

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Переменный режим паровых турбин и паротурбинных установок

**Код модуля**  
1156455

**Модуль**  
Эксплуатация паротурбинных установок

**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	Голошумова Вера Николаевна	к. т. н., доцент	доцент	ТиД

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Голошумова Вера Николаевна, доцент, ТиД

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Переменный режим паровых турбин и паротурбинных установок

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Собеседование/устный опрос	4

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Переменный режим паровых турбин и паротурбинных установок

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-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения	Курсовой проект Лекции Практические/семинарские занятия Собеседование/устный опрос № 1 Собеседование/устный опрос № 2 Собеседование/устный опрос № 3 Собеседование/устный опрос № 4 Экзамен

	<p>научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</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>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Собеседование/устный опрос № 1</i>	10	50
<i>Собеседование/устный опрос № 2</i>	18	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Собеседование/устный опрос № 3</i>	10	50
<i>Собеседование/устный опрос № 4</i>	18	50
<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>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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>		

### 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>
Выполнение курсового проекта	18	100
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.5</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.5</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

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. Условия работы паровых турбин в современных энергосистемах.
  2. Расчеты переменного режима суживающихся сопл.
  3. Расчеты расширения пара в косом срезе сопло-вой и рабочей решетки.
  4. Расчеты изменения параметров и расхода пара при переменных режимах ступени.
  5. Расчеты КПД ступени при частичных нагрузках турбины.
  6. Расчеты предельного вакуума.
  7. Малорасходные режимы в последней ступени конденсационной паровой турбины.
  8. Расчет переменных режимов отсека проточной части турбины.
  9. Расчеты переменных режимов турбины с дрос-сельным парораспределением.
  10. Расчеты распределения расхода пара между со-пловыми сегментами при частичных нагрузках.
  11. Расчет КПД и мощности регулирующей при час-тичных нагрузках.
  12. Расчеты работы турбины при отклонениях пара-метров пара.
  13. Расчеты работы турбины с удаленными лопатками.
- 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. Собеседование/устный опрос № 1**

Примерный перечень тем

1. Компоновки основного и вспомогательного оборудования на ТЭС и АЭС.

Примерные задания

Режимы работы паровых турбин. Классификация режимов работы турбин.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Собеседование/устный опрос № 2**

Примерный перечень тем

1. Переменные режимы сопловых решеток.

Примерные задания

Переменный режим турбинной ступени. Переменный режим последней ступени конденсационной турбины.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.3. Собеседование/устный опрос № 3**

Примерный перечень тем

1. Переменные режимы отсека проточной части турби-ны. Основные типы парораспределения.

Примерные задания

Парораспределение паровой турбины в переменных режимах. Переменные режимы паровой турбины, работающей в составе энергоблока. Регулирование мощности способом постоянного давления.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.4. Собеседование/устный опрос № 4

Примерный перечень тем

1. Режимы пуска из различных тепловых состояний.

Примерные задания

Режимы остановки.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Переменный режим суживающих сопл. Основные уравнения, используемые при выводе зависимости расхода пара от давления перед и за сопловой решеткой.

Докритическое и критическое истечение пара.

2. Турбинная решетка суживающихся сопл при сверхкритическом истечении пара. Расширение пара в косом срезе решетки. Отклонение потока пара в косом срезе, расчет угла отклонения. Предельное отклонение потока пара в косом срезе.

3. Сопловое парораспределение паровой турбины; признаки, его определяющие. Тепловой процесс в ЦВД при сопловом парораспределении и частичных нагрузках (регулирование мощности турбины методом постоянного давления).

4. Классификация режимов работы паровых турбин.

5. Изменение расхода пара через турбинную ступень при изменении параметров пара перед и за ступенью

6. Тепловой процесс в регулирующей ступени (РС) при режимах частичных нагрузок. Диаграммы изменения КПД и мощности РС в зависимости от расхода пара и их расчет.

7. Распределение теплоперепадов в группе ступеней при изменении режима работы. Влияние объемного расхода на режим работы группы ступеней.

8. Расчет распределения расхода пара между группами сопл регулирующей ступени и давления пара перед группами сопл при заданном расходе пара.

9. Сопловое парораспределение паровой турбины; его преимущества и недостатки. Диаграммы, характеризующие работу соплового парораспределения при регулировании мощности методом постоянного давления.

10. Распределение давлений в проточной части турбины при изменении режима расхода. Формула Стодолы-Флюгеля и ее частные случаи.

11. Парораспределение паровой турбины, его назначение. Типы парораспределения, применяемые в паровых турбинах, их сравнительная характеристика.

12. Типы систем парораспределения паровой турбины, выбор системы парораспределения.

13. Влияние теплоперепада регулирующей ступени на КПД ЦВД при номинальном режиме и при частичных нагрузках. Выбор теплоперепада РС.

14. Обводное парораспределение; схемы с внутренним и внешним обводом. Преимущества и недостатки обводного парораспределения. Область применения обводного парораспределения.



15. Обводное парораспределение; схемы с внутренним и внешним обводом. Преимущества и недостатки обводного парораспределения. Область применения обводного парораспределения.
  16. Изменение степени реактивности турбинной ступени в переменных режимах.
  17. Выбор характеристик соплового парораспределения; числа сопловых сегментов (клапанов); расходов пара, соответствующих полному открытию каждого регулирующего клапана; теплоперепада регулирующей ступени.
  18. Способы регулирования мощности турбины, работающей в составе энергоблока
  19. Приемистость турбины и энергоблока при регулировании мощности турбины различными методами.
  20. Графики электрических нагрузок современных энергосистем; их основные характеристики. Режимное регулирование энергосистем.
  21. Способы прохождения провалов графика нагрузок энергосистем. Участие энергоблоков в регулировании графиков нагрузки энергосистем.
  22. Аварийные режимы работы энергосистем. Участие энергоблока в аварийном регулировании.
  23. Понятие маневренности энергоблока. Характеристики маневренности.
  24. Классификация режимов пуска энергоблока. Влияние характеристик естественного остывания на режим пуска энергоблока.
  25. Классификация режимов останова энергоблоков.
  26. Особенности пуска турбины и блока из горячего состояния.
  27. Особенности пуска блока из неостывшего состояния.
  28. Особенности пуска блока из холодного состояния.
  29. Технологическая последовательность операций при пуске энергоблока. Основные этапы пуска.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3.2. Курсовой проект**

Примерный перечень тем

1. Расчет регулирующей ступени паровой турбины на переменные режимы работы.

### **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.