

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Численные методы моделирования химико-технологических процессов и систем**

**Код модуля**  
1158053

**Модуль**  
Моделирование и оптимизация химико-  
технологических систем

**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	Салимгареева Елена Ринатовна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Научно-образовательный и инновационный центр химико-фармацевтических технологий
2	Муравьев Андрей Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- Муравьев Андрей Владимирович, Доцент,
- Салимгареева Елена Ринатовна, Доцент, Научно-образовательный и инновационный центр химико-фармацевтических технологий

### 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Численные методы моделирования химико-технологических процессов и систем

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Численные методы моделирования химико-технологических процессов и систем

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	З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	Домашняя работа Зачет Контрольная работа Практические/семинарские занятия

	У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания	Зачет Практические/семинарские занятия
ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и	Зачет Практические/семинарские занятия

	<p>технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p>	
<p>ПК-7 -Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку</p>	<p>З-1 - Демонстрировать знание основных понятий численных методов: конечно-разностную схему, сходимость, погрешность</p> <p>П-1 - Иметь навыки владения программами численного расчета</p> <p>П-2 - Иметь навыки выбора, составления и оптимизации алгоритмов</p> <p>У-1 - Разрабатывать и адаптировать конечно-разностные схемы для решения поставленной задачи</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Зачет</p> <p>Практические/семинарские занятия</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 – не предусмотрено**

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лекциям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 1.00</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	2,17	50
<i>контрольная работа</i>	2,17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.40		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.60		
<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
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
<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
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
---	---------------------------------	------------------------------

<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>		

#### **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**

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

	<b>задание)</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. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Определение состава системы, разложение системы на элементы
  2. Методы решения дифференциальных уравнений. Общее и частное решение
  3. Операции с матрицами.
  4. Описание дискретных систем с помощью матриц
  5. Разработка матричной модели системы аппаратов на примере химических реакторов
  6. Описание химических реакций системой дифференциальных уравнений
  7. Составление модели, описывающей константу скорости реакции.
  8. Описание непрерывных систем на примере процессов диффузии и конвекции.
  9. Составление упрощенной модели многофазной системы. Описание способа нахождения решения.
  10. Составление конечно-разностных схем для обыкновенных дифференциальных уравнений
  11. Составление конечно-разностных схем для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнений теплопроводности)
  12. Конечно-разностные схемы для граничных условий первого, второго и третьего рода
- 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. Оценка толщины прогрева материала с использованием критериев подобия.
2. Задание граничных условий при внешнем обтекании тела
3. Задание граничных условий при течении в каналах

Примерные задания

Дано:

прямоугольный канал 100x100 мм;  
среда - воздух при нормальных условиях;  
входная скорость 1,2 м/с.

Определить:

- 1) число Рейнольдса;
- 2) расстояние на котором возможен расчет в приближении пограничного слоя.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.2. Домашняя работа**

Примерный перечень тем

1. Нахождения определителя матриц.
2. Представление системы линейных алгебраических уравнений в матричном виде.

Отыскание решения. Представление системы линейных алгебраических уравнений в матричном виде. Отыскание решения.

3. Моделирование химических реакций с помощью дифференциальных уравнений.
4. Уравнение теплопроводности и диффузии. Вывод критериев подобия.

5. Задание граничных условий для уравнения теплопроводности для пластины конечной толщины.

6. Конвективный теплообмен в пористой среде. Моделирование тепловой трубы.

7. Нахождение решения системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса

Примерные задания

Дано:

матрица размерами 3x3;  
вектор-столбец из трех элементов.

Найти решение системы линейных алгебраических уравнений для этих матриц методом Гаусса.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент

2. Схема вычислительного эксперимента
  3. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительным методам.
  4. Погрешности округления и причины их появления. Накопление погрешностей округления
  5. Разностные уравнения первого порядка
  6. Оценки погрешностей округления
  7. Разностные уравнения второго порядка
  8. Задача Коши и краевые задачи для разностных уравнений
  9. Однородное разностное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами
  10. Однородное разностное уравнение второго порядка с переменными коэффициентами
  11. Разностная аппроксимация дифференциальных уравнений
  12. Сетки и сеточные функции
  13. Разностная краевая задача
  14. Сходимость разностной задачи
  15. Метод прогонки
  16. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений
  17. Метод Гаусса численного решения систем линейных алгебраических уравнений
  18. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
  19. Интерполирование и приближение функций. Интерполирование алгебраическими многочленами
  20. Численное интегрирование. Формула прямоугольников
  21. Численное интегрирование
  22. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
  23. Постановка исходной задачи. Типы граничных условий
  24. Методы Рунге-Кутты
  25. Разностные методы решения уравнений в частных производных
  26. Конечно-разностная аппроксимация уравнения теплопроводности
  27. Конечно-разностная аппроксимация системы уравнений Навье-Стокса
  28. Конечно-разностная аппроксимация системы уравнений пограничного слоя
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **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.