

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

---

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и сети

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ**  
**ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕРИРУЮЩИХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.В.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр – 5</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр – 16 часов</b>
<b>Аудиторные консультации по курсовым проектам (работам)</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр – 96 часов</b>
<b>включая:</b> <b>РГР</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>включая:</b> <b>РГР</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>курсовые проекты (работы)</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>экзамен</b>	<b>1 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> <b>экзамен</b>	<b>1 семестр – 33,5 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Старший преподаватель кафедры  
Энергетики

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

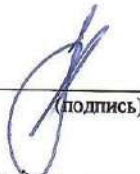
А.А. Смирнов

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой

Энергетики, д.т.н., доцент

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Электроэнергетические системы и сети

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является формирование у обучающихся представлений о режимах работы оборудования электрических станций и электрических сетей, показателях энергетической и экономической эффективности энергетического оборудования и технологии производства тепловой и электрической энергии, получение необходимых знаний и навыков для выбора оперативного планирования и повышения эффективности режимов работы энергетического оборудования.

**Задачами дисциплины** являются:

- получение знаний о режимах работы оборудования электрических станций и электрических сетей;
- приобретение навыков использования методов расчетов показателей энергетической и экономической эффективности энергетического оборудования для проектирования и эксплуатации энергетических объектов.

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 Осуществляет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования энергообъектов	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– распределение тепловой и электрической мощности ТЭЦ по обеспечению тепловых нагрузок потребителей.</li><li>– основные показатели надежности энергетического оборудования.</li><li>– методики составления алгоритмов и моделей оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– производить технико-экономическую оценку загрузки тепловой и электрической мощности ТЭЦ по обеспечению тепловых нагрузок потребителей.</li><li>– производить расчеты показателей надежности энергетического оборудования.</li><li>– проводить анализ эффективности разработанных алгоритмов и моделей оптимизации режимов энергетических</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		объектов.
	ПК-1.2 Проводит расчеты и эксперименты в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации и обрабатывает полученные результаты	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы оперативного планирования и повышения эффективности режимов работы тепломеханического оборудования ТЭС.</li> <li>– методы термодинамической и технико-экономической оптимизации циклов и схем теплоэнергетических блоков различных типов.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать показатели энергетической эффективности ТЭС в системе электро- и теплоснабжения.</li> <li>– строить и реализовывать математические модели оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Магистр 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль: Электроэнергетические системы и сети).

Дисциплина базируется на дисциплинах бакалавриата «Переходные процессы», «Электроэнергетические системы и сети», «Теоретические основы генерирующих систем».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основы экономической теории предприятий;
- принцип работы и тепловые схемы тепловых и атомных электростанций;
- методы расчета тепловых схем;

**уметь:**

- выбирать нужные методы расчета тепловых схем;
- составлять технико-экономическое обоснование проекта;
- применять алгоритмы составления технико-экономического обоснования проекта.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Технико-экономическое обоснование инвестиций в энергетике», «Режимы работы оборудования электростанций», «Исследование аварийных режимов и устойчивости ЭЭС» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы
				Контактная						СР	Конт- роль	
				Лк.	Пр.	Лаб.	КПР	ИККП	ПА			
1	Энергетика России и стран СНГ	9	1	1	-	-	-	-	-	8	-	[Электронный ресурс]
2	Рынки электроэнергии и мощности	24	1	2	2	4	-	-	-	16	-	[Электронный ресурс]
3	Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии	36	1	4	4	4	-	-	-	24	-	[4] с. 14-28
4	Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии	36	1	4	4	4	-	-	-	24	-	[5] с. 47-53 [2] с. 20-53, с. 66-89
5	Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии	39	1	5	6	4	-	-	-	24	-	[2] с. 90-114, с. 186-240
	Экзамен	36	1	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Согласно программе экзамена
	Итого:	180	-	16	16	16	-	-	2,5	96	33,5	

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### *1. Энергетика России и стран СНГ*

Единая энергетическая система России (ЕЭС России) состоит из 70 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют 7 объединенных энергетических систем: Востока, Сибири, Урала, Средней Волги, Юга, Центра и Северо-Запада. Все энергосистемы соединены межсистемными высоковольтными линиями электропередачи напряжением 220-500 кВ и выше и работают в синхронном режиме (параллельно). В электроэнергетический комплекс ЕЭС России входит около 700 электростанций мощностью свыше 5 МВт.

#### *2. Рынки электроэнергии и мощности*

Оптовый рынок электрической энергии и мощности (ОРЭМ) — сфера обращения особых товаров — электрической энергии и мощности в рамках Единой энергетической системы России в границах единого экономического пространства Российской Федерации с участием крупных производителей и крупных покупателей электрической энергии и мощности, а также иных лиц, получивших статус субъекта оптового рынка и действующих на основе правил оптового рынка, утверждаемых в соответствии с Федеральным законом «Об электроэнергетике» Правительством РФ.

#### *3. Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии*

Показатели энергетической эффективности теплофикационных установок. Основные методы оценки эффективности энергетической системы. Определение расхода топлива генерирующих систем. Исследование регулировочного диапазона работы энергетического оборудования.

#### *4. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии*

Отечественные методы разделения затрат топлива. Особенности зарубежных методов разделения затрат топлива.

#### *5. Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии*

Основные задачи и критерии оптимизации режимов. Оперативное распределение нагрузки между теплофикационными турбинами ТЭС. Технологическая и режимная экономичность. Правило наивыгоднейшего распределения нагрузки между двумя агрегатами.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Рынки электроэнергии и мощности. Конкурентный отбор мощности (2 часа).
2. Показатели энергетической эффективности ТЭЦ в системе электро- и теплоснабжения (4 часа).
3. Анализ использования различных методов разделения затрат топлива (4 часа).
4. Примеры решения задач оптимизации режимов производства тепловой и электрической энергии (6 часов).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Расчет технико-экономических показателей ТЭС (4 часа).
2. Исследование режима работы ТЭС на базе тренажера АО «ТЭСТ» (4 часа).
3. Оптимизация режимов работы основного энергетического оборудования ТЭС (4 часа).
4. Разработка алгоритма повышения конкурентоспособности ТЭС на ОРЭМ (4 часа).

### **3.5. Рефераты учебным планом не предусмотрены**

### **3.6. Расчетные задания учебным планом не предусмотрены**

### **3.7. Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен**

### 3.8. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п. 3.1)					Формы контроля
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
распределение тепловой и электрической мощности ТЭЦ по обеспечению тепловых нагрузок потребителей.	ПК-1.1	X	X	X	X		Письменная контрольная работа № 3
основные показатели надежности энергетического оборудования.	ПК-1.1	X	X	X	X		Письменная контрольная работа № 2
методики составления алгоритмов и моделей оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.	ПК-1.1					X	Письменная контрольная работа № 3
методы оперативного планирования и повышения эффективности режимов работы тепломеханического оборудования ТЭС.	ПК-1.2			X	X	X	Письменная контрольная работа № 1
методы термодинамической и технико-экономической оптимизации циклов и схем теплоэнергетических блоков различных типов.	ПК-1.2			X		X	Письменная контрольная работа № 3
<b>Уметь:</b>							
производить технико-экономическую оценку загрузки тепловой и электрической мощности ТЭЦ по обеспечению тепловых нагрузок потребителей.	ПК-1.1		X		X	X	Отчет лабораторной работы №4
производить расчеты показателей надежности энергетического оборудования.	ПК-1.1			X		X	Письменная контрольная работа № 2
проводить анализ эффективности разработанных алгоритмов и моделей оптимизации режимов энергетических объектов.	ПК-1.1			X	X	X	Отчет лабораторной работы №2
рассчитывать показатели энергетической эффективности ТЭС в системе электро- и теплоснабжения.	ПК-1.2			X	X	X	Отчет лабораторной работы №1
строить и реализовывать математические модели оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.	ПК-1.2				X	X	Отчет лабораторной работы №3
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п. 3.1)</i>		9	24	36	36	39	



#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

Для контроля результатов образования проводятся:

– контрольные работы:

1. Письменная контрольная работа № 1 «Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии»
2. Письменная контрольная работа № 2 «Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии»
3. Письменная контрольная работа № 3 «Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии».

– отчеты лабораторных работ:

1. Отчет лабораторной работы №1 «Расчет технико-экономических показателей ТЭС».
2. Отчет лабораторной работы №2 «Исследование режима работы ТЭС на базе тренажера АО «ТЭСТ».
3. Отчет лабораторной работы №3 «Оптимизация режимов работы основного энергетического оборудования ТЭС».
4. Отчет лабораторной работы №4 «Разработка алгоритма повышения конкурентоспособности ТЭС на ОРЭМ».

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине:**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (модуля) – экзамен;

В приложение к диплому выносится оценка за освоение дисциплины (1 семестр).

Оценка за освоение дисциплины, определяется на основании учебного рейтинга студента по модулю:

Оценка «отлично» - от 90 до 100 баллов.

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученного модуля, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. В процессе обучения студент проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученного модуля (дисциплины), в полном объеме выполнил все виды предусмотренного программой контроля, безупречно ответил не только на все основные Тесты билета, но и на дополнительные Тесты зачета/ экзамена в рамках основной программы модуля, правильно выполнил практическое задание.

Оценка «хорошо» - от 76 до 89 баллов.

Студент обнаружил полное знание материалов изученного модуля, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, предусмотренную программой. Студент показал систематический характер знаний по модулю, выполнил более половины видов предусмотренного программой контроля, ответил на все Тесты билета зачета/ экзамена, правильно выполнил практическое задание, но допустил при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - от 60 до 75 баллов.

Студент обнаружил знание материала изученного модуля в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Студент выполнил не менее половины видов предусмотренного программой контроля, допустил погрешность в ответе на теоретические Тесты и/ или при выполнении практических заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под

руководством преподавателя, либо неправильно выполнил практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнил другие практические задания из того же раздела модуля.

Оценка «неудовлетворительно» - менее 60 баллов.

Студент обнаружил серьезные пробелы в знаниях основного материала изученного модуля, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Студент выполнил менее половины видов предусмотренного программой контроля, не ответил на все Тесты билета зачета/ экзамена и дополнительные Тесты, и неправильно выполнил практическое задание.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Стерман Л.С., Тевлин С.А., Шарков А.Т. Тепловые и атомные электростанции. –М.: Энергоиздат, 1982. – 456 с.

2. Султанов М.М., Желяскова О.И., Рига И.Л. Исследование энергетической эффективности генерирующих систем в современных условиях энергопотребления. – Волжский: Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2019. – 59 с.

3. Султанов М.М. Оценка надежности, продление ресурса и оптимизация ремонта оборудования ТЭС и энергетических систем. – Волжский: Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2016. – 100 с.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Microsoft Office Word, Excel и PowerPoint.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

<https://www.so-ups.ru> – Официальный сайт Системного оператора Единой энергетической системы России.

<http://volgogradenergo.lukoil.ru> - Официальный сайт ООО «ЛУКОЙЛ – Волгоградэнерго»

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения освоения дисциплины используются мультимедийные средства и компьютерный класс кафедры.

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии»
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии»
- КМ-3 Контрольная работа №3 «Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии»
- КМ-4 Лабораторная работа №1 «Расчет технико-экономических показателей ТЭС»
- КМ-5 Лабораторная работа №2 «Исследование режима работы ТЭС на базе тренажера АО «ТЭСТ»
- КМ-6 Лабораторная работа №3 «Оптимизация режимов работы основного энергетического оборудования ТЭС»
- КМ-7 Лабораторная работа №4 «Разработка алгоритма повышения конкурентоспособности ТЭС на ОРЭМ»

Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Трудоемкость дисциплины = 5 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	Экз
1	Энергетика России и стран СНГ		+	-	-	-	-	-	-	+
2	Рынки электроэнергии и мощности		+	-	-	-	-	-	+	+
3	Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии		+	+	-	+	+	+	+	+
4	Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии		-	+	+	+	+	+	+	+
5	Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии		-	+	+	-	-	+	+	+
	Минимальный балл за КМ		4	6	6	6	6	6	6	20
	Максимальный балл за КМ		8	10	10	8	8	8	8	40

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

---

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа: Электроэнергетические системы и сети

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

**Оценочные средства контроля усвоения знаний, умений и  
владения (опытом, навыком) по дисциплине**

**Б1.В.09 ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ГЕНЕРИРУЮЩИХ СИСТЕМ**

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)
<b>Знать:</b>		
распределение тепловой и электрической мощности ТЭЦ по обеспечению тепловых нагрузок потребителей.	ПК-1.1	Контрольная работа 3. Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии
основные показатели надежности энергетического оборудования.	ПК-1.1	Контрольная работа 2. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии
методики составления алгоритмов и моделей оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.	ПК-1.1	Контрольная работа 3. Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии
методы оперативного планирования и повышения эффективности режимов работы тепломеханического оборудования ТЭС.	ПК-1.2	Контрольная работа 1. Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии
методы термодинамической и технико-экономической оптимизации циклов и схем теплоэнергетических блоков различных типов.	ПК-1.2	Контрольная работа 3. Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии
<b>Уметь:</b>		
производить технико-экономическую оценку загрузки тепловой и электрической мощности ТЭЦ по обеспечению тепловых нагрузок потребителей.	ПК-1.1	Отчет лабораторной работы №4 Разработка алгоритма повышения конкурентоспособности ТЭС на ОРЭМ
производить расчеты показателей надежности энергетического оборудования.	ПК-1.1	Контрольная работа 2. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии
проводить анализ эффективности разработанных алгоритмов и моделей оптимизации режимов энергетических объектов.	ПК-1.1	Отчет лабораторной работы №2 Исследование режима работы ТЭС на базе тренажера АО «ТЭСТ»
рассчитывать показатели энергетической эффективности ТЭС в системе электро- и теплоснабжения.	ПК-1.2	Отчет лабораторной работы №1 Расчет технико-экономических показателей ТЭС
строить и реализовывать математические модели	ПК-1.2	Отчет лабораторной работы

оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.		№3 Оптимизация режимов работы основного энергетического оборудования ТЭС
---	--	--

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### Контрольная работа №1 «Энергетическая эффективность генерации тепловой и электрической энергии».

Время выполнения 15 минут.

– Напишите формулу и значение коэффициента использования теплоты топлива (КИТТ) на ТЭЦ.

– Назовите показатели энергетической эффективности 1 и 2 группы в России и за рубежом.

– Как изменится энергетическая эффективность энергосистемы, если будет введена мощность на базе солнечной генерации? Ответ обосновать.

– Определите величину недоотпуска электроэнергии и упущенную выгоду:

а) при аварийном отключении конденсационного энергоблока  $N_{\text{с}} = 100 \text{ MBm}$  со средним временем восстановления  $T_{\text{с}} = 60 \text{ ч}$ .

б) при отключении ЛЭП на участке электрической схемы с потребителями мощностью  $55 \text{ MBm}$ .

– Напишите формулу коэффициента готовности оборудования и разъясните его значение.

По результатам тестирования выставляется:

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

#### Контрольная работа №2 «Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепловой и электрической энергии».

Время выполнения 15 минут.

4. Оценка разделения затрат топлива на производство электроэнергии и тепла на ТЭЦ:

- физический метод;

- метод ОРГРЭС.

5. Особенности разделения топливных затрат на зарубежных ТЭЦ.

6. Назовите показатели надежности энергетического оборудования.

7. Какие отказы турбин и котлов вы знаете?

8. Определите коэффициент электрической мощности энергосистемы, если  $N_{\text{с}} = 200 \text{ MBm}$  и  $Q_{\text{м}} = 400 \text{ MBm}$ .

По результатам тестирования выставляется:

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

#### Контрольная работа №3 «Оптимизация режимов производства тепловой и электрической энергии».

Время выполнения 15 минут.

– Дайте определение терминам:

- ремонт;

- модернизация оборудования.

– Определите условие наилучшего нагружения ТЭЦ с паровыми турбинами ТГ-1 и ТГ-2, если величины относительного прироста расхода теплоты равны  $q_{r1}^{\circ} = 2,5 \text{ MBm} / \text{MBm} \cdot \text{ч}$  и  $q_{r2}^{\circ} = 3,2 \text{ MBm} / \text{MBm} \cdot \text{ч}$  соответственно.

– Условия функционирования ТЭС на оптовом рынке электроэнергии и мощности.

– Что такое коэффициент теплофикации? Напишите формулу определения  $\alpha_{\text{тэц}}$ .

– Распишите финансовые показатели ТЭЦ: маржинальный доход, затраты на топливо (топливная себестоимость).

По результатам тестирования выставляется:

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

#### **Отчет лабораторной работы №1 «Расчет технико-экономических показателей ТЭС».**

Примеры вопросов для защиты:

6. Порядок сбора и анализ исходных данных для расчета ТЭП.
7. Порядок расчета оперативных ТЭП электростанции.
8. Анализ расчетных ТЭП реального энергоблока.
9. Диапазон КПД по выработке электроэнергии на ТЭС.
10. Состав энергетического оборудования рассматриваемых ТЭС.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

1. 8 баллов, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
2. 7 баллов, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;
3. 6 баллов, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

#### **Отчет лабораторной работы №2 «Исследование режима работы ТЭС на базе тренажера АО «ТЭСТ».**

Примеры вопросов для защиты:

1. Состав энергетического оборудования тренажерного комплекса ТЭЦ с поперечными связями.
2. Сбор и анализ исходных данных для расчета ТЭП виртуальной ТЭЦ.
3. Порядок расчета ТЭП виртуального энергоблока ТЭЦ с поперечными связями.
4. Сравнительный анализ расчетных ТЭП реального и виртуального энергоблока.
5. Анализ режима работы энергетического оборудования тренажерного комплекса ТЭЦ с поперечными связями.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

4. 8 баллов, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
5. 7 баллов, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;
6. 6 баллов, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

#### **Отчет лабораторной работы №3 «Оптимизация режимов работы основного энергетического оборудования ТЭС».**

Примеры вопросов для защиты:

1. Типы методов оптимизации режимов работы энергоблоков.
2. Этапы разработки математических моделей оптимизации режимов работы теплоэнергетических установок.
3. Состав расчетной технологической схемы ТЭС.
4. Анализ результатов оптимизации режимов работы основного энергетического оборудования.
5. Критерии оптимизации режимов работы электростанции.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

7. 8 баллов, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
8. 7 баллов, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;
9. 6 баллов, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

#### **Отчет лабораторной работы №4 «Разработка алгоритма повышения конкурентоспособности ТЭС на ОРЭМ».**

Примеры вопросов для защиты:

- Понятие ОРЭМ. Сектора ОРЭМ.
- Критерии функционирования генерирующих объектов на ОРЭМ.
- Механизм ценообразования на ОРЭМ.
- Основные элементы алгоритма повышения конкурентоспособности ТЭС на ОРЭМ.
- Анализ эффективности разработанного алгоритма.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

10. 8 баллов, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;

11. 7 баллов, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;
12. 6 баллов, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

### **Промежуточная аттестация**

#### **Экзамен**

Проводится в письменной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

Экзаменационные вопросы:

1. Показатели энергетической эффективности ТЭС в системе электро- и теплоснабжения.
  2. Методы оптимизации режимов работы энергетического оборудования (метод равенства относительных приростов).
  3. Методы оптимизации режимов работы энергетического оборудования (метод оптимизации с минимальными затратами на топливо).
  4. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ (физический метод).
  5. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ (метод ОРГРЭС).
  6. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ (энергетический метод).
  7. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ (метод по ценности тепла).
  8. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ (метод по недоотпуску электроэнергии).
  9. Оценка разделения затрат топлива при теплофикационной выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ (зарубежный опыт).
  10. Балансирующий рынок электроэнергии: механизм, особенности.
  11. Рынок электроэнергии на сутки вперед: механизм, особенности.
  12. Конкурентный отбор мощности: механизм, особенности.
  13. Технико-экономические показатели ТЭЦ: определение, расчет, особенности.
  14. Режимы работы станции/блока/агрегата.
  15. Виды ремонтов: определения, особенности, сроки.
  16. Техническое обслуживание и ремонт.
  17. Ремонтная программа: что включает, на какие документы опирается, когда и насколько составляется.
  18. Ремонт, модернизация, реконструкция: определение, отличие.
  19. Планирование затрат на ремонт.
  20. Безопасность в энергетике: определение, способы достижения.
  21. Цифровизация в энергетике: существующие способы и методы, зарубежный опыт.
- В экзаменационном билете содержится 2 теоретических вопроса. За ответ на теоретический вопрос может быть выставлено до 20 баллов. На экзамене студент должен набрать не менее 20 баллов.

#### **Критерии выставления итоговой оценки:**

Оценка «отлично» - от 90 до 100 баллов.

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученного модуля, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. В процессе обучения студент проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученного модуля (дисциплины), в полном объеме выполнил все виды предусмотренного программой контроля, безупречно ответил не только на все основные вопросы билета, но и на дополнительные вопросы зачета/ экзамена в рамках основной программы модуля, правильно выполнил практическое задание.

Оценка «хорошо» - от 76 до 89 баллов.

Студент обнаружил полное знание материалов изученного модуля, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, предусмотренную программой. Студент показал систематический характер знаний по модулю, выполнил более половины видов предусмотренного программой контроля, ответил на все вопросы билета зачета/экзамена, правильно выполнил практическое задание, но допустил при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - от 60 до 75 баллов.



Студент обнаружил знание материала изученного модуля в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Студент выполнил не менее половины видов предусмотренного программой контроля, допустил погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнил практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнил другие практические задания из того же раздела модуля.

Оценка «неудовлетворительно» - менее 60 баллов.

Студент обнаружил серьезные пробелы в знаниях основного материала изученного модуля, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Студент выполнил менее половины видов предусмотренного программой контроля, не ответил на все вопросы билета зачета/экзамена и дополнительные вопросы, и неправильно выполнил практическое задание.

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:

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