

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Компьютерное моделирование физических процессов

Код модуля
1155028

Модуль
Математическое моделирование физических
процессов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Климова Виктория Андреевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	атомные станции и возобновляемые источники энергии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- **Климова Виктория Андреевна, Старший преподаватель, атомные станции и возобновляемые источники энергии**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Компьютерное моделирование физических процессов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	1
		Расчетно-графическая работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Компьютерное моделирование физических процессов

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-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации	Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований	Контрольная работа № 1 Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы	
ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем	Домашняя работа Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Экзамен
ПК-10 -Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	З-3 - Описывать методы и инструменты статистической обработки экспериментальных данных на компьютере У-3 - Использовать математические пакеты и электронные таблицы для обработки экспериментальных данных У-5 - Применять методы математической и графической обработки результатов расчетов и измерений	Лабораторные занятия Расчетно-графическая работа 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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа</i>	6,16	20
<i>Контрольная работа 1</i>	6,3	20
<i>Контрольная работа 2</i>	6,17	20
<i>Расчетно-графическая работа</i>	6,12	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
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 – 0.40		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лаб. работ (1 п/с)</i>	6,8	30
<i>Выполнение лаб. работ (2 п/с)</i>	6,17	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		

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

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. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Основные приемы создания геометрии модели
2. Определение гидравлических потерь при течении жидкости в канале
3. Неизотермическое течение в канале
4. Моделирование сопряженного теплообмена. Источники теплоты
5. Нестационарная теплопроводность: виды граничных условий
6. Анализ уравнения Бернулли средствами компьютерного моделирования.

Особенности постановки задачи

7. Анализ обтекания круглого цилиндра. Валидация компьютерной модели
8. Моделирование неизотермического обтекания пластины
9. Моделирование теплоотдачи от ребренной стенки
10. Моделирование естественной конвекции в большом объеме. Обработка результатов компьютерного эксперимента
11. Моделирование естественной конвекции в полости
12. Моделирование течения неньютоновской жидкости в канале. Реологические модели
13. Неизотермическое течение жидких металлов в каналах
14. Течение сквозь пористое тело
15. Теплообмен излучением. Задание свойств поверхности
16. Оптимизация расчетной сетки при компьютерном моделировании
17. Определение гидравлических характеристик запорной арматуры средствами компьютерного моделирования

18. Анализ эффективности кожухотрубного теплообменного аппарата средствами компьютерного моделирования

19. Определение КПД центробежного насоса средствами компьютерного моделирования

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=832>

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. Постановка задачи компьютерного моделирования

Примерные задания

Вопрос 1. Что такое компьютерная модель?

Вопрос 2. Расставьте по порядку основные этапы компьютерного моделирования:

- а) Построение информационной модели
- б) Проведение эксперимента
- в) Разработка компьютерной модели
- г) Постановка задачи и её анализ
- д) Разработка метода и алгоритма реализации компьютерной модели

Вопрос 3. Какое из перечисленных уравнений не относится к основным при CFD-моделировании?

- а) уравнение сохранения импульса
- б) уравнение неразрывности, выражающее закон сохранения массы
- в) уравнение сохранения энергии
- г) уравнение для учета турбулентности

Вопрос 4. Подготовительный этап при CFD-моделировании - это:

- а) отображение результатов в виде контурных схем, привязанных к исходной геометрии
- б) формирование геометрии модели
- в) численное решение основных уравнений модели
- г) задание начальных и граничных условий для дифференциальных уравнений модели

Вопрос 5. Укажите подходящие модели для перечисленных сред: жидкость, газ, сжимаемая жидкость, неньютоновская жидкость.

- а) этиловый спирт – _____
- б) ксенон – _____
- в) оливковое масло – _____

Вопрос 6. Укажите основные отличия между методом конечных элементов и методом конечных объемов.

Вопрос 7. Исследуется теплопередача от воды к воздуху через стенку трубы. Опишите этапы постановки задачи компьютерного моделирования.

Вопрос 8. В каких случаях необходимо задать вектор гравитации при постановке задачи?

- а) турбулентное неизотермическое течение в горизонтальной трубе: определение коэффициента теплоотдачи;
- б) определение гидравлических потерь при ламинарном течении в наклонной трубе;
- в) определение коэффициента теплоотдачи от стенки к окружающему спокойному воздуху;
- г) анализ теплообмена излучением в вакууме;
- д) ламинарное неизотермическое течение в вертикальной трубе.

Вопрос 9. Что такое имитационное моделирование?

Вопрос 10. Приведите примеры использования имитационного моделирования в атомной энергетике.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=832>

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Компьютерное моделирование при проектировании оборудования АЭС

Примерные задания

Вопрос 1. Из каких конструктивных элементов состоит кожухотрубный теплообменник?

Вопрос 2. Как можно упростить модель кожухотрубного теплообменника для теплогидравлического анализа?

Вопрос 3. Какие физические модели необходимо использовать при постановке задачи анализа теплообменного аппарата?

Вопрос 4. Порядок формирования проекта и задание целей исследования при теплогидравлическом анализе теплообменника.

Вопрос 5. Из каких деталей состоит центробежный насос?

Вопрос 6. Какие характеристики центробежных насосов рассматривают при выборе оборудования?

Вопрос 7. Что влияет на КПД центробежного насоса?

Вопрос 8. Как определить среднее давление на выходе из рабочего колеса?

Вопрос 9. Из каких деталей состоит шаровой кран? Опишите порядок построения сборки.

Вопрос 10. Опишите порядок формирования проекта при построении гидравлической характеристики шарового крана.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=832>

5.2.3. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Цифровое моделирование кожухотрубного теплообменника

Примерные задания

Выполнить оценочный конструкторский расчет кожухотрубного теплообменника по заданным конечным температурам теплоносителей и расходу и определить основные размеры. Построить модель теплообменника, выполнить анализ тепловой эффективности аппарата и гидравлических потерь со стороны горячего и холодного теплоносителей. Предложить способы повышения эффективности аппарата.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=832>

5.2.4. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Обработка данных компьютерного эксперимента методом теории подобия

Примерные задания

Вариант 1. Исследование тепловых потерь с горизонтального трубопровода к окружающему воздуху.

Твердотельная модель – горизонтальный цилиндр диаметром d (двумерная задача). Известны также температура жидкости (воздуха) вдали от трубы и температура стенки трубы.

Числа подобия: критерий Грасгофа и критерий Прандтля (определяющие), критерий Нуссельта (определяемый).

Нужно

- построить геометрию модели;
- выполнить постановку задачи;
- выполнить расчет для пяти вариантов Gr и вычислить Nu для каждого варианта;
- построить график зависимости в виде $Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$;
- получить коэффициенты зависимости при помощи метода наименьших квадратов;
- сравнить полученные данные со справочными.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=832>

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Моделирование как метод познания. Понятие модели. Классификация моделей по общематематическим свойствам
2. Цели и основные этапы компьютерного математического моделирования. Примеры программных пакетов.
3. Физическое моделирование. Назначение, области применения, особенности моделей. Примеры
4. Аналитическое моделирование в физике. Примеры
5. Моделирование стохастических систем: основные понятия, цели, возможности. Особенности построения стохастических моделей
6. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Его приложения
7. Моделирование случайной величины с равномерным распределением. Физические генераторы случайных чисел. Псевдослучайные числа
8. Имитационные модели. Цели, возможности имитационного моделирования. Области применения. Примеры
9. Численное моделирование. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с теорией и лабораторным экспериментом
10. Модели сплошных сред. Моделирование конвективного теплообмена. Законы сохранения
11. Основные управляющие уравнения вычислительной гидродинамики. Замыкание системы уравнений
12. Жидкости в вычислительной гидродинамике: основные модели. Особенности моделей идеального и реального газа
13. Жидкости в вычислительной гидродинамике: основные модели. Несжимаемая и сжимаемая жидкость
14. Реологически сложные среды. Неньютоновская жидкость: особенности течения, виды моделей
15. Моделирование турбулентных течений. Области применения моделей турбулентности. Модель $k-\varepsilon$
16. Течение в пристеночной области. Особенности пограничного слоя. Шероховатость стенки
17. Особенности моделирования течения и теплообмена в пористых средах. Определение сопротивления
18. Особенности моделирования теплообмена излучением. Тепловое и солнечное излучение
19. Сопряженный теплообмен. Особенности постановки задачи. Источники и стоки теплоты
20. Построение расчетной сетки. Дискретизация по пространству и времени. Основные методы
21. Метод конечных разностей: основные положения
22. Метод конечных элементов: основные положения
23. Метод конечных объемов: основные положения
24. Уровни дробления расчетной сетки. Разрешение мелких особенностей модели. Расчетная сетка в узких каналах, на криволинейной поверхности

25. Планирование эксперимента. Основные понятия. Особенности планирования компьютерного эксперимента

26. Теория подобия. Подобие физических процессов. Критерии подобия. Представление результатов моделирования в рамках теории подобия

27. Визуализация в компьютерном моделировании. Построение графиков функций, траекторий движения объектов. Интерполяция

28. Визуализация в компьютерном моделировании. Представление скалярных полей. Интерполяция

29. Обеспечение точности и достоверности результатов моделирования

30. Статистические методы обработки результатов моделирования

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=832>

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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы Тренинг диагностическое мышления Технология анализа образовательных задач	ПК-2	П-11	Домашняя работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Расчетно-графическая работа Экзамен