

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Теория турбомашин

**Код модуля**  
1163160(1)

**Модуль**  
Теория турбомашин

**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	Калинин Илья Александрович	без ученой степени, без ученого звания	Преподаватель	турбин и двигателей
2	Марченко Юрий Глебович	без ученой степени, без ученого звания	Преподаватель	турбин и двигателей

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Калинин Илья Александрович, Преподаватель, турбин и двигателей
- Марченко Юрий Глебович, Преподаватель, 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	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3
		Домашняя работа	2
		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	Домашняя работа № 1 Контрольная работа № 1 Лекции Реферат Экзамен

	<p>перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
<p>ПК-4 -Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p>	<p>З-10 - Изложить физические основы и математические модели процессов преобразования энергии и теплового, гидравлического и газодинамического расчетов энергетических машин и турбоустановок</p> <p>У-10 - Анализировать результаты расчетных и экспериментальных исследований и разрабатывать рекомендации по улучшению эксплуатационных показателей надежности оборудования</p>	<p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен принимать обоснованные решения на стадии проектирования деталей, узлов и турбоустановок, разработки тепловых схем турбомашин, используя методы тепловых и газодинамических расчетов и САПР</p>	<p>З-11 - Описать конструктивное устройство, рабочие процессы, принципы работы и особенности компоновки основного и вспомогательного оборудования энергоустановок</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт расчетов и конструирования деталей и турбоустановок с использованием САПР</p> <p>П-4 - Применять современные программные продукты, позволяющие моделировать и управлять прочностью и надежностью деталей турбомашин</p> <p>У-4 - Принимать обоснованные решения на стадии проектирования, обеспечивающие надежную и экономичную работу турбомашин</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</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 – 0.6</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 1</i>	5,6	50
<i>контрольная работа № 2</i>	5,10	50
<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>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 1</i>	5,5	50
<i>домашняя работа № 2</i>	5,9	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>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<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>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет</b>		

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– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

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

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – <b>0.6</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат</i>	6,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>0.4</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.6</b>		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – <b>0.4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 3</i>	6,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – <b>не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – <b>не предусмотрено</b>		

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		

## 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**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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.

#### Примерные задания

1. Ответить на вопрос: Активная и реактивная ступени имеют одинаковые диаметры и частоты вращения. Какая из ступеней срабатывает при большем тепловом перепаде и во сколько раз при условии их максимальной возможной эффективности?

2. Решить задачу: Диаметр ступени 1,1 м. Какой тепловой перепад может оптимально сработать чисто активная и реактивная ступени при частоте вращения 3000 мин<sup>-1</sup>.

3. Ответить на вопрос: Активная и реактивная ступени имеют одинаковые диаметры и частоты вращения. Каждая ступень срабатывает при оптимальном тепловом перепаде. Скорость потока на выходе из соплового аппарата какой ступени больше и во сколько раз?

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, обозначенные на рис. 1 цифрами.
3. Обозначьте элементы треугольников скоростей.

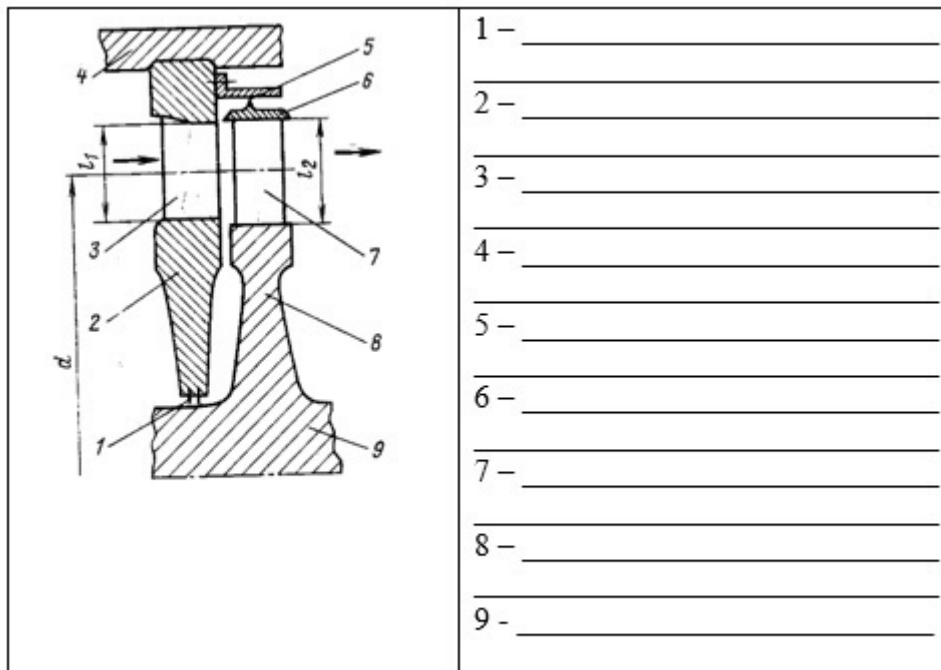


Рис. 1.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

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

№ варианта	Исходные данные			
	U, м/с	$\alpha_1$ , град	$\beta_2$ , град	$\bar{c}_a$
1	200	15	30	0,40
2	250	18	32	0,45
3	300	20	34	0,50
4	350	22	36	0,55
5	200	25	38	0,60

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

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

Исходные данные:

№ п/п	$h_0$ , кДж/кг	$\rho_{ст}$	$\alpha_1$ , град	$\psi$	$\varphi$
1	160	0,35	18	0,95	0,97
2	170	0,40	20	0,96	0,97
3	180	0,50	22	0,95	0,97
4	190	0,35	24	0,96	0,97
5	160	0,40	24	0,95	0,97

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.4. 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

#### 5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет двухвенечной ступени.

Примерные задания

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

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.6. 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. Экзамен

Список примерных вопросов

1. 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

#### 5.4 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-	профориентационная	Технология самостоятельной	ПК-4	3-10	Лекции Практические/сем

<p>значимых ценностей</p>	<p>деятельность общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»</p>	<p>работы Технология анализа образовательных задач</p>			<p>инарские занятия Экзамен</p>
---------------------------	--	--	--	--	-------------------------------------