

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Методы расчета тепловых схем электростанций

**Код модуля**  
1156523

**Модуль**  
Проектно-расчетное обеспечение тепловых  
электрических станций

**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	Вальцев Николай Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	тепловых электрических станций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

## **1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Методы расчета тепловых схем электростанций**

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

## **2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Методы расчета тепловых схем электростанций**

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ПК-17 -Способен выполнять расчет тепловых схем ТЭС и ПГУ различными методами, проектировать ТЭС в целом, управлять процессом эксплуатации ПГУ и электрооборудования тепловых электрических станций с соблюдением природоохранных мероприятий	З-7 - Описать методику расчета тепловых схем ТЭС З-8 - Перечислить стандартные методики расчета основного и вспомогательного оборудования электростанций З-9 - Изложить методы создания и анализа моделей, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов П-5 - Иметь практический опыт построения математических моделей различных процессов П-6 - Иметь практический опыт расчетов на современных средствах автоматизированного проектирования П-7 - Предлагать современные методы расчета энергетического оборудования	Домашняя работа Зачет Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия

	У-6 - Определять показатели эффективности работы электростанции У-7 - Анализировать тепловые схемы объектов с нетрадиционными источниками энергии, водородных и электрохимических систем У-8 - Анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей	
--	---	--

### 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>контрольная работа</i>	8,5	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</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>	8,6	60
<i>выполнение практических заданий на занятиях</i>	8,7	40
<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,	Максимальная оценка в баллах

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

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

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
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).

Таблица 5

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

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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. Показатели эффективности и энергетические характеристики основного оборудования ТЭС.
2. Расчет отдельных элементов тепловой схемы ТЭС.
3. Расчет тепловой схемы конденсационного энергоблока.

4. Расчет тепловой схемы ТЭЦ.
  5. Расчет тепловой схемы ПГУ.
  6. Расчет влияния изменений в тепловой схеме на экономичность турбоустановки.
- 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. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Расчет элементов тепловой схемы ТЭС.

Примерные задания

1. Определить расходы пара и воды в сетевой установке турбины ПТ-135/165-130/15.

Теплофикационная установка включает в себя два сетевых подогревателя и пиковый водогрейный котел. Мощность теплового потребления – 233 МВт. Температурный график сети в нормальном режиме – 150/48°C. давление регулируемых отборов пара: верхнего – 0,1176 МПа, нижнего – 0,0638 МПа. Недогрев в верхнем подогревателе – 3,3 °С, в нижнем подогревателе – 5 °С.

2. При непрерывной продувке котла (5 т/ч) пар поступает в расширитель, из расширителя отводится в деаэратор (давление в деаэраторе 0,585 МПа). Рассчитать количество пара, образующегося в расширителе, если давление в барабане 14,5 МПа.

3. Определить мощность питательного насоса и расход пара на турбопривод конденсационного типа. Исходные данные: расход питательной воды 260 кг/с; давление на выходе 33 МПа; давление на входе 1 МПа; КПД насоса 0,85; КПД механический 0,99; энтальпия пара на входе в турбину 3200 кДж/кг; давление в конденсаторе 0,005 МПа; давление пара на входе в турбину 1,5 МПа; внутренний относительный КПД турбины 0,80, удельный объем воды – 0,001 м<sup>3</sup>/кг

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Домашняя работа**

Примерный перечень тем

1. Расчет тепловой схемы парогазовой установки.

Примерные задания

1. Рассчитать тепловую схему трехконтурной парогазовой установки с промежуточным перегревом пара с использованием приведенных ниже исходных данных.

Характеристики ГТУ при температуре наружного воздуха 15 °С и давлении 0,1 МПа: электрическая мощность = 260 МВт; расход выхлопных газов  $G_g = 650$  кг/с; температура выхлопных газов  $\theta_d = 580$  °С; электрический КПД = 39 %.

Для упрощения принять, что газы, протекающие через КУ, имеют теплоемкость 1,1 кДж/(кг·К), не зависящую от температуры. Гидравлическими сопротивлениями пароперегревателей котла и паропроводных трактов с запорной и регулирующей арматурой пренебречь.

Давление в контуре ВД = 12 МПа, контуре СД = 3 МПа, контуре НД = 0,4 МПа.  
Давление в конденсаторе = 5 кПа.

КПД генератора = 0,98, механический КПД = 0,99.

Температура конденсата, поступающего в ГПК = 60 °С, недогревы питательной воды на входе в барабаны ВД и СД = 5 °С, НД = 10 °С.

2. Рассчитать тепловую схему трехконтурной парогазовой установки с промежуточным перегревом пара с использованием приведенных ниже исходных данных.

Характеристики ГТУ при температуре наружного воздуха 15 °С и давлении 0,1 МПа: электрическая мощность = 323 МВт; расход выхлопных газов  $G_g = 698$  кг/с; температура выхлопных газов  $\theta_d = 609$  °С; электрический КПД = 38,6 %.

Для упрощения принять, что газы, протекающие через КУ, имеют теплоемкость 1,1 кДж/(кг·К), не зависящую от температуры. Гидравлическими сопротивлениями пароперегревателей котла и паропроводных трактов с запорной и регулирующей арматурой пренебречь.

Давление в контуре ВД = 12 МПа, контуре СД = 2,5 МПа, контуре НД = 0,6 МПа.  
Давление в конденсаторе = 4 кПа.

КПД генератора = 0,98, механический КПД = 0,99.

Температура конденсата, поступающего в ГПК = 60 °С, недогревы питательной воды на входе в барабаны ВД и СД = 5 °С, НД = 10 °С.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Методы повышения экономичности ТЭС.
2. Технико-экономический выбор параметров пара.
3. Алгоритм поверочного расчета тепловой схемы турбоустановки.
4. Тепловой баланс отдельных узлов тепловой схемы.
5. Построение процессов в T-s, P-v, h-s диаграммах.
6. Виды регенеративных подогревателей и схемы их включения.
7. Расчет системы регенерации. Цель расчета. Основные принципы расчета.
8. Принципиальные тепловые схемы энергоблоков КЭС.
9. Принципиальные тепловые схемы энергоблоков ТЭЦ.
10. Принципиальные схемы отпуска теплоты от ТЭЦ.
11. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с поперечными связями.
12. Графики тепловых нагрузок. Температурные графики.
13. Раздельная и комбинированная выработка теплоты. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки теплоты на ТЭЦ.
14. Развернутая тепловая схема энергоблока.
15. Энергетические показатели ТЭС.
16. Парогазовый цикл. Какой цикл называют утилизационным?
17. Тепловая диаграмма котла-утилизатора.



18. Принципиальные тепловые схемы энергоблоков ПГУ.  
LMS-платформа – не предусмотрена

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

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-17	3-7	Практические/семинарские занятия