

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии.

Уровень образования : бакалавриат

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины

РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
(профиль 1)

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.21
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр – 3
Часов (всего) по учебному плану:	108
Лекции	8 семестр - 16 часов
Практические занятия	учебным планом не предусмотрены
Лабораторные работы	8 семестр - 16 часов
Аудиторные консультации по курсовым проектам (работам)	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	8 семестр - 58 часов
включая: расчетные задания	8 семестр - 8 часов
Промежуточная аттестация:	
Зачет	8 семестр - 0,3 часа
Контроль:	
Зачет	8 семестр – 17,7 часа

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Ю.М. Чубко

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой Энергетики

(название кафедры)

(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Теплоэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой Энергетики

(название кафедры)

(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины состоит в приобретении студентами знаний по основам правильной технической эксплуатации и методам ведения рациональных режимов работы теплосилового оборудования ТЭС и АЭС, обеспечивающих надежную, экономичную и безопасную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования в процессе выполнения диспетчерского графика нагрузок.

Задачи дисциплины:

- задачей изучения дисциплины является обеспечение знаний студентов в области технической эксплуатации и методов ведения рациональных режимов работы теплосилового оборудования ТЭС и АЭС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ПК-1.1 Обосновывает выбор параметров систем теплоснабжения промышленных и гражданских объектов, учитывая технические ограничения	знать: - структуру управления электростанцией – условия обеспечения безопасной, экономической и безаварийной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования уметь: - выполнять расчеты тепловых схем станций в различных режимах
	ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения	знать: - основные ограничения, накладываемые на режимы работы; уметь: – рассчитывать показатели тепловой экономичности;
	ПК-1.3 Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений	знать: - способы повышения маневренности оборудования; уметь: – производить распределение нагрузки между агрегатами;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	ПК-1.4 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	знать: – методы оптимального распределения нагрузки между агрегатами; – систему технической отчетности электростанций уметь: – выбирать оптимальный состав генерирующего оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к блоку 1 дисциплины обязательной части по направлению подготовки Бакалавриат 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии).

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Котельные установки", "Турбины ТЭС и АЭС", "Водоподготовка", "Тепловые электрические станции".

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при работе студентов при выполнении выпускной квалификационной работы и могут быть использованы при дальнейшей работе на производстве.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего – **108 ч.**

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Графики нагрузок	4	8	1	-	1	-	-	-	3	-	Изучение теоретического и практического материала и выполнение №1, 2,из КР. [1] стр. 35-90 [3] стр. 48-96	
2	Стационарные режимы работы основного оборудования ТЭС	23	8	4	-	4	-	-	-	16	-	Изучение теоретического и практического материала и выполнение №3,4,5 из КР: [2] стр. 124-157 [3] стр. 132-219	
3	Маневренность оборудования	8	8	2	-	2	-	-	-	7	-	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 7-26 [5] стр. 1-42 Выполнение № 6 из КР. [4] стр. 1-66 [6] стр. 1-50	
4	Энергетические характеристики	12	8	3	-	3	-	-	-	10	-	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 50-70 [5] стр. 55-75 [4] стр. 85-90	

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
5	Нестационарные режимы работы основного оборудования ТЭС	12	8	4	-	3	-	-	-	10	-	Изучение теоретического и практического материала [2] стр. 158-167 [3] стр. 220-250	
6	Оптимальная загрузка основного оборудования ТЭС	13	8	2	-	3	-	-	-	12	-	1] стр. 56-75 [5] стр. 65-80	
7	Зачет	36	8	-	-	-	-	-	2,5	0	17,7		
8	Итого:	108	8	16	-	16	-	-	2,5	58	17,7		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2 Краткое содержание разделов

1. Графики нагрузок. (курсивом)

Графики электрических нагрузок. Состав оборудования энергосистем и его структура. Оперативная подчиненность персонала. Административная схема управления ТЭС. Диспетчерская служба.

2. Стационарные режимы работы основного оборудования ТЭС.

Эксплуатация энергоблоков КЭС при стационарных нагрузках. Режимные карты оборудования и энергоблока. Режимы стационарной работы котлов. Энергетические характеристики, поправки к ним.

Эксплуатация конденсационных турбин под нагрузкой. Занос проточной части турбины.

Работа основного оборудования ТЭС на частичных нагрузках.

3. Маневренность оборудования.

Маневренность оборудования ТЭС. Температурные напряжения в металле в переходных режимах работы оборудования.

4. Энергетические характеристики.

Энергетические характеристики конденсационных энергоблоков (котлов, турбин). Типовые и нормативные характеристики. Выбор оптимального вакуума в конденсаторе турбины при эксплуатации оборудования на частичных нагрузках. Загрязнение конденсатора в процессе эксплуатации. Воздушная плотность конденсатора.

5. Нестационарные режимы работы основного оборудования ТЭС.

Пуски барабанных котлов на общестанционную магистраль. Пуски паровых турбин на ТЭС с поперечными связями. Нормы расхода топлива на пуски.

Пуски энергоблоков. Унифицированная технология пуска блоков сверхкритических параметров. Преимущество блочных пусков на скользящих параметрах пара.

Остановы блоков. Классификация остановов. Схемы расхолаживания и их эффективность.

Способы прохождения провалов нагрузки. Разгрузка энергоблоков.

6. Оптимальная загрузка основного оборудования ТЭС.

Участие теплофикационных агрегатов различного типа в регулировании графиков тепловой и электрических нагрузок. Способы разделения затрат тепла и топлива на выработку тепловой и электрической энергий.

Методы оптимального распределения нагрузки между параллельно работающими агрегатами в пределах станции. Области применимости методов.

3.3. Темы практических занятий

8 Семестр

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

3.4. Темы лабораторных работ

8 Семестр

1. Эксплуатация системы смазки турбоагрегатов
2. Эксплуатация газо-масляной системы турбогенератора
3. Эксплуатация бойлерных установок

4. Эксплуатация системы подпитки теплосети
5. Эксплуатация питательных насосов
6. Эксплуатация деаэраторов
7. Эксплуатация ПВД турбин и их защит
8. Эксплуатация оборудования и сооружений системы техводоснабжения

3.5. РГР

8 Семестр

Тип РГР: расчетное задание.

Тематика расчетных заданий

Расчет принципиальной тепловой схемы при частичной нагрузке энергоблока.

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовые проекты/курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды идентификаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		8 Семестр						
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
Условия обеспечения безопасной, экономической и безаварийной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования	ПК-1.1	X	X			X		1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь). 3. Тест №1. Тема – Графики электрических нагрузок. 4. Тест №2 Тема – Энергетические характеристики 5. Тест №4Тема – Энергетические характеристики
Основные ограничения, накладываемые на режимы работы	ПК-1.2		X		X	X	X	1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь). 3. тест №3. Тема – Техническое водоснабжениеи
Способы повышения маневренности оборудования	ПК-1.3			X		X		1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь). 3. - тест №2. Тема – Энергетические характеристики. 4. тест №5 Тема – Маслоснабжение
Методы оптимального распределения нагрузки между агрегатами;	ПК-1.4	X			X		X	1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь). 3. - тест №6. Тема – Способы разделения затрат тепла и топлива на выработку тепловой и

								электрической энергии.
Систему технической отчетности электростанций	ПК-1.4	X	X			X	X	1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь)..
Уметь:								
Выполнять расчеты тепловых схем станций в различных режимах.	ПК-1.1		X		X	X		1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь).
Рассчитывать показатели тепловой экономичности .	ПК-1.2		X			X		1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь).
Производить распределение нагрузки между агрегатами.	ПК-1.3			X			X	1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь).
Выбирать оптимальный состав генерирующего оборудования	ПК-1.4					X	X	1. Конспект. 2. Решение задач. РГР (с отметкой баллов в рабочую тетрадь).

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

– тестирование:

- тест №1. Тема – Графики электрических нагрузок.
- тест №2. Тема – Энергетические характеристики.
- тест №3. Тема – Частичные нагрузки.
- тест №4. Тема – Техническое водоснабжение.
- тест №5. Тема – Маслоснабжение.
- тест №6. Тема – Способы разделения затрат тепла и топлива на выработку тепловой и электрической энергий.

– выполнение и защита расчетного задания.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложение А

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

Защита расчетного задания.

Зачет с оценкой

Оценка определяется пол совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системы для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Рейхрудель И.С. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: методические указания. Часть 1. - Волжский : Филиал ГОУВПО МЭИ (ТУ) в г. Волжском, 2004. - 88 с.
2. Рейхрудель И.С. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: методические указания. Часть 2. - Волжский : Филиал ГОУВПО МЭИ (ТУ) в г. Волжском, 2005. - 116 с.
3. Гиршфельд В.Я. Режимы работ и эксплуатации ТЭС. [Электронный ресурс] – М. Энергия, 1980 – 288 с
4. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Е. Я. Соколов. - 9-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : МЭИ, 2009. - Режим доступа: www.nelbook.ru/reader/?book=140
5. Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. - Электрон. текстовые дан. – СПб. : Лань, 2014. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/50160/>
6. Гриценко, А. Н. Основы производства холода и трансформации тепла : учеб. пособие / А. Н. Гриценко. - Волжский : Филиал ГОУВПО МЭИ (ТУ) в г. Волжском, 2007. - 94 с.
- 7.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ОС Windows, Microsoft Office, MathCAD

5.3 Электронные образовательные ресурсы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
База данных Scopus <https://www.scopus.com>
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ
<https://rosmintrud.ru/opendata>
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций. Необходимое программное обеспечение: пакет MicrosoftOffice.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Режимы работы и эксплуатации теплоэнергетических систем (профиль 1)

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест по пройденному материалу лекционных занятий (1 час.)
- КМ-2 Тест по пройденному материалу лекционных занятий (с 2 по 4 час.)
- КМ-3 Тест по пройденному материалу лекционных занятий (с 5 по 10 час.)
- КМ-4 Тест по пройденному материалу лекционных занятий (с 11 по 14 час.)
- КМ-5 Тест по пройденному материалу лекционных занятий (с 15 по 16 час.)
- КМ-6 Выполнение и защита расчетного задания

Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	экзамен
1	Графики нагрузок		+						+
2	Стационарные режимы работы основного оборудования ТЭС		+	+					+
3	Маневренность оборудования			+	+				+
4	Энергетические характеристики				+	+	+		+
5	Нестационарные режимы работы основного оборудования ТЭС					+	+	+	+
6	Оптимальная загрузка основного оборудования ТЭС							+	+
	Минимальный балл за КМ		4	4	4	4	4	20	20
	Максимальный балл за КМ		6	6	6	6	6	30	40

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки: 13.03.01 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Оценочные материалы по дисциплине
Б1.В.21 РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ПРОФИЛЬ 1)**

Волжский 2023

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
Знать:		
режимы работы электрической сети по активной мощности	ПК-1.1	Контрольная работа 1. Баланс активной мощности электроэнергетической системы
режимы работы электрической сети по реактивной мощности	ПК-1.1	Контрольная работа 2. Баланс реактивной мощности электроэнергетической системы
основные сведения по организации эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи (ВЛ)	ПК-1.2	Тест 1. Эксплуатация ВЛ
Уметь:		
анализировать техническую информацию по электрооборудованию, схемам электрических сетей	ПК-1.1	РГР. Расчет встречного регулирования напряжения на подстанции 110/10 кВ
производить анализ режимов работы электрических сетей	ПК-1.2	Защита лабораторной работы № 1-6

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

Тест. Эксплуатация ВЛ

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

- Техническое обслуживание ВЛ включает в себя комплекс мероприятий, направленных на
 - обеспечение надежной работы
 - предохранение элементов ВЛ от преждевременного износа
 - поддержание первоначальных эксплуатационных показателей и параметров ВЛ
 - восстановление эксплуатационных показателей и параметров ВЛ
- Капитальный ремонт ВЛ включает в себя комплекс мероприятий, направленных на
 - обеспечение надежной работы

- 2) предохранение элементов ВЛ от преждевременного износа
 - 3) поддержание первоначальных эксплуатационных показателей и параметров ВЛ
 - 4) восстановление эксплуатационных показателей и параметров ВЛ
3. Техническое обслуживание и капитальный ремонт рекомендуется выполнять методом
- 1) комплексным
 - 2) по видам работ
 - 3) узловым
 - 4) индивидуальным
4. Техническое обслуживание и капитальный ремонт ВЛ могут выполняться
- 1) со снятием напряжения
 - 2) без снятия напряжения на нетоковедущих частях
 - 3) под напряжением на токоведущих частях
 - 4) любой вариант
5. Работы по ликвидации аварий и техническому обслуживанию ВЛ могут производиться
- 1) в любой период только с согласованием с землепользователем
 - 2) в любой период с уведомлением землепользователя о проводимых работах *
 - 3) в любой период без согласования с землепользователем *
 - 4) с уведомлением землепользователя о проводимых работах
6. Объемы работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту ВЛ определяются на основании
- 1) результатов измерений
 - 2) результатов проверок
 - 3) результатов осмотров
 - 4) все варианты верны *

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Контрольная работа. Баланс активной мощности электроэнергетической системы
Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса. Время выполнения 20 минут.

- 1 вариант: 1. Вторичное статическое регулирование, коэффициент статизма
2. Уравнение баланса активной мощности. Статические характеристики мощности по частоте
- 2 вариант: 1. Регулирование частоты в изолированной ЭЭС с нерегулируемой турбиной
2. Регулирование частоты в ЭЭС с двумя балансирующими станциями
- 3 вариант: 1. Астатическое регулирование частоты в изолированной ЭЭС
2. Регулирование частоты с одной балансирующей станцией
- 4 вариант: 1. Первичное статическое регулирование, коэффициент статизма
2. Оптимальное распределение активной мощности между агрегатами одной станции, относительные приросты расхода топлива

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8-9 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Контрольная работа. Баланс реактивной мощности электроэнергетической системы
Контрольная работа содержит 2 теоретических вопроса. Время выполнения 20 минут.

- 1 вариант: 1. Регулирующий эффект нагрузки
2. Ограничение реактивной мощности генератора при $Q_{\Gamma} > Q_{\text{ном}}$.

- 2 вариант: 1. Уравнение баланса реактивной мощностей. Векторная диаграмма ЛЭП
2. Регулирование реактивной мощности при постоянной активной.
- 3 вариант: 1. Регулирование реактивной мощности при постоянной активной.
2. Ограничение реактивной мощности генератора при $Q_g < Q_{ном}$.

Защита лабораторной работы «Исследование работы ЛЭП в различных режимах работы»

Вопросы:

1. Как изменится величина напряжения, если не учитывать активное сопротивление линии ?
2. Как влияет продольная емкостная компенсация на величину напряжения?
3. Как влияет поперечная емкостная компенсация на величину напряжения

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Защита лабораторной работы «Исследование способов регулирования напряжения на шинах подстанции»

Вопросы:

1. Какие способы регулирования напряжения возможны у силовых трансформаторов и в чем их различие?
2. Как рассчитывается мощность синхронного компенсатора, необходимую для встречного регулирования?
3. Покажите схему включения конденсаторов, определенных в ходе работы

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Защита лабораторной работы «Выбор компенсирующих устройств электрической сети»

Вопросы:

1. Перечислите естественные мероприятия по компенсации реактивной мощности в сетях напряжением до 1000 В.
2. Дайте характеристику *искусственных* способов компенсации реактивной мощности.
3. Покажите схему включения конденсаторов, определенных в ходе работы

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Защита лабораторной работы «Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках»

Вопросы:

1. Перечислите состав лиц, ответственных за безопасное ведение работ.
2. За какие действия отвечает допускающий?

3. Что такое наряд?

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Защита лабораторной работы «Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения»

Вопросы:

1. Перечислите технические мероприятия при подготовке рабочего места со снятием напряжения.
2. Какие типы плакатов из средств электрозащиты бывают?
3. Какие электрозащитные средства используются для проверки отсутствия напряжения?

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Защита лабораторной работы «Меры и средства, обеспечивающие электробезопасность в электроустановках»

Вопросы:

1. Какие меры защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме применяют?
2. Какие меры защиты от поражения электрическим током в аварийном режиме применяют?
3. Какие средства защиты в электроустановках до и выше 1 кВ используют и для чего они предназначены?

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Расчетное задание.

Тема: Расчет встречного регулирования напряжения на подстанции 110/10 кВ.

Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания.

I. Выполнить:

Определить наименьшую мощность синхронного компенсатора, обеспечивающего встречное регулирование напряжения на подстанции. Выбрать тип синхронного компенсатора.

II. Исходные данные для задания:

Районная понизительная подстанция питается двумя параллельными линиями 110 кВ длиной l с проводами марки АС, закрепленными на железобетонных опорах. На подстанции установлены два трансформатора старого типа мощностью $S_{ном}$ с ПБВ-110 $\pm 4 \times 2,5\%$ / 11 кВ. Напряжение на стороне НН подстанции, приведенное к высшему, в режимах наибольших и наименьших нагрузок соответственно $U_{нб}$, кВ, $U_{нм}$, кВ.

Желаемое напряжение на стороне НН трансформатора $U_{2нб\ жел} = 10,5$ кВ; $U_{2нм\ жел} = 10,0$ кВ. Схема передачи при изменении режима не меняется. Экономическая плотность тока $j_{эк} = 1,1$ А/мм².

III. Технология выполнения задания:

1. Определяется коэффициент трансформации k_T

$$\frac{-0,5(U_{2нбжел})x_{нм}}{(U_{2нмжел})x_{нб}} = \frac{k_T(U_{2нмжел}) - U_{2нм}}{k_T(U_{2нбжел}) - U_{2нб}},$$

2. Напряжение ответвления при известном k_T

$$U_{отв} = k_T \cdot U_{2ном}$$

3. Определяют напряжение на стороне НН в режимах наибольших $U_{2нб}$ и наименьших $U_{2нм}$ нагрузок при $U'_{отв}$.

$$U_{2нб} = \frac{U_{нб} \cdot U_{2ном}}{U_{отв}}, U_{2нм} = \frac{U_{нм} \cdot U_{2ном}}{U_{отв}}$$

4. Определяют отклонения напряжения $\Delta U_{ск.нб}$ и $\Delta U_{ск.нм}$ на стороне 10 кВ относительно желаемых, которые необходимо скомпенсировать синхронным компенсатором.

5. Необходимая мощность синхронного компенсатора в режиме перевозбуждения (выдачи мощности)

$$Q_{ск.нб} = \frac{\Delta U_{ск.нб} \cdot U_{2нб}}{x} \left(\frac{U_{отв}}{U_{2ном}} \right)^2$$

в режиме недовозбуждения

$$Q_{ск.нм} = \frac{\Delta U_{ск.нм} \cdot U_{2нм}}{x} \left(\frac{U_{отв}}{U_{2ном}} \right)^2$$

6. Выбирают тип и мощность синхронного компенсатора.

Минимальный объем полностью выполненного задания: 8 страниц

IV. Срок выполнения расчетного задания: экзаменационная сессия

V. Дополнительные сведения

а) При выполнении работы следует использовать учебное пособие [1], [4].

б) Домашнее задание выполняется в рукописной форме.

Промежуточная аттестация

Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Уравнение баланса активной мощности для ЭЭС. Статические характеристики мощности по частоте
2. Общие требования к линейной арматуре и изоляции ВЛ
3. Регулирование частоты в изолированной ЭЭС. Вторичное статическое регулирование, коэффициент статизма. Зависимость частоты от мощности
4. Охрана ВЛ

Примеры практических заданий:

1. Определить значение напряжения на шинах НН трансформатора ТДН - 110/11, если известно:
 $r_0 = 0,3 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,4 \text{ Ом/км}$; $L = 45 \text{ км}$; $P_{л} = 5 \text{ МВт}$; $\cos \phi = 0,88$; $U_{ВН} = 111 \text{ кВ}$; $r_T = 13 \text{ Ом}$; $x_T = 210 \text{ Ом}$
2. Определить необходимую мощность синхронного компенсатора в режимах пере- и недовозбуждения, если $\Sigma = 0,52 \text{ Ом}$; $U_{ном} = 35 \text{ кВ}$; $U_{отв. нб} = 35,8 \text{ кВ}$; $U_{отв. нм} = 34,8 \text{ кВ}$; $U_{нб} = 35,4 \text{ кВ}$; $U_{нм} = 33,7 \text{ кВ}$

Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов