

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оптимизация режимов эксплуатации теплоэнергетических установок и систем

**Код модуля**  
1156674

**Модуль**  
Перспективные технологии в теплоэнергетике и их энергетическая эффективность

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Левин Евгений Иосифович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	тепловых электрических станций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

**Авторы:**

- Левин Евгений Иосифович, Доцент, тепловых электрических станций

### 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Оптимизация режимов эксплуатации теплоэнергетических установок и систем**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	1
		Реферат	4

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Оптимизация режимов эксплуатации теплоэнергетических установок и систем**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического	Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2 Реферат № 3 Реферат № 4

	<p>оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию,</p>	
--	--	--

	<p>установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	
<p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p> <p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с</p>	<p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат № 1</p> <p>Реферат № 2</p> <p>Реферат № 3</p> <p>Реферат № 4</p>

	<p>учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p>	
<p>ПК-4 -Способен использовать передовые технологии производства электрической энергии с применением перспективных современных наилучших доступных технологий с учетом требований безопасной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС, разрабатывать методы повышения эффективности передачи и использования энергии, совершенствовать методологию проведения энергетического обследования на предприятиях, в теплоэнергетике и теплотехнике (Энергоэффективные технологии производства электрической и тепловой энергии)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать нормативную документацию, регламентирующую безопасную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования ТЭС</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт составления организационно-технологической документации по безопасной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС</p> <p>У-2 - Определять оптимальные режимы работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС с целью его безопасной эксплуатации</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

**3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

**3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат № 1</i>	2,6	20
<i>реферат № 2</i>	2,10	30
<i>реферат № 3</i>	2,14	25
<i>реферат № 4</i>	2,16	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	2,18	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).



## Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Управление работой энергоблока на компьютерном тренажере.
2. Управление работой котла на компьютерном тренажере.
3. Изменение тепловой экономичности ТЭС при отключении регенеративного подогревателя.
4. Работа с диаграммой режимов турбины и расчет параметров по тепловой энергетической характеристике.
5. Температурные напряжения в элементах оборудования.
6. Управление работой турбины на компьютерном тренажере.

## 7. Определение экономических показателей работы ТЭС.

### Примерные задания

Найти на официальном сайте Системного оператора единой энергосистемы (ЕЭС) России годовой «Отчет о функционировании ЕЭС России» за последний полный год (из имеющихся на сайте).

Письменно ответить

1. Выписать какие основные энергетические ресурсы входят в состав ЕЭС.
2. Проанализировать динамику потребления электроэнергии по ЕЭС России с 1991 г. (по графику).
3. Записать общую установленную мощность электростанций ЕЭС России на отчетную дату, изменения мощности за текущий год.
4. Записать структуру установленной мощности ЕЭС России по типам электростанций (тепловые электростанции, гидроэлектростанции, ветровые электростанции,...), в %.
5. Записать структуру установленной мощности ТЭС ЕЭС России по типам генерирующего оборудования (газотурбинные установки, парогазовые установки, ТЭЦ,...), в %.
6. Выписать самые крупные введенные за год мощности генерирующего оборудования (электростанция, мощность, тип оборудования).
7. Записать число часов использования установленной мощности электростанций в целом по ЕЭС России.
8. Дать определение коэффициента использования установленной мощности.
9. Проанализировать от чего может зависеть число часов использования установленной мощности для разных типов электростанций и записать значения для каждого типа электростанций.

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Графики нагрузок и режимы работы электростанций.

Примерные задания

Для ГРЭС с газомазутными блоками 300 МВт сопоставить, какой из способов прохождения ночного провала графика на 50 % выгоднее - отключение части блоков или снижение нагрузки на всех блоках до технического минимума (150 МВт).

При решении использовать опытные данные о расходе топлива на пуск, аппроксимируемые формулой:

$$\Delta B = a + k \cdot \tau,$$

где  $a = 55 \cdot 10^3$ ,  $k = 1,8 \cdot 10^3$  - коэффициенты, зависящие от типа энергоблока.

Удельный расход топлива определять пользуясь приближенной формулой:

$$b_i = b_0 \cdot (N_0 / N_i)^m$$

где  $b_0 = 0,324$  кг/кВтч;  $m = 0,06$ ;  $N_0, N_i$  - номинальная и текущая электрические нагрузки блока, МВт.

Вариант принимать по номеру студента в журнале старосты.

В ответе записать номер варианта, ход решения работы с подстановкой значений, принятое решение.

☞

Вариант	кол-во блоков, шт	время провала графика нагрузки, ч
1	6	6
2	8	6
3	10	6
4	12	6
5	14	6
6	6	12
7	8	12
8	10	12
9	12	12
10	14	12
11	6	24
12	8	24
13	10	24
14	12	24
15	14	24
16	6	30
17	8	30
18	10	30
19	12	30
20	14	30

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Реферат № 1

Примерный перечень тем

1. Эксплуатация энергоблоков и ТЭС с поперечными связями при стационарных нагрузках.

Примерные задания

1. Сравнение ТЭС на суперсверхкритических параметрах с ТЭС на сверхкритических параметрах. Капитальные затраты, экономичность, маневренность. Описание последних схем на суперсверхкритических параметрах.

2. Способы повышения эффективности паровых турбин. Сравнение характеристик мощных турбин.

3. Опыт использования установок с циркулирующим кипящим слоем. Эффективность, мощности, особенности эксплуатации.

4. Современные методы подавления выбросов токсичных газов ТЭС.

5. Энергетическая стратегия России. Обзор, основные приоритеты, проблемы реализации.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.3. Реферат № 2**

Примерный перечень тем

1. Оптовый рынок электрической энергии.

Примерные задания

1. Рынок на сутки вперед.

2. Балансирующий рынок.

3. Рынок мощности.

4. Рынок системных услуг.

5. Рынок производных финансовых инструментов.

6. Операторы рынков.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.4. Реферат № 3**

Примерный перечень тем

1. Маневренность и надежность энергетического оборудования.

Примерные задания

1. Режимы работы паротурбинных ТЭС. Технический минимум, перегрузочная мощность, участие в регулировании частоты, экономичность работы на переменных нагрузках.

2. Регулирование частоты и мощности в единой энергетической системе России.

3. Опыт работы и показатели лучших ТЭС.

4. Опыт реконструкции паротурбинных ТЭС в парогазовых установках.

5. Паротурбинные ТЭС на промышленных газах. Экономичность, виды газов, выбросы. Отличия от ТЭС на природном газе.

6. Способы повышения эффективности газовых турбин. Сравнение характеристик мощных газовых турбин.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.5. Реферат № 4**

Примерный перечень тем

1. Парогазовые установки (ПГУ).

Примерные задания

1. Опыт реконструкции паротурбинных ТЭС в парогазовых установках.

2. Схемы парогазовых установок с максимальным КПД по выработке электроэнергии (в мире). Основные решения, позволяющие получить максимальный КПД.

3. Обзор схем парогазовых установок, вводимых и проектируемых в Российской Федерации.

4. Опыт работы парогазовых и газотурбинных установок в Российской Федерации.

5. Режимы работы парогазовых установок. Технический минимум, перегрузочная мощность, участие в регулировании частоты, экономичность работы на переменных нагрузках. Опыт работы и показатели конкретных парогазовых установок.

6. Парогазовые установки на промышленных газах. Экономичность, виды газов, выбросы. Отличия от парогазовых установок на природном газе.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Описание формы суточного графика. Показатели графиков нагрузки. Использование графиков нагрузки.

2. Выравнивание графиков нагрузки. Обоснование необходимости и способы выравнивания графиков нагрузки. Регулирование энергопотребления. Потребители регуляторы. Межсистемный эффект.

3. Характерные значения мощности.

4. Характеристики различных типов ТЭС.

5. Влияние различных параметров на маневренные характеристики ТЭС.

6. Типы энергоблоков.

7. Режим работы с номинальным давлением свежего пара.

8. Режим работы со скользящим давлением среды.

9. Работа энергоблока сверхкритического давления в режиме скользящего давления.

10. Работа блоков в диапазоне допустимых нагрузок.

11. Структура тепловых нагрузок и режимы работы ТЭЦ.

12. Расчетный часовой коэффициент теплофикации и число часов использования расчетного отпуска тепла. Температурный график тепловой сети с выделением характерных периодов работы турбин. Оптимизация тепловой загрузки ТЭЦ.

13. Режимные карты котлов. Содержание режимной карты. Составление режимной карты.

14. Разница между температурами пара и металла и температурные разверки поверхностей нагрева котла.

15. Мероприятия по переводу котлов на сжигание мазута.

16. Экономичность котлов при сжигании твердого топлива (потери с уносом, шлаком).

17. Обслуживание турбины при нормальной работе. Нормативные документы, регламентирующие обслуживание турбины.

18. Графики нагрузок. Назначение графиков нагрузки. Виды графиков нагрузки.

19. Эксплуатация (обслуживание) системы защиты и регулирования.

20. Вибрационное состояние турбогенератора.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.