

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Принципы расчета и проектирования газовых турбин

Код модуля
1156588(0)

Модуль
Специальный "Газотурбинные установки
газокомпрессорных станций"

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Комаров Олег Вячеславович	кандидат технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Комаров Олег Вячеславович, Заведующий кафедрой, турбин и двигателей

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Принципы расчета и проектирования газовых турбин

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Реферат	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Принципы расчета и проектирования газовых 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.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
УК-2 -Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	З-1 - Характеризовать базовые принципы системного анализа и принятия решений У-1 - Определять круг задач, цели, основные этапы и направления реализации задач профессиональной, в том числе проектной, деятельности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений У-3 - Вырабатывать алгоритмы решения задач в процессе интеллектуальной деятельности	Лекции Экзамен
УК-1 -Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в	З-7 - Излагать принципы и обосновывать методы системного подхода для постановки целей, задач и реализации основных стадий проектной деятельности, в том	Лекции Реферат № 1 Реферат № 2 Экзамен

<p>том числе в цифровой среде</p>	<p>числе с использованием цифровых инструментов П-1 - Выявлять и анализировать проблемную ситуацию, выделяя ее структурные составляющие и связи между ними П-6 - Работая в команде или самостоятельно решать поставленные задачи проектной деятельности на основе системного анализа и с использованием цифровых инструментов У-10 - Определять практическую и теоретическую значимость проектной деятельности на основе системного анализа информации и корректировать поставленные задачи с использованием цифровых инструментов</p>	
<p>ПК-5 -Способен демонстрировать умение пользоваться компьютерными программами для оформления графической и текстовой технической документации в соответствии с требованиями стандартов. Применять методы графического представления объектов, схем и систем профессиональной деятельность</p>	<p>З-10 - Характеризовать методы расчета и принципы конструирования турбоустановок З-11 - Сформулировать правила выполнения и оформления графической и текстовой конструкторской документации П-4 - Иметь первоначальные навыки расчетов и конструирования деталей и турбоустановок с использованием САПР</p>	<p>Курсовой проект Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2 Экзамен</p>
<p>ПК-8 -Способен осуществлять рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в процессе эксплуатации и</p>	<p>П-1 - Использовать методы повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем энергоустановок при их проектировании</p>	<p>Курсовой проект Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

ремонта производственных объектов газовой отрасли		
ПК-11 -Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС	З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок У-1 - Пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных при проектировании и эксплуатации энергетических машин	Курсовой проект Практические/семинарские занятия Экзамен

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 – 0.8		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Реферат № 1</i>	7,13	50
<i>Реферат № 2</i>	7,17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2		
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, 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		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-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
Выполнение курсового проекта	7,17	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 1		

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

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. Расчет основных кинематических и газодинамических характеристик ступени газовой турбины.
 2. Предварительный расчет газовой турбины.
 3. Определение мощности и КПД газовой турбины в составе газотурбинной установки.
 4. Определение гидравлического сопротивления выхлопного тракта ГТУ.
 5. Расчет газовой турбины на переменных режимах работы.
 6. Определение радиальных и осевых зазоров в проточной части газовой турбины.
 7. Расчет основных геометрических характеристик опорного и опорного подшипника скольжения.
 8. Определены толщины стенки внутреннего корпуса турбины.
 9. Основы теплового, гидравлического расчета системы охлаждения.
 10. Тепловой расчет ГТУ.
 11. Моделирование процесса расширения газа в последней ступени турбины совместно с диффузорным патрубком.
 12. Математическое моделирование режимов работы регулируемого соплового аппарата газовой турбины.
- 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. Реферат № 1

Примерный перечень тем

1. Классификация, особенности конструкции, эксплуатации и ремонта элементов газотурбинных установок.
- Примерные задания
1. Классификация, особенности конструкции, эксплуатации и ремонта подшипников газотурбинных установок..
 2. Конструкция и принципы работы уплотнений, применяемых в газотурбинных установках.
 3. Классификация и особенности конструкции роторов осевых газовых турбин. Элементы системы ротора ГТУ.
- Реферат выполнить в редакторе Word. Использовать информацию, найденную в электронных источниках.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Реферат № 2

Примерный перечень тем

1. Воздействия на элементы газовых турбин эксплуатационных условий.

Примерные задания

1. Охлаждение элементов высокотемпературных газотурбинных установок.

2. Тепловые расширения ротора и статора ГТУ. Особенности организации тепловых расширений в ГТУ. Выбор радиальных и осевых зазоров в проточной части турбины.

Реферат выполнить в редакторе Word. Использовать информацию, найденную в электронных источниках.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Газовая турбина – важнейшая часть ГТУ. Значение внутреннего КПД для турбины ГТУ.

2. Номенклатура КПД газовой турбины (ступени): определение, физический смысл, выражение для расчета, достигнутый уровень (значение).

3. Особенности ступеней, характерные для газовых турбин. Основные геометрические характеристики многоступенчатой газовой турбины. Формы проточной части, их достоинства и недостатки.

4. Особенности ступеней, характерные для газовых турбин. Основные газодинамические и термодинамические характеристики осевой турбинной ступени.

5. Выбор осевой скорости, углов выхода потока из сопловых аппаратов и степеней реактивности ступеней многоступенчатой газовой турбины.

6. Потери энергии и способы снижения потерь в ступенях газовых турбин. Классификация потерь энергии в ступени газовой турбины.

7. Кромочные потери в осевой турбинной ступени. Потери от угла атаки.

8. Концевые и вторичные потери в осевой турбинной ступени. Применение обандаженных лопаток, конструктивное выполнение бандажных полок.

9. Термодинамические потери в охлаждаемых газовых турбинах: на подготовку охладителя, на его прокачку и от смешения охладителя с основным потоком.

10. Потери в проточной части охлаждаемых газовых турбин: от неоптимальности профилей, от втулочного отношения, от закона закрутки, от нестационарности обтекания и от выхода теплоносителя в проточную часть.

11. Выбор радиальных и осевых зазоров в проточной части турбины.

12. Газодинамический расчет ступени и турбины. Предварительный расчет и расчет по среднему диаметру.

13. Расчет ступени газовой турбины совместно с диффузорным выходным патрубком.

14. Выбор закона изменения окружных проекций скоростей в ступени турбины. Закон постоянства циркуляции.

15. Уровень начальной температуры газа и методы его обеспечения.

16. Температурное состояние узлов и деталей газовых турбин на установившихся и переходных режимах.

17. Системы охлаждения газовых турбин. Общие требования к системам охлаждения и их классификация.

18. Системы охлаждения сопловых лопаток высокотемпературных газовых турбин.

19. Системы охлаждения рабочих лопаток высокотемпературных газовых турбин.

20. Системы охлаждения дисков и роторов высокотемпературных газовых турбин.

21. Системы охлаждения статорных деталей высокотемпературных газовых турбин.

Практические вопросы применения систем охлаждения.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Расчет цикла и проектирование ГТУ.

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
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-11	З-1 У-1	Практические/семинарские занятия