

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Расчет и проектирование паровых турбин

Код модуля
1156581

Модуль
Расчет и проектирование паровых турбин

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Брезгин Виталий Иванович	д.т.н, профессор	профессор	"Турбины и двигатели"
2	Голошумова Вера Николаевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

И.И. Кашуба

Авторы:

- Брезгин Виталий Иванович, профессор, "Турбины и двигатели"
- Голошумова Вера Николаевна, Доцент, турбин и двигателей

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Расчет и проектирование паровых турбин

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Дискуссия	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Расчет и проектирование паровых турбин

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.

Индикаторы должны учитываться при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-4 -Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента	Практические/семинарские занятия Экзамен

	технического объекта, системы или технологического процесса	
ОПК-5 -Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов	<p>З-2 - Характеризовать назначение основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих профессиональную деятельность</p> <p>З-3 - Кратко изложить возможности пакетов прикладных программ, освоенным за время обучения, для разработки и оформления технической, проектной эксплуатационной документации</p> <p>П-2 - Контролировать соответствие разрабатываемой документации действующим нормативным требованиям</p> <p>П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации</p> <p>У-2 - Учитывать требования основных нормативных документов и справочные данные при разработке и оформлении технической, проектной и эксплуатационной документации в области профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Применять современные компьютерные технологии для подготовки технической, проектной и эксплуатационной документации в соответствии с действующими нормативными требованиями</p>	<p>Дискуссия №1</p> <p>Дискуссия №2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
ПК-5 -Способен принимать обоснованные решения на стадии проектирования деталей, узлов и	Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к выполнению заданий по освоению компетенции	<p>Дискуссия №1</p> <p>Дискуссия №2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

<p>турбоустановок, разработки тепловых схем турбомашин, используя методы тепловых и газодинамических расчетов и САПР</p>	<p>З-4 - Характеризовать численные методы расчета и методику использования ЭВМ З-5 - Описать конструктивные элементы деталей, их связи с общей конструкцией агрегата З-6 - Описать типовые решения, применяемые при проектировании деталей, узлов и турбоустановок З-8 - Характеризовать методы расчета и принципы конструирования основного и вспомогательного оборудования турбоустановок П-5 - Использовать методы анализа результатов расчета и оценки экономичности и надежности элементов конструкции турбоустановок П-6 - Предлагать методы повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем ГТУ и ПТУ У-6 - Выбирать современные методики расчета и проектирования ступеней турбоустановок</p>	
<p>ПК-6 -Способен выполнять экспериментальные исследования и испытания турбоустановок, проводить измерения физических величин, а также разработку технических заданий инженерных проектов</p>	<p>З-1 - Изложить методы проведения экспериментальных исследований и испытаний турбоустановок З-2 - Характеризовать этапы разработки и ведения сопутствующих операций для создания технических заданий инженерных проектов П-1 - Использовать методы газодинамического расчета и экспериментальных исследований в элементах проточных частей турбоустановок П-2 - Анализировать результаты расчета и экспериментальных исследований П-3 - Использовать методологию обработки экспериментальных</p>	<p>Дискуссия №1 Дискуссия №2 Лекции Экзамен</p>

	<p>исследований и оценки погрешностей при исследовании турбоустановок</p> <p>У-1 - Проектировать элементы конструкции турбоустановок с обеспечением их эффективности и надежности</p> <p>У-2 - Выбирать современные методы расчета ступеней, сопловых и рабочих лопаток</p> <p>У-3 - Выполнять измерения физических величин, проводить испытания турбоустановок по известному алгоритму</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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Дискуссия</i>	7,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	7,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в баллах

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

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Дискуссия</i>	8,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	8,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

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).

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

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

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. Определение термодинамических параметров пара при расчетах турбины.
2. Оптимизация теплоперепада на регулирующей ступени, определение располагаемого теплоперепада на все нерегулируемые ступени.

3. Выбор эффективного угла выхода потока, расчет потерь относительного внутреннего КПД и мощности регулирующей ступени.
4. Определение числа нерегулируемых ступеней, расчет ступеней.
5. Расчет потерь, относительного внутреннего КПД и мощности нерегулируемых ступеней.
6. Методика расчета и оптимизация конструкции.
7. Специфика конструкций турбин разных производителей.
8. Расчет на прочность рабочих лопаток и диафрагм. Расчет критической частоты вращения вала.
9. Проектирование ЦВД паровой турбины или одноцилиндровой турбины.
10. Конденсационные турбины.
11. Турбины для комбинированной выработки теплоты и электроэнергии.
12. Теплофикационные турбины.
13. Теплофикационные турбины с производственным отбором и противодавлением.
14. Турбины для ПГУ.
15. Выбор тепловой и конструктивной схемы. Особенности расчета.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Дискуссия №1

Примерный перечень тем

1. Краткий исторический обзор развития паровых турбин в энергетике (на ТЭС и АЭС).
2. Построение предполагаемого процесса паровой турбины в h, s -диаграмме.
3. Тепловой расчет регулирующей ступени.
4. Тепловой расчет нерегулируемых ступеней.

5. Выбор схемы и расчет концевых уплотнений.
6. Конструкции лопаток, диафрагм, подшипников и роторов.

Примерные задания

1. Основные элементы паровой турбины, их назначение.
2. Выбор типа парораспределения. Выбор типа регулирующей ступени. Оптимизация теплоперепада на регулирующей ступени. Унификация регулирующих ступней.
3. Выбор эффективного угла выхода потока, степени парциальности, профилей сопловых и рабочих лопаток, определение геометрических параметров ступени. Потери на трение диска, потери от утечек, потери от парциальности, относительный внутренний КПД.
Внутренняя мощность ступени.
4. Методы оценки числа ступеней и разбивки теплоперепадов между ними. Оптимизация ступени на ее среднем диаметре и оптимизация ступени на корневом диаметре. Преимущества и недостатки методов.
5. Методика расчета и оптимизация конструкции.
6. Материалы в турбостроении Обзор конструкций элементов и деталей турбин, специфика конструкций турбин разных производителей.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.2.2. Дискуссия №2

Примерный перечень тем

1. Расчет на прочность деталей и узлов паровых турбин.
2. Проектирование ЦВД турбины.
3. Особенности расчета и проектирования турбин ТЭС.
4. Особенности расчета и проектирования турбин АЭС.

Примерные задания

1. Требования к составлению конструкторской документации в соответствии со стандартами (требованиями ЕСКД), техническими условиями и нормативными документами на предприятиях энергетической отрасли.
2. Особенности расчета. Примеры современных отечественных и зарубежных конденсационных турбин.
3. Особенности расчета. Примеры современных отечественных и зарубежных теплофикационных турбин.
4. Особенности расчета турбин АЭС.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основные элементы паровой турбины, их назначение.
2. Определение термодинамических параметров пара при расчетах турбины.
3. Выбор типа парораспределения.
4. Располагаемый (изоэнтропийный) теплоперепад турбины. Учет потерь в стопорном и в регулирующих клапанах, учет потерь в выхлопном патрубке.
5. Выбор типа регулирующей ступени. Оптимизация теплоперепада на регулирующей ступени.
6. Определение располагаемого теплоперепада на все нерегулируемые ступени.
7. Выбор эффективного угла выхода потока, степени парциальности, профилей сопловых и рабочих лопаток, определение геометрических параметров ступени.
8. Расчет потерь, относительного внутреннего КПД и мощности регулирующей ступени, относительный лопаточный КПД.
9. Потери на трение диска, потери от утечек, потери от парциальности, относительный внутренний КПД.
10. Методы оценки числа ступеней и разбивки теплоперепадов между ними.
11. Оптимизация ступени на ее среднем диаметре и оптимизация ступени на корневом диаметре. Преимущества и недостатки методов.
12. Определение числа нерегулируемых ступеней при различных конструкциях проточной части (прямоточной, петлевой и др).
13. Выбор эффективного угла выхода потока, степени реактивности на среднем диаметре, профилей сопловых и рабочих лопаток, определение геометрических параметров ступени.
14. Расчет потерь, относительного внутреннего КПД и мощности нерегулируемых ступеней.
15. Схемы концевых уплотнений турбин. Примеры из существующих конструкций турбин различного назначения и различной мощности.
16. Методика расчета и оптимизация конструкции.

17. Материалы в турбостроении Обзор конструкций элементов и деталей турбин, специфика конструкций турбин разных производителей.

18. Расчет на прочность рабочих лопаток.

19. Расчет на прочность диафрагм.

20. Поверочный расчет радиальных подшипников.

21. Расчет критической частоты вращения вала.

22. Выбор тепловой и конструктивной схемы конденсационных турбин. Особенности расчета.

23. Выбор тепловой и конструктивной схемы теплофикационных турбин. Особенности расчета.

24. Выбор тепловой и конструктивной схемы паровых турбин для ПГУ.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Система **компетенций** как результат учебно-воспитательного процесса **интегрирует результаты обучения, включающие как традиционные знания, так и разного рода коммуникативные, креативные, методологические, мировоззренческие и др. знания и умения, включая качества личности.** Такой подход предполагает, что оценочные материалы, разработанные для рабочей программы дисциплины, не требует определения специальных инструментов для оценки результата воспитательного процесса.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-5	3-5	Дискуссия №1 Дискуссия №2 Практические/семинарские занятия

