

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Физико-математическое моделирование процессов в турбоустановках

Код модуля
1161184(1)

Модуль
Физико-математическое моделирование
процессов в турбоустановках

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Плотников Леонид Валерьевич	д.т.н., Доцент	Доцент	Турбины и двигатели
2	Седунин Вячеслав Алексеевич	к.т.н.	доцент	Турбины и двигатели

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- Седунин Вячеслав Алексеевич, доцент, Турбины и двигатели

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Физико-математическое моделирование процессов в турбоустановках**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физико-математическое моделирование процессов в турбоустановках

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 П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том	Контрольная работа Курсовой проект Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	<p>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>ПК-2 -Способность разрабатывать программные алгоритмы, физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов в сфере конструирования, проектирования, исследования, модернизации объектов газотурбостроения и энергетики и оценивать полученные результаты</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать глубокое понимание физических процессов</p> <p>З-1 - Сформулировать основные подходы, используемые в моделировании физических процессов в турбоустановках</p> <p>З-2 - Объяснять принципы выбора моделей и расчётных схем системы в зависимости от условий работы и конструктивных особенностей энергоустановок</p> <p>П-1 - Моделировать рабочие процессы энергоустановок с применением программных алгоритмов, физических и математических моделей</p> <p>П-3 - Самостоятельно ставить и решать задачи численного моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>У-1 - Определять последовательность действий при выполнении газодинамических и прочностных исследований элементов турбоустановок в специализированных прикладных программах математического моделирования</p> <p>У-2 - Формулировать граничные условия при постановке математических моделей</p>	<p>Курсовой проект</p> <p>Лабораторные 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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в работе лекций</i>	2,17	50
<i>контрольная работа</i>	2,17	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 – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
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 – 0.6		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах</i>	2,18	50
<i>Отчет по лабораторным работам</i>	2,18	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 – 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
Поиск и анализ источников	2,10	10
Проведение расчетных работ	2,18	30
Формирование содержания курсового проекта	2,10	30
Выполнение курсового проекта	2,18	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 характеристи ка 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	Неудовлетворитель но (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. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Построение расчетной модели.
 2. Задание граничных условий для построенной расчетной модели.
 3. Верификация расчетного метода на основании экспериментальных 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. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Численное моделирование турбинных ступеней
2. Моделирование турбулентных течений в ступени

Примерные задания

1. Программные продукты для разработки и построения трехмерных моделей деталей и узлов относятся к:

- CAD
- CAE
- CAM
- PDM
- PLM

2. Точность численного решения это?

- количество ошибок расчета
- отклонение приближенного решения от истинного решения
- постепенное приближение последовательных решений к предельному

3. К какой системе относится ПК Fidesys, FlowVision, Ansys?

- CAD
- CAE
- CAM
- PDM
- PLM

4. Укажите подход к численному моделированию турбулентных течений, состоящий в решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса:

- DNS
- LES
- RANS

5. Что такое расчетный домен при решении задачи моделирование течения в ступени турбомашин?

- это область пространства, в которую входит несколько лопаток, ограниченная снизу и сверху границами симметрии, сзади и спереди поверхностями, расположенными посередине между предыдущим и следующим венцами соответственно

- это область пространства, в которую входит одна лопатка, ограниченная снизу и сверху линиями корня и периферии, сзади и спереди поверхностями, расположенными посередине между предыдущим и следующим венцами соответственно

- это область пространства, в которую входит одна лопатка, ограниченная снизу и сверху линиями корня и периферии, сзади и спереди поверхностями периодичности

6. На каком этапе решения задачи моделирования течения осуществляется задание параметров на входе и выходе из расчетной области?

- на этапе построения геометрии
- на этапе разбиения на расчетную сетку
- на этапе задания граничных условий
- на этапе запуска численного расчета

- на этапе обработки результатов расчета

7. Поверхность лопатки при расчете течения потока в ступени турбомашины отмечается каким граничным условием?

- непроницаемая стенка
- проницаемая стенка
- граница входа
- граница выхода

8. Какие из перечисленных задач можно упростить симметрией или периодичностью? (несколько вариантов ответа)

- обтекание потоком цилиндра
- течение потока в цилиндрическом канале
- течение в безлопаточном диффузоре центробежного компрессора
- течение в ступени осевой турбины
- течение в ступени осевого компрессора
- напряженно-деформированное состояние диска
- расчет рабочей лопатки осевой турбины на прочность

9. В каких из перечисленных задачах можно пренебречь наличием галтели? (несколько вариантов ответа)

- напряженно-деформированное состояние лопатки осевого компрессора
- напряженно-деформированное состояние диска рабочего колеса центробежного компрессора
- моделирование течения в ступени осевой турбины
- моделирование течения в ступени радиальной турбины

10. Что из перечисленного необходимо задать для расчета напряженно-деформированного состояния рабочей лопатки турбомашин? (несколько вариантов ответа)

- тип заделки
- тип турбомашин
- частоту вращения
- силы, действующие на лопатку
- модель турбулентности
- материал лопатки
- количество итераций

LMS-платформа – не предусмотрена

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 расчётного 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 турбомшины)? В чём 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 турбомшины. 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 расчётного 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. Курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Численное исследование аэродинамики в ступени турбомшины.
2. Постановка расчётного исследования работы турбомшины 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.