




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

курс 1 семестр 2
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы не предусмотрены
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 54 час.
зачет 2 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: профессор
ст. преподаватель

К.А. Штым
А.Ф. Бурков
Н.И. Игнатьев

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 подготовка магистров электротехнических специальностей к изучению методов расчета надежности:

- электрических схем распределительных устройств электростанций и подстанций;
- схем электроснабжения;
- схем сетей и энергосистем.

Задачи дисциплины:

- показать место и роль расчетов надежности в экономическом и социальном развитии Российской Федерации;
- ознакомить с методами расчета надежности схем электрических соединений электростанций, подстанций, систем электроснабжения, электрических сетей и электроэнергетических систем;
- научить использовать рассчитанные показатели надежности в технико-экономических расчетах при выборе электрических схем распределительных устройств электростанций, подстанций, систем электроснабжения, электрических сетей и энергосистем.

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
Технологический	ПК-3 – Способен применять методы анализа вариантов управляющих воздействий для корректировки режимов и параметров электроэнергетических	ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем
		ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально

	систем	необходимого объёма резерва мощности
		ПК-3.3 – Оценивает достаточность мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем	Знает нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистемы
	Умеет анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики
	Владеет навыками определения объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем
ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности	Знает способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности
	Умеет определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности
	Владеет навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности
ПК-3.3 – Оценивает достаточность мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	Знает критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме
	Умеет осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме
	Владеет навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима

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. Надежность и живучесть электрических станций и подстанций	2	12	-	18				зачёт
2	Раздел 2. Надежность и живучесть электрических сетей и систем электроснабжения	2	6	-	18	-	54	-	
Итого:		2	18	-	36	-	54	-	зачёт

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)

Раздел 1. Надежность и живучесть электрических станций и подстанций (12 часов)

Тема 1. Математические модели надежности элементов и систем (2 часа)

Модели надежности трансформаторов. Модели надежности линии электропередачи. Модели надежности выключателей, разъединителей.

Тема 2. Расчет надежности электрических схем электростанций и подстанций (10 часов)

1. Таблично-логический метод.
2. Расчет надежности электрических станций.

Раздел 2. Надежность и живучесть электрических сетей и систем электроснабжения (6 часов)

Тема 3. Расчет надежности схем электроснабжения, с использованием активного метода обучения «лекция-пресс-конференция» (4 часа)

1. Метод дерева-отказов.
2. Расчет надежности схем электроснабжения.

Тема 4. Расчет надежности схем электрических сетей и систем, с использованием активного метода обучения «лекция-пресс-конференция» (2 часа)

1. Метод минимальных путей и сечений.
2. Расчет надежности распределительных сетей.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 часов)

Раздел 1. Надежность и живучесть электрических станций и подстанций (18 часов)

Занятие 1. Таблично-логический метод (6 часов)

1. Математическая модель надежности схем распределительных устройств электростанций и подстанций.

2. Элементы и параметры модели схем распределительных устройств электростанций и подстанций.

Занятие 2. Определение надёжности схем распределительных устройств, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (6 часов)

1. Расчет надежности схем с двумя основными и обходной системами сборных шин.

2. Расчет надежности схем многоугольника, два выключателя на одно присоединение, схем $3/2$, $4/3$ и обсуждение результатов расчетов.

Занятие 3. Метод дерева-отказов (6 часов)

1. Расчет надежности систем электроснабжения собственных нужд электростанций и обсуждение результатов расчетов.

Раздел 2. Надежность и живучесть электрических сетей и систем электроснабжения (18 часов)

Занятие 4. Определение надёжности элементов систем электроснабжения, с использованием активного метода обучения «дискуссия» (6 часов)

1. Расчет надежности подстанций и обсуждение результатов расчетов.
2. Расчет надежности систем электроснабжения и обсуждение результатов расчетов.

Занятие 5. Метод минимальных путей и сечений (6 часов)

1. Расчет надежности схем электрических сетей различных уровней напряжений и обсуждение результатов расчетов.

Занятие 6. Техничко-экономическая оценка и нормирование надёжности электроэнергетических систем (6 часов)

1. Расчёт ущерба от недоотпуска электроэнергии.

Самостоятельная работа (54 часа)

Раздел 1. Надежность и живучесть электрических станций и подстанций (27 часов)

1. Подготовка к устному опросу, тестированию.
2. Решение задач контрольной работы.
3. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 1-23).

Раздел 2. Надежность и живучесть электрических сетей и систем электроснабжения (27 часов)

1. Подготовка к устному опросу, тестированию.
2. Решение задач контрольной работы.
3. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 24-42).

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Живучесть электроэнергетических систем» 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 контрольной работы, состоящей из задач на следующие темы:

1. Расчет надежности схем распределительных устройств 35-500 кВ электростанций и подстанций. Студентам необходимо выбрать лучший вариант по приведенным затратам.
2. Расчет надежности схем электроснабжения собственных нужд тепловой электростанции.
3. Расчет надежности схем электрических сетей и систем.
4. Метод комплексной оптимизации.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в письменной форме. Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на контрольную работу;
- решение задач;
- список использованных источников.

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.

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 баллов выставляется студенту, если студент правильно решил все задачи контрольной работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 5 баллов – работа выполнена неполностью; допущено не более 1 ошибки. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 0 баллов – работа выполнена неполностью. Допущено несколько ошибок в расчётах.

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. Надежность и живучесть электрических станций и подстанций	ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров энергетических систем	Знает нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистемы	Устный опрос на лекции, тестирование, проверка решения задач контрольной работы	Зачет. Вопросы 1-23 перечня типовых вопросов к зачёту
			Умеет анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики		
			Владеет навыками определения объёма и эффективности управляющих воздействий		

			с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем		
		ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности	Знает способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности		
			Умеет определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности		
			Владеет навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности		
		ПК-3.3 – Оценивает достаточность мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	Знает критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме		
			Умеет осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме		
			Владеет навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима		
2	Раздел 2. Надежность и живучесть электрических сетей и	ПК-3.1 – Определяет объём и эффективность управляющих воздействий	Знает нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления	Устный опрос на лекции, тестирование, проверка решения задач	Зачет. Вопросы 24-42 перечня типовых вопросов к зачёту

систем электроснабжения	с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем	режимами работы энергосистемы	контрольно й работы
		Умеет анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики	
		Владеет навыками определения объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем	
	ПК-3.2 – Определяет объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности	Знает способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования мощности	
		Умеет определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности	
		Владеет навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности	
	ПК-3.3 – Оценивает достаточность мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	Знает критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	
		Умеет осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме	

			Владеет навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима		
--	--	--	---	--	--

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Васильев, И. Е. Надежность электроснабжения : учебное пособие для вузов / Васильев И. Е. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012444.html>

2. Хорольский, В. Я. Надежность электроснабжения : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 127 с. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1089756>

3. Меликов, А.В. Практическое применение теории надежности систем электроснабжения : учеб. пособие / А.В. Меликов. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. - 80 с. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1041850>

4. Надежность электроснабжения : учебное пособие / И.Н. Воротников [и др.]. — Ставрополь : АГРУС, 2018. — 64 с. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/92990.html>

Дополнительная литература

1. Старовойтов В.Н., Скакун В.П. Расчет надежности главных схем электростанций. Методические указания к практическим занятиям для студентов спец. 1001. – Владивосток: Ротапринт ДВГТУ, 1996. – 24с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:405521&theme=FEFU>

2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Омега-Л, 2008. – 255с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:665160&theme=FEFU>

3. Правила устройства электроустановок : все действующие разделы. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2011, – 464с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:694239&theme=FEFU>

4. Заповодников К.И., Харлов Н.Н. Надёжность электрических систем: моделирование случайных событий в энергетике: Практикум. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 62с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/151/57151>

5. Волков Н.Г. Надёжность функционирования систем электроснабжения: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 157с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/260/75260>

6. Волков Н.Г. Надёжность электроснабжения: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2003. – 137с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/111/57111>

7. Манов Н.А. Методы и модели исследования надежности электроэнергетических систем/ Н.А. Манов, М.В. Хохлов, Ю.Я. Чукреев, Г.П. Шумилова, М.И. Успенский, М.Ю. Чукреев, Д.В. Полуботко, Н.Э. Готман, Т.Б. Старцева – Сыктывкар, 2010. – 292с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:661700&theme=FEFU>

8. Надёжность электроэнергетических систем и систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Н. Старовойтов, В. П. Скакун ; [отв. ред. Н. В. Силин], – Владивосток.:Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2015. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:767973&theme=FEFU>

9. Воропай Н.И. Надёжность систем электроснабжения : конспект лекций, – Новосибирск.:Изд-во Наука, 2006. – 205 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:661661&theme=FEFU>

10. Надёжность ТЭС: Учебное пособие / Алиев Т.И., Муравьева-Витковская Л.А., Соснин В.В., – СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 197 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/402/76402>

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-ups.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 «Живучесть электроэнергетических систем» 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: выполнить расчеты по заданным параметрам. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения задач. Выдает задания на контрольную работу. Последующая защита контрольной работы развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать свои принятые решения и развивает коммуникативные и творческие навыки;

- **самостоятельная работа** в виде подготовки к блиц-опросу, рубежному тестированию, а также выполнения контрольной работы направленной 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 style="text-align: center;">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</p>	<p style="text-align: center;">--</p>

	<p>комплекс противоаварийной автоматики (резервированный) с комплектом адаптированных «МКПА»,</p> <p>Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики «МКПА. Резервный шкаф», цифровое устройство передачи команд релейной защиты и</p> <p>противоаварийной автоматики «УПК-Ц»,</p> <p>Лабораторный стенд «Электрические измерения» НТЦ-08</p>	
<p>Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. Е524, Е525</p>	<p>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</p>	<p>– AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</p> <p>– Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>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</p> <p>Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля;</p> <p>оборудованы:</p> <p>портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции</p>	<p>обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключая возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt;</p> <p>– Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов;</p> <p>– SOLIDWORKS 2017 – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия</p>

	<p>цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	<p>на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов; – Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов, включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг; – 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).
--	---	--

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 выполнения контрольной работы;
- критерии оценивания контрольной работы;
- примеры тестовых заданий;
- критерии оценивания результатов тестирования.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-3 Способен применять методы анализа вариантов управляющих воздействий для корректировки режимов и параметров электроэнергетических систем	знает (пороговый)	нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетики; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистем; способы и методы поддержания баланса мощности, принципы организации резервирования	знать нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетик и; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистем; способы и методы поддержания баланса	способность использовать нормативные правовые акты и нормативно-техническую документацию в области электроэнергетик и; правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистем; способы и методы поддержания

		<p>мощности; критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>мощности, принципы организации резервирования мощности; критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>баланса мощности, принципы организации резервирования мощности; критерии оценки эффективности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>
	<p>умеет (продвинутой)</p>	<p>анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики; определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>уметь анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики; определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>	<p>способность анализировать текущий электроэнергетический режим; читать схемы энергосистем, нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики; определять объём и место размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; осуществлять оценку достаточности мер, обеспечивающих надёжность работы энергосистемы в нормальной и ремонтной схеме</p>
	<p>владеет (высоки)</p>	<p>навыками определения объёма</p>	<p>владеть навыками определения</p>	<p>уровень владения навыками</p>

	й)	и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем; навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима	объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем; навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима	определения объёма и эффективности управляющих воздействий с целью регулирования режимов и параметров электроэнергетических систем; навыками определения объёма и места размещения резервов мощности с целью поддержания минимально необходимого объёма резерва мощности; навыками проведения анализа вариантов управляющих воздействий на параметры режимов электроэнергетической системы и выбора оптимального режима
--	----	--	---	---

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

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Живучесть электроэнергетических систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Живучесть электроэнергетических систем» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса,

тестирования, выполнения и защиты контрольной работы) 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 «Живучесть электроэнергетических систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Живучесть электроэнергетических систем» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

Перечень типовых вопросов к зачету

1. Средства обеспечения надежности?
2. Причины отказов?
3. Виды резервирования
4. Что такое отказ?

5. Чем характерен экспоненциальный закон времени безотказной работы?
6. Метод минимальных сечений
7. Что такое живучесть?
8. Таблично-логический метод
9. Чем отличается логическое сложение от логического умножения?
10. Почему при анализе надежности ЭЭС используется параметр потока отказов периода нормальной эксплуатации?
11. Как составляется таблица расчетных связей при анализе надежности электрических схем при развитии аварий при использовании таблично-логического метода?
12. Как рассчитать недоотпуск электроэнергии потребителям при использовании таблично-логического метода?
13. Как рассчитать ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителям аварий при использовании таблично-логического метода?
14. Какие величины входят в выражение приведенных затрат при проектировании и эксплуатации энергообъектов?
15. Каким образом рассчитывается частота аварий при нормальной локализации и при развитии аварий?
16. Как выбираются расчетные режимы и рассчитываются их относительные длительности при использовании таблично-логического метода?
17. Как рассчитывается среднее время восстановления нормальной работы схемы энергообъекта после длительных аварий при использовании таблично-логического метода?
18. Как рассчитывается среднее время восстановления нормальной работы схемы энергообъекта после кратковременных аварий различного вида при использовании таблично-логического метода?

19. Как рассчитывается среднее время восстановления нормальной работы схемы энергообъекта при развитии аварий различного вида при использовании таблично-логического метода?

20. Порядок расчета надежности схем энергообъектов при использовании таблично-логического метода

21. Как составляется расчетная схема при анализе надежности схемы энергообъекта при использовании таблично-логического метода?

22. Как рассчитать параметры надежности элементов схемы энергообъектов?

23. Метод непараметрической оценки надежности схем РУ электростанций и подстанций

24. Метод дерева-отказов

25. Метод минимальных сечений

26. Каким образом составляется дерево-отказов?

27. При построении дерева-отказов какие основные принципы построения используются?

28. Чем отличаются выражения при расчете частоты аварии при использовании таблично-логического метода и метода дерева-отказов?

29. Что такое среднеквадратическая погрешность и как она рассчитывается при определении частоты возникновения конечных событий и их относительной длительности

30. Как рассчитать недоотпуск электроэнергии потребителям при использовании метода-дерева-отказов?

31. Как рассчитать ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителям при использовании метода-дерева-отказов?

32. Метод минимальных сечений.

33. Метод минимальных путей.

34. Алгоритм расчета надежности электроснабжения потребителей методом минимальных сечений в вероятностном отношении.

35. Алгоритм расчета надежности электроснабжения потребителей методом минимальных путей в вероятностном отношении.

36. Алгоритм расчета надежности электроснабжения потребителей методом минимальных сечений при определении ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям.

37. Алгоритм расчета надежности электроснабжения потребителей методом минимальных путей при определении ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям.

38. Что такое минимальное сечение. Привести примеры.

39. Что такое минимальный путь. Привести примеры.

40. Модели надежности элементов схем энергообъектов и самих схем.

41. Как составляется таблица расчетных связей при анализе надежности электрических схем при нормальной локализации аварий при использовании таблично-логического метода?

42. Метод комплексной оптимизации.

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 и задач, 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 выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Типовые задания для выполнения контрольной работы

Комплект типовых заданий для выполнения контрольной работы по дисциплине «Живучесть электроэнергетических систем» в общем виде содержит:

Задача №1.

Рассчитать надежность схемы распределительного устройства 110 – 500 кВ электростанции или подстанции (схемы выдаются ведущим преподавателем).

Задача №2.

Рассчитать надежность схемы электроснабжения собственных нужд тепловой электростанции (схемы выдаются ведущим преподавателем).

Задача №3.

Рассчитать надежность схемы распределительных сетей (схемы выдаются ведущим преподавателем).

Критерии оценивания контрольной работы:

✓ 10 баллов выставляется студенту, если студент правильно решил все задачи контрольной работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 5 баллов – работа выполнена неполностью; допущено не более 1 ошибки. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 0 баллов – работа выполнена неполностью. Допущено несколько ошибок в расчётах.

Примеры тестовых заданий

1. Надежность это:

а) свойство объекта

б) способность объекта

в) качество объекта

2. Что такое безотказность?

а) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние

б) свойство объекта непрерывно сохранять исправное состояние

в) качество объекта

3. Что такое отказ объекта?

а) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния

б) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния

в) событие, заключающееся в нарушении работоспособного и исправного состояний

4. Средства обеспечения надежности:

а) РЗА, резервирование, техническое обслуживание, ремонт

б) РЗА, резервирование, техническое обслуживание

в) РЗА, резервирование, ремонт

5. При экспоненциальном законе распределения время безотказной работы

а) $\lambda(t) = \omega(t)$

б) $\lambda(t) > \omega(t)$

в) $\lambda(t) < \omega(t)$

6. При экспоненциальном законе распределения время безотказной работы

а) $\lambda(t)$ - постоянная величина

б) $\lambda(t)$ - уменьшается с течением времени

в) $\lambda(t)$ - увеличивается с течением времени

7. Что такое повреждение объекта

а) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта

б) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта

а) событие, заключающееся в нарушении работоспособного и исправного состояний объекта

8. Виды резервирования

а) структурное, функциональное и временное

б) структурное, явное и временное

в) структурное, неявное и временное

9. Что такое структурное резервирование

а) использование избыточных элементов

б) использование способности элементов выполнять дополнительные функции

в) использование избыточных элементов и способности элементов выполнять дополнительные функции

10. Что такое вероятность события

а) численная мера степени объективной возможности

б) качественная мера степени объективной возможности

в) относительная мера степени объективной возможности

11. Вероятность безотказной работы это:

а) функция убывающая во времени

б) функция возрастающая во времени

в) функция не изменяющаяся во времени

12. Какое выражение является верным для определения вероятности безотказной работы объектов

а) $P(t) = \frac{a(t)}{\lambda(t)}$

б) $P(t) = \frac{\lambda(t)}{a(t)}$

в) $P(t) = \lambda(t) \cdot a(t)$

13. Какой поток отказов является ординарным?

а) если совмещения двух и более отказов в один и тот же момент времени является практически невозможным

б) если вероятностный режим не изменяется во времени

в) если появления K отказов на отрезке времени $(t, t+\Delta t)$ зависит только от Δt

14. Какой поток отказов является стационарным?

а) если совмещения двух и более отказов в один и тот же момент времени является практически невозможным

б) если вероятностный режим изменяется во времени

в) если появления K отказов на отрезке времени $(t, t+\Delta t)$ зависит только от Δt

15. Параметр потока отказов в режиме нормальной эксплуатации

а) возрастает

б) уменьшается

в) не изменяется

16. Параметр потока отказов $\omega(t)$ используется для оценки надежности восстанавливаемых или невосстанавливаемых объектов

а) восстанавливаемых

б) невосстанавливаемых

в) восстанавливаемых и невосстанавливаемых

17. Таблично-логический метод наиболее целесообразно использовать для анализа надежности каких электрических схем

а) схем распределительных устройств повышенных напряжений электростанций и подстанций

б) схем распределительных устройств собственных нужд электростанций и подстанций

в) схем электрических сетей

18. Метод дерева отказов наиболее целесообразно использовать для анализа надежности каких электрических схем

а) схем распределительных устройств повышенных напряжений электростанций и подстанций

б) схем распределительных устройств собственных нужд электростанций и подстанций

в) схем электрических сетей

19. Метод минимальных путей и сечений наиболее целесообразно использовать для анализа надежности каких электрических схем

а) схем распределительных устройств повышенных напряжений электростанций и подстанций

б) схем распределительных устройств собственных нужд электростанций и подстанций

в) схем электрических сетей

20. Какое выражение является верным для определения вероятности отказов

а) $Q(t) = 1 - P(t)$

б) $Q(t) = 1 + P(t)$

в) $Q(t) = P(t)$

Критерии оценивания результатов тестирования

Цель проведения тестирования – определение уровня усвоения студентами знаний по расчету надежности систем электроснабжения в соответствии с учебной программой.

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

Условия применения. Для проверки знаний для промежуточной аттестации студент получает 3 вопроса. Правильный ответ оценивается в 3 балла. В итоге студент может набрать 9 баллов. Тесты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса.

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