

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Моделирование физических процессов в турбомашинах

Код модуля
1156445

Модуль
Моделирование и исследование рабочих
процессов в турбоустановках

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
2	Седунин Вячеслав Алексеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Седунин Вячеслав Алексеевич, Доцент, турбин и двигателей

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Моделирование физических процессов в турбомашинах

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовая работа	
4.	Текущая аттестация	Реферат	1
		Собеседование/устный опрос	5

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Моделирование физических процессов в турбомашинах

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-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Курсовая работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Реферат Собеседование/устный опрос № 1 Собеседование/устный опрос № 2 Экзамен

	<p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>УК-4 -Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>Д-1 - Проявлять доброжелательность и толерантность по отношению к коммуникативным партнерам</p> <p>З-1 - Определять специфику, разновидности, инструменты и возможности современных коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия</p> <p>З-2 - Излагать нормы и правила составления устных и письменных текстов для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках</p> <p>П-1 - Составлять устные и письменные тексты для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках в соответствии с правилами и нормами</p> <p>П-2 - Осуществлять поиск вариантов использования</p>	<p>Курсовая работа</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Собеседование/устный опрос № 3</p> <p>Собеседование/устный опрос № 4</p> <p>Собеседование/устный опрос № 5</p> <p>Экзамен</p>

	<p>инструментов современных коммуникативных технологий для решения проблемных ситуаций академического и профессионального взаимодействия</p> <p>У-1 - Анализировать и оценивать письменные и устные тексты для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках на соответствие правилам и нормам и корректировать их</p> <p>У-2 - Воспринимать и анализировать содержание письменных и устных текстов на родном и иностранном (ых) языках с целью определения значимой информации</p> <p>У-3 - Выбирать инструменты современных коммуникативных технологий для эффективного осуществления академического и профессионального взаимодействия</p>	
<p>ПК-2 -Способен применить современные интегрированные информационные технологии, используя концепции CALS-систем и сквозного автоматизированного проектирования в интегрированной среде PDM/PLM-систем, САД-систем для анализа новых направлений исследований, планирования исследований, проведения и контроль реализации внедрения результатов научных исследований и опытно-конструкторских</p>	<p>Д-1 - Проявлять развитую мотивацию к учебной и трудовой деятельности</p> <p>Д-2 - Проявлять настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход</p> <p>З-10 - Принципы выбора моделей и расчётных схем динамических систем в зависимости от условий работы и конструктивных особенностей энергоустановок</p> <p>З-11 - Основы прочностных, тепловых и газодинамических, а также вибродиагностических расчетов энергоустановок</p> <p>З-12 - Особенности расчета деталей энергоустановок с учетом специфики поведения их в реальных условиях эксплуатации</p> <p>З-13 - Алгоритмы и математические модели, используемые при</p>	<p>Курсовая работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат</p> <p>Собеседование/устный опрос № 2</p> <p>Собеседование/устный опрос № 3</p> <p>Экзамен</p>

<p>разработок конструкций основного и вспомогательного оборудования конкурентоспособных ПТ и ПТУ</p>	<p>моделировании рабочих процессов энергоустановок 3-14 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива 3-5 - Назначение систем инженерного анализа; области применения методов конечных элементов и конечных объемов в системах инженерного анализа; назначение технологий управления данными об изделии 3-6 - Основные понятия используемые для описания рабочих процессов в энергетических установках, аппаратах и машинах 3-7 - Основные понятия и термины, используемые в моделировании процессов, в частности проектных операций и процедур 3-8 - Основные понятия, связанные с методологией проведения исследований и экспериментов 3-9 - Критерии подобия и методы моделирования физических процессов П-1 - Опыт применения методологией функционального моделирования П-10 - Владеет способами выполнения численных расчетов рабочих процессов энергоустановок и их анализа П-11 - Владеет методами постановки задачи численного моделирования рабочих процессов энергоустановок П-12 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов П-2 - Опыт применения метода конечно-элементного анализа элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей</p>	
--	--	--

	<p>П-3 - Владеет приемами автоматизации процессов проектирования объектов профессиональной деятельности</p> <p>П-4 - Владеет приемами автоматизированного проектирования с использованием Creo Parametric и Windchill</p> <p>П-5 - Владеет навыками работы в современных программных продуктах, позволяющих проектировать, моделировать и управлять жизненным циклом энергетических установок</p> <p>П-6 - Владеет приемами автоматического проектирования с использованием САПР</p> <p>П-7 - Владеет способами визуализации экспериментальных и расчетных данных</p> <p>П-8 - Владеет основными методиками моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>П-9 - Владеет навыками работы в современных программных комплексах для моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>У-1 - Анализировать информацию, получаемую с помощью компьютерных технологий, и принимать решения в соответствии с ней</p> <p>У-10 - Осуществлять статистическую обработку результатов исследований</p> <p>У-11 - Обобщать полученные результаты исследований</p> <p>У-12 - Пользоваться вычислительной техникой и основными программными продуктами</p> <p>У-13 - Определять параметры и характеристики, в т.ч. граничные условия для составления и решения уравнений математических</p>	
--	--	--

	<p>моделей процессов, явлений и объектов профессиональной сферы</p> <p>У-14 - Строить геометрическую твердотельную, трехмерную модель деталей энергоустановок</p> <p>У-15 - Проводить численное моделирование рабочих процессов энергоустановок с помощью современных программных комплексов</p> <p>У-16 - Составлять программу численных исследований рабочих процессов энергоустановок; анализировать результаты численного моделирования рабочих процессов и на их основе предлагать меры по совершенствованию энергоустановок</p> <p>У-17 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>У-2 - Использовать компьютерные технологии для организации коллективной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать бизнес-процессы с помощью методов функционального моделирования</p> <p>У-4 - Выполнять прочностные и тепловые расчеты элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей</p> <p>У-5 - Работать в интегрированной среде PDM/PLM-систем и CAD-систем</p> <p>У-6 - Разрабатывать конструкции конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества с использованием САПР</p>	
--	---	--

	<p>У-7 - Определять энергетические задачи, которые необходимо решать с помощью ПК</p> <p>У-8 - Решать энергетические задачи с помощью прикладных программ на ПК</p> <p>У-9 - Использовать методы применения САПР при проектировании энергоустановок</p>	
<p>УК-7 -Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>З-1 - Сделать обзор угроз информационной безопасности, основных принципов организации безопасной работы в информационных системах и в сети интернет</p> <p>З-2 - Описать способы и средства защиты персональных данных и данных в организации в соответствии с действующим законодательством</p> <p>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p> <p>П-1 - Обосновать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p> <p>У-1 - Определять основные угрозы безопасности при использовании информационных технологий и выбирать оптимальные способы и средства защиты персональных данных и данных организации от мошенников и вредоносного ПО</p>	<p>Курсовая работа</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат</p> <p>Экзамен</p>

	У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач	
--	--	--

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 – 0.2		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в работе лекций</i>	18	50
<i>Собеседование/ устный опрос № 1</i>	18	10
<i>Собеседование/ устный опрос № 2</i>	18	10
<i>Собеседование/ устный опрос № 3</i>	18	10
<i>Собеседование/ устный опрос № 4</i>	18	10
<i>Собеседование/ устный опрос № 5</i>	18	10
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>Участие в практических занятиях</i>	18	70
<i>реферат</i>	18	30
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 –0.4		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	18	50

<i>Участие в лабораторных работах</i>	18	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
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 –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Поиск и анализ источников	10	10
Проведение расчетных работ	18	30
Формирование содержания курсовой работы	10	30
Выполнение курсовой работы	18	30
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.6		

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. Основные уравнения, используемые при расчётном исследовании аэродинамических процессов в турбомашинах.

2. Импорт геометрии в расчётный комплекс.

3. Построение расчётной сетки (в общей постановке).

4. Построение расчётной сетки для элементов турбомашин (лопаточный аппарат).

5. Постановка задачи расчётного исследования. Задание граничных условий.

Особенности постановки расчёта. Настройка процесса решения.

6. Постановка расчётного исследования венца/ступени осевого компрессора/осевой турбины.

7. Обработка результатов расчёта. Оценка погрешностей. Анализ собранной информации.

8. Анализ полученных результатов с помощью специальных приложений.

9. Постановка нестационарного расчёта.

10. Верификация расчётного метода. Использование различных моделей турбулентности.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Построение расчетной модели.

2. Задание граничных условий для построенной рас-четной модели.

3. Верификация расчетного метода на основании экс-периментальных данных.

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

Примерный перечень тем

1. Применение методов разрешения крупных вихрей (Large-Eddy Simulation) и подобных моделей для решения задач турбомашин в области отрывных течений

2. Мировые достижения в области валидации вычислительных методов (предпочтительно, методов CFD, в частности RANS) путём сравнения с экспериментальными данными

Примерные задания

Реферат по данной дисциплине состоит из введения, основной части, заключения и списка литературы. Объем реферата 15-20 страниц машинописного текста. На основе

реферата необходимо подготовить доклад на 5-7 минут. Защита реферата заключается в его публичном представлении с ответами на вопросы по теме реферата.

В реферате раскрыть:

Моделирование технических систем на уровне одномерных характеристик узлов (Low-order system modelling)

Современные тенденции в исследовании сопряжённых проблем в турбомашинах (моделирование флаттера, переходных тепловых состояний, плёночного охлаждения и других сопряжённых задач)

Особенности выбора типа конечных элементов (на выбор: для прочностных или аэродинамических расчётов).

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Собеседование/устный опрос № 1

Примерный перечень тем

1. Геометрические упрощения в расчётной модели

Примерные задания

Назовите и обоснуйте геометрические упрощения в вашей расчётной модели

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Собеседование/устный опрос № 2

Примерный перечень тем

1. Принципы задания граничных условий для модели.

Примерные задания

Обоснование каждого из применённых условий.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Собеседование/устный опрос № 3

Примерный перечень тем

1. Принципы верификации расчётных моделей.

Примерные задания

В чём особенности сравнения с другими расчётными моделями, результатами эксперимента, справочной литературы и проектными данными?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Собеседование/устный опрос № 4

Примерный перечень тем

1. Обоснование подхода к обработке результатов расчётного эксперимента.

Примерные задания

Какие величины, в каких геометрических точках вы используете и каким образом следует обрабатывать эти величины перед сравнением с экспериментальными данными?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Собеседование/устный опрос № 5

Примерный перечень тем

1. Выбор осей и шкал для графиков, выбор семейства кривых, цветовых и прочих оформительских решений

Примерные задания

Предоставить один-два рисунка, в максимальной мере отражающей результаты (ожидаемые результаты) вашего научного исследования. Предусмотреть, что читатель имеет базовое инженерное образование.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Назовите структуру процесса расчётного исследования физических процессов в элементах турбомашин?

2. Какие геометрические особенности расчётной модели влияют на качество расчетного исследования?

3. Назовите характерные параметры расчётной сетки конечных элементов, влияющие на качество расчётного исследования?

4. Укажите основные уравнения, используемые при расчётном исследовании аэродинамических процессов в турбомашине?

5. Обоснуйте необходимость использования численных решений уравнения Навье-Стокса для решения современных задач аэродинамики?

6. Способы установления взаимосвязей между доменами при постановке численного исследования, включающего несколько элементов (например, ступень турбомашин)? В чем их особенности?

7. Возможные варианты задания граничных условий для исследования аэродинамических процессов во вспомогательных элементах компрессорной станции (КВОУ, входные и выходные диффузоры и пр.)

8. Возможные варианты задания граничных условий для исследования аэродинамических процессов в ступени турбомашин. В чём их особенности?

9. Возможные варианты задания граничных условий для исследования процессов теплообмена в элементах турбомашин?

10. Этапы постановки сопряжённой задачи в элементах турбомашин? Каким образом осуществляется взаимосвязь между этими элементами?

11. Преимущества и недостатки использования расчетного метода исследования при сопоставлении его с натурным экспериментом?

12. Способы повышения качества расчётного исследования? Обоснуйте выбор оптимальных параметров при постановке задачи?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Численное исследование аэродинамики в ступени турбомашин.

2. Постановка расчетного исследования работы турбомашин в широком диапазоне рабочих режимов.

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.