.	1	0,98	0,96	0,95	0,94	0,93
	1	0,9	0,85	0,8	0,78	0,75

Примечание. В числителе указан k_n при открытой прокладке кабелей, в знаменателе - при прокладке в земляной траншее. При открытой прокладке параллельных кабелей в количестве более шести принимать $k_n = 0,92$.

$$nk_n I_{доп} \geq I_p. \quad (2.1)$$

При невыполнении этого условия дать рекомендации по увеличению количества кабелей. Для нового количества кабелей и повторить проверку.

Необходимо иметь в виду, что при прокладке кабелей в траншее дополнительные кабели будут проложены в новой траншее.

При отключении одного из кабелей допускаются следующие аварийные перегрузки $k_{пер}$ оставшихся в работе кабелей:

$k_{пер} = 1,3$ - для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией;

$k_{пер} = 1,23$ (1,27) - для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена при прокладке в земле (воздухе);

$k_{пер} = 1,18$ для кабелей с резиновой изоляцией;

$k_{пер} = 1,15$ - для кабелей с изоляцией из поливинилхлорида и полиэтилена.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдулов	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 36 из 41

Для кабелей с любой изоляцией, находящихся в эксплуатации более 15 лет, допустимая перегрузка должна быть снижена до 10% ($k_{пер}=1,1$).

Допустимость перегрузки кабелей в аварийном режиме проверяется по условию

$$(n-1)K_{n-1} K_{пер} I_{доп} \geq I_p \quad (2.2)$$

Поправочный коэффициент k_{n-1} определяется по табл. 2.4 для количества кабелей $n-1$. При невыполнении условия (2.2) дать рекомендации по увеличению количества кабелей. Для нового количества кабелей и повторить проверку.

В качестве аварийного следует принимать наиболее тяжелый режим. Если по условиям (2.1) и (2.2) количество кабелей следует увеличить, то в качестве аварийного режима принимать отключение дополнительно проложенного нового кабеля.

Критерии оценки РГР

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты расчётно-графического задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования 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 расчётах РГР 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 расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 37 из 41

Тесты для текущего контроля

Раздел 1

Эксплуатация воздушных линий электропередачи

1. Что такое стрела провеса провода?
2. Назвать основные операции, выполняемые при монтаже проводов.
3. Как выполняются соединения проводов ВЛ?
4. Назвать особенности монтажа изолированных проводов.
5. Как выполняются соединения изолированных проводов?
6. Что такое охранная зона ВЛ?
7. Какова периодичность осмотра ВЛ?
8. При какой температуре на проводах ВЛ происходит гололедообразование?
9. В чем опасность гололеда и каковы меры борьбы с ним?
10. Как определяется место повреждения в сети с большими токами замыкания на землю?
11. Как определяется место повреждения в разветвленной распределительной сети?
12. Как определяется место замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью?
13. Какие измерения проводятся при эксплуатации ВЛ?

Раздел 2

Эксплуатация кабельных линий электропередачи

1. Охарактеризовать основные способы прокладки кабелей.
2. Какие муфты применяются для соединения кабелей?
3. Что такое разделка кабеля?

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 38 из 41

4. Назвать основные операции, выполняемые при соединении кабелей.
5. Каково назначение концевой муфты?
6. Какова периодичность осмотра КЛ?
7. Какой прибор нужен для определения характера повреждения кабеля?
8. Какое сопротивление изоляции кабеля на напряжение до 1 кВ считается нормальным?
9. Какие методы применяются для определения повреждений в кабелях?
10. Назвать относительные и абсолютные методы отыскания повреждений.
11. Какая допускается перегрузка кабелей с различной изоляцией, различного напряжения на период ликвидации аварии?
12. Какие испытания и измерения проводятся при эксплуатации КЛ?

Раздел 3

Эксплуатация силовых трансформаторов

1. Какой мощности трансформаторы поставляются полностью собранными?
2. В каких случаях при монтаже выполняют ревизию активной части трансформатора?
3. Какова периодичность осмотра трансформаторов?
4. Назвать и охарактеризовать основные режимы работы трансформаторов.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 39 из 41

5. По какому значению тока (мощности) производится преобразование реального графика нагрузки в эквивалентный по тепловому воздействию двухступенчатый график?
6. Какая изоляция сушится в трансформаторе после его ремонта, способы сушки изоляции?
7. Какую роль в трансформаторе выполняет масло?
8. Какую роль в трансформаторе выполняют термосифонный фильтр, азотная и пленочная защиты масла?
9. Каково назначение воздухоосушителя?
10. Какая допускается температура наиболее нагретой точки обмотки при систематической и аварийной перегрузках трансформаторов?
11. Какая допускается температура масла при систематической и аварийной перегрузках трансформаторов?
12. В каких единицах измеряется износ изоляции трансформатора?
13. Как и каким прибором определяется коэффициент абсорбции изоляции?
14. Каково значение коэффициента абсорбции для нормальной изоляции?
15. Привести схему испытания изоляции повышенным напряжением.
16. В чем суть хроматографического анализа трансформаторного масла?

Раздел 4

Эксплуатация оборудования распределительных устройств

1. Какова периодичность осмотров РУ?
2. Можно ли проводить ремонтные работы в схеме, отключенной силовым выключателем?
3. Какой коммутационный аппарат служит для создания видимого разрыва электрической цепи при выполнении ремонтных работ?

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 40 из 41

4. Какое допускается переходное сопротивление разборных контактных соединений шин РУ?
5. Какой прибор наиболее удобен для измерения температуры контактных соединений?
6. Допускается ли размыкание вторичной обмотки ТТ под нагрузкой?
7. С какой целью заземляются вторичные обмотки измерительных трансформаторов?
8. Каким прибором измеряется сопротивление изоляции оборудования?
9. Изоляция какого оборудования испытывается выпрямленным напряжением?
10. Какое допускается переходное сопротивление болтовых контактов ЗУ?
11. Пояснить принцип действия пирометра и тепловизора.
12. Что такое теплограмма объекта?
13. Какова периодичность тепловизионного контроля оборудования?

Критерии оценки промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам электроснабжения в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Эксплуатации систем электроснабжения»:

1. Общие вопросы эксплуатации электроустановок.
2. Эксплуатация воздушных линий электропередач.
3. Эксплуатация кабельных линий.
4. Эксплуатация электрооборудования распределительных устройств.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль «Электроснабжение»			
Разработчики: ст. преподаватель И.Г. Шайдуров	Идентификационный номер: УМКД.19.22(55)-13.03.02 - Б1.В.ДВ.1.2 - 2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре электроэнергетики и электротехники	Лист 41 из 41

5. Эксплуатация трансформатора.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по четыре ответа, один из которых может быть правильным или, наоборот, три вопроса могут быть верными и только один неправильный.

Условия применения. Для проверки знаний для промежуточной аттестации студент получает 8 вопросов (билетов). Два билета содержат небольшое расчётное задание, ответ на которое необходимо подтвердить соответствующими расчётами. Правильный ответ (с предоставленным расчётом) оценивается в 2 балла. Остальные 6 билетов требуют выбора правильного ответа, который оценивается в 1 балл. В итоге студент может набрать 10 баллов. Билеты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим билетам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 20-25 минут.