

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Теория турбомашин

Код модуля
1162473(1)

Модуль
Теоретические основы турбостроения

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кистойчев Александр Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Старший преподаватель	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- **Кистойчев Александр Владимирович, Старший преподаватель, турбин и двигателей**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теория турбомашин

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовая работа	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	4
		Домашняя работа	3
		Реферат	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теория турбомашин

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-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения) П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Курсовая работа Практические/семинарские занятия Реферат Экзамен

	<p>перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
<p>ПК-10 -Способен принимать обоснованные решения о конструктивном исполнении деталей и узлов газотурбинной техники, используя методы тепловых, и газодинамических расчетов и цифровые инструменты</p>	<p>З-2 - Сформулировать законы термо- и газодинамики, основные закономерности термо- и газодинамических процессов в газотурбинных установках</p> <p>П-2 - Предлагать методы повышения эффективности и надежности тепловых и технологических схем газотурбинных установок</p> <p>У-3 - Выполнить термодинамический расчет цикла ГТУ при различных исходных данных</p> <p>У-4 - Решать отдельные теплогидравлические задачи применительно к различным элементам газотурбинной техники</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 3</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Контрольная работа № 4</p> <p>Курсовая работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-12 -Способен разрабатывать математические и имитационно-информационные модели характеристик и режимов работы двигателей силовых установок авиационной техники, в том числе для оптимизации их конструкции</p>	<p>З-1 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы турбинной ступени</p> <p>З-2 - Изложить физические основы и математические модели процессов преобразования энергии и теплового, гидравлического и газодинамического расчетов энергетических машин и турбоустановок</p> <p>П-1 - Выполнять разработку физических и математических моделей при проектировании деталей и узлов газотурбинной техники с помощью прикладных пакетов программ</p> <p>П-2 - Выполнять математическое моделирование для построения характеристик и определения режимов работы турбинной ступени</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 3</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Контрольная работа № 4</p> <p>Курсовая работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>П-3 - Предлагать варианты оптимизации параметров конструкций, характеристик и режимов работы оборудования на основе данных моделирования</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы расчета и проектирования турбинной ступени</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы расчетов конструкций двигателей силовых установок с применением методов математического и информационного моделирования</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 – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 1</i>	5,6	33
<i>контрольная работа 2</i>	5,8	33
<i>контрольная работа 3</i>	5,10	34
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 – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	5,5	33
<i>домашняя работа 2</i>	5,7	33
<i>домашняя работа 3</i>	5,9	34
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
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 – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат</i>	6,17	100
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 – 0.4		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 4</i>	6,10	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
<i>выполнение и оформление курсовой работы</i>	6,17	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 1		
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,	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)

	имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка		
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. Принцип работы турбинной ступени.
2. Размеры сопловых и рабочих лопаток.
3. Расширение рабочего тела в ступени турбины.
4. Экономичность ступени по треугольникам скоростей.
5. Потери энергии, учитываемых относительным лопаточным КПД.
6. Двухвенечная ступень, ступени с поворотными лопатками.
7. Расчет турбинной ступени по среднему диаметру, определение потерь и КПД.
8. Ступень с различными законами закрутки.
9. Ступени с парциальным подводом рабочего тела.
10. Конструкции ступеней и лопаток.
11. Программы для моделирования течения в турбинных решетках.
12. Мощность многоступенчатой турбины.
13. Расчет турбомашин по среднему диаметру.
14. Диффузор.
15. Осевых усилия.
16. Лабиринтовые уплотнения в турбинах.
17. Тепловые расширения турбин.
18. Элементы конструкции многоступенчатых турбин.

Примерные задания

1. Схемы и основные принципы работы турбинной ступени.
2. Определение геометрических размеров сопловых и рабочих лопаток.
3. Расчет процессов расширения рабочего тела в ступени турбины.
4. Оценка экономичности ступени по треугольникам скоростей.
5. Расчет потерь энергии, учитываемых относительным лопаточным КПД.
6. Работа и расчет двухвенечной ступени, ступени с поворотными лопатками.
7. Определение потерь и КПД. Расчет турбинной ступени по среднему диаметру.
8. Расчеты параметров ступени с различными законами закрутки.
9. Расчет потерь энергии и КПД ступеней с парциальным подводом рабочего тела.
10. Рассмотрение конструктивного выполнения ступеней и лопаток.

11. Обзор компьютерных программ для моделирования течения в турбинных решетках.
12. Расчет предельной мощности многоступенчатой турбины.
13. Принципы расчета турбомшины по среднему диаметру.
14. Расчет диффузора.
15. Расчет осевых усилий и способы их уравнивания.
16. Расчет лабиринтовых уплотнений в турбинах.
17. Расчет тепловых расширения турбин.
18. Виды и расчет элементов конструкции многоступенчатых турбин.

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 № 1

Примерный перечень тем

1. Принцип работы турбинной ступени.

Примерные задания

1. Вставьте пропущенные в тексте слова и обозначения.
2. Назовите элементы турбинной ступени.
3. Обозначьте элементы треугольников скоростей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Диаграмма расширения рабочего тела в ступени.

Примерные задания

1. Вставьте пропущенные в тексте слова и обозначения
2. Изобразите на диаграмме характерные теплоперепады, потери, кинетические энергии.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Кинематические характеристики турбинной ступени.

Примерные задания

Построить треугольники скоростей турбинной ступени. Определить кинематическую степень реактивности и коэффициент нагрузки ступени.

Принять, что: $u_1 = u_2$; $c_1 a = c_2 a$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Определение эффективности ступени по треугольникам скоростей.

Примерные задания

Построить зависимость относительного лопаточного КПД осевой турбинной ступени от характеристического коэффициента χ .

Принять, что : $u_1=u_2$; $c_{1a}=c_{2a}$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров ступени.

Примерные задания

1. Построение зависимости КПД турбинной ступени от характеристического коэффициента χ ф.

2. Построение зависимости потерь с выходной скоростью турбинной ступени от характеристического коэффициента χ ф.

3. Изучение принципа работы турбинной ступени (тест).

4. Изучение H-s диаграммы расширения рабочего тела в ступени (тест).

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет двухвенечной ступени.

Примерные задания

Построить H-s диаграмму расширения рабочего тела в ступени по заданным треугольникам скоростей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.7. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Расчет турбинной ступени по среднему диаметру.

Примерные задания

1. Построить треугольники скоростей турбинной ступени по заданным условиям.

2. Построить H-s диаграмму расширения рабочего тела в ступени по заданным треугольникам скоростей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.8. Реферат

Примерный перечень тем

1. Современные достижения в турбостроении.

Примерные задания

Реферат по данной дисциплине состоит из введения, основной части, заключения и списка литературы. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. На основе реферата необходимо подготовить доклад на 5 минут. Защита реферата заключается в его публичном представлении с ответами на вопросы по теме реферата.

Примерные темы:

1. Совершенствование типов уплотнений турбин.
2. Назначение диффузоров и их оптимизация.
3. Достижения современного турбостроения в создании паровых (газовых) турбин предельной мощности.
4. Способы увеличения эффективности турбомашин.
5. Проблема расчета осевых усилий в турбомашинах.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Ступень как основной элемент турбомашин. Принцип действия турбинной ступени. 2. Конструктивная схема ступени турбомашин: основные элементы и их назначение. 3. Понятие о треугольниках скоростей турбинной ступени. Компоненты треугольников скоростей. 4. Понятие турбинной решетки. Изображение решеток в меридиональном и цилиндрическом сечениях. Абсолютные геометрические параметры решеток. 5. Основные уравнения движения сжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности. 6. Истечение газа (пара) из сопла. Параметры торможения. 7. Потери в рабочем колесе. $h-s$ диаграмма процесса расширения в рабочей решетке. 8. $h-s$ диаграмма процесса расширения рабочего тела в турбинной ступени. Теплоперепады ступени, характеризующие процесс расширения рабочего тела в ступени. 9. Активный принцип преобразования энергии в турбинной ступени. 10. Потери, возникающие при обтекании турбинных решеток рабочим телом. Профильные потери. 11. Понятие о фиктивной скорости для ступени. Характеристический коэффициент ступени. 12. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени. 13. Проектирование ступени турбомашин. Расчет по среднему диаметру. Выбор степени реактивности. 14. Проектирование ступени турбомашин. Расчет по среднему диаметру. Выбор угла выхода потока из соплового аппарата

2. Ступень как основной элемент турбомашин. Качественное описание процессов, происходящих в ступени турбомашин. 2. Конструктивная схема ступени турбомашин: основные элементы и их назначение. 3. Понятие о треугольниках скоростей турбинной ступени. Компоненты треугольников скоростей. 4. Понятие турбинной решетки. Изображение решеток в меридиональном и цилиндрическом сечениях. Основные элементы профиля лопатки. 5. $h-s$ диаграмма процесса расширения рабочего тела в турбинной ступени. Потери с выходной скоростью. 6. $h-s$ диаграмма процесса расширения рабочего тела в турбинной ступени. Теплоперепады ступени, характеризующие процесс

расширения рабочего тела в ступени. 7. Понятие о степени реактивности. Термодинамическая и кинематическая степень реактивности. 8. Активный принцип преобразования энергии в турбинной ступени. 9. Реактивный принцип преобразования энергии в турбинной ступени. 10. Потери, возникающие при обтекании, турбинных решеток рабочим телом. Концевые потери. 11. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени. 12. Относительный лопаточный КПД активной ступени. 13. Проектирование ступени турбомашин. Расчет по среднему диаметру. Выбор степени реактивности. 14. Проектирование ступени турбомашин. Определение относительного лопаточного КПД и мощности. 15. Законы закрутки потока. 16. Относительный внутренний КПД ступени. 17. Дополнительные потери в ступенях турбины. Потери от парциального подвода рабочего тела. 18. Оптимизация турбинной ступени активного типа. 19. Оптимизация турбинной ступени реактивного типа. 20. Необходимость выполнения многоступенчатых турбин. 21. Предельная мощность однопоточной турбины. 22. Осевые усилия в турбомашин. 23. Уплотнения в турбомашин. Виды и расчет. 24. Основные этапы проектирования турбомашин. 25. Выхлопные патрубки. 26. Тепловые расширения турбомашин.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Газодинамический расчет ступени осевой турбомашин активного типа.
2. Газодинамический расчет ступени осевой турбомашин реактивного типа.

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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент»,	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-10	З-2 У-4 П-2	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Курсовая работа

	«студент-группа студентов»				
--	-------------------------------	--	--	--	--