

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Теория турбомашин**

**Код модуля**  
1156575

**Модуль**  
Профессиональный «Газотурбинные установки  
ГКС»

**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	Кистойчев Александр Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Кистойчев Александр Владимирович, Доцент, турбин и двигателей

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теория турбомашин

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	7	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет 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
ПК-6 -Способен решать типовые гидродинамические и теплотехнические задачи применительно к различным элементам энергоустаново	З-2 - Изложить физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в турбоустановках и течения в проточной части турбины П-1 - Пользоваться методиками выбора и расчета оборудования и его характеристик по заданным параметрам У-3 - Проводить различные расчеты элементов конструкций с применением справочной литературы	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия Реферат 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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа № 1</i>	5,6	33
<i>контрольная работа №2</i>	5,8	33
<i>контрольная работа № 3</i>	5,10	34
<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 – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа № 1</i>	5,5	33
<i>домашняя работа № 2</i>	5,7	33
<i>домашняя работа № 3</i>	5,9	34
<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>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр,</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>

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

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>реферат</i>	16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</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 – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа № 4</i>	10	100
<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>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-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>
Курсовая работа	16	100
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 1</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

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. Принцип 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. Расчет турбинной ступени по среднему диаметру, определение потерь и КПД.
  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. Расчет турбомашин по среднему диаметру.
  14. Расчет диффузора.
  15. Расчет осевых усилий и способы их уравнивания.
  16. Расчет лабиринтовых уплотнений в турбинах.
  17. Тепловые расширения турбин.
  18. Элементы 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:  $u_1 = u_2$ ;  $c_{1a} = c_{2a}$ .

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 .

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  $X_f$ .

2. Построение зависимости потерь с выходной скоростью турбинной ступени от характеристического коэффициента  $X_f$ .

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

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. Зачет

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.

Теплопередача 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 турбомашины. Расчет по среднему диаметру. Выбор степени реактивности.
  14. Проектирование ступени турбомашины. Расчет по среднему диаметру. Выбор угла выхода потока из соплового аппарата.
  15. Усилия на лопатках ступени турбомашины.
  16. Законы закрутки потока.
  17. Ступени скорости.
  18. Дополнительные потери в ступенях турбины. Потери от парциального подвода рабочего тела.
  19. Оптимизация турбинной ступени активного типа.
  20. Оптимизация турбинной ступени реактивного типа.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Ступень как основной элемент турбомашины. Качественное описание процессов, происходящих в ступени турбомашины.
  2. Конструктивная схема ступени турбомашины: 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 турбомашины. Расчет по среднему диаметру. Выбор степени реактивности.
  14. Проектирование ступени турбомашины. 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 турбомашинах.
  23. Уплотнения в турбомашинах. Виды и расчет.
  24. Основные этапы проектирования турбомшины.
  25. Выхлопные патрубки.
  26. Тепловые расширения турбомашин.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.3. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Газодинамический расчет ступени осевой турбомшины активного типа
2. Газодинамический расчет ступени осевой турбомшины 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
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-6	3-2	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Курсовая работа