

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Математическое моделирование

Код модуля
1144061(0)

Модуль
Методы и практика научных исследований

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пономарев Владимир Борисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	оборудования и автоматизации силикатных производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- Пономарев Владимир Борисович, Доцент, оборудования и автоматизации силикатных производств

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Математическое моделирование

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 Математическое моделирование

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 Практические/семинарские занятия

	<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>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>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</p>	<p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p> <p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>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</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Зачет</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

	<p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>	
<p>УК-1 -Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде У-1 - Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения</p>	<p>Контрольная работа Практические/семинарские занятия</p>

<p>ПК-4 -Способен организовать и самостоятельно провести научные исследования технологических процессов для разработки нового оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p>	<p>З-1 - Перечислить методы планирования и проведения исследований и разработок, анализа полученных данных. П-1 - Выполнять лабораторные научные опыты, используя необходимые контрольно-измерительные средства и аппаратуру, и методы планирования и проведения исследований и разработок. У-1 - Выбирать методы планирования и проведения исследований и разработок с целью снижения затрат на исследования. У-2 - Анализировать результаты исследований и определять цели и задачи разработки нового оборудования.</p>	<p>Домашняя работа Зачет Контрольная работа 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

<p>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено</p>		
<p>Текущая аттестация на лекциях</p>	<p>Сроки – семестр, учебная неделя</p>	<p>Максимальная оценка в баллах</p>
<p>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено</p>		
<p>Промежуточная аттестация по лекциям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено</p>		
<p>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 1</p>		
<p>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</p>	<p>Сроки – семестр, учебная неделя</p>	<p>Максимальная оценка в баллах</p>
<p><i>контрольная работа</i></p>	<p>2,7</p>	<p>50</p>
<p><i>домашняя работа</i></p>	<p>2,7</p>	<p>50</p>

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.5		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.5		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
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		
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
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. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Методика проведения эксперимента. Оценка воспроизводимости опытов
 2. Полный факторный эксперимент для математических моделей первого порядка
 3. Дробный факторный эксперимент для математических моделей первого порядка
 4. Центральные композиционные планы проведения эксперимента для математических моделей второго порядка
 5. Ротатабельные планы проведения эксперимента для математических моделей второго порядка
 6. Метод крутого восхождения при проведении экстремального эксперимента
- LMS-платформа
1. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/4294

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. Контрольная работа по материалам курса
- Примерные задания
1. Отметьте виды оборудования, которые НЕ относятся к промышленной установке воздушной классификации сыпучего порошка
 2. Среднее арифметическое значение функции отклика определяется по...
 3. Критерий Кохрена показывает, какую долю в общей сумме построчных дисперсий параллельных опытов занимает...
 4. При вычислении оценки дисперсии конкретного опыта рассчитывают...
 5. Факторный эксперимент дает математическое описание исследуемого процесса в...
 6. Метод факторного эксперимента проводится в...
 7. Под планами первого порядка понимают уравнения регрессии содержащие...
 8. Статистическая значимость коэффициентов уравнения регрессии проводится потому, что...
 9. Сила влияния факторов связана с коэффициентами уравнения регрессии...
 10. Для полного факторного эксперимента 2 в 3 степени максимальное количество эффектов взаимодействия равно...

LMS-платформа

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Используя электронный имитатор каскадного воздушного классификатора, провести полный факторный эксперимент. Найти уравнение регрессии, проверить значимость коэффициентов и адекватность математической модели. Использовать пример 2.

2. Используя электронный имитатор каскадного воздушного классификатора, провести дробный факторный эксперимент. Найти уравнение регрессии, проверить значимость коэффициентов и адекватность математической модели. Использовать пример 3. Для продвинутых студентов провести повторный ПФЭ с уменьшенными интервалами варьирования факторов (в этом же примере).

3. Используя электронный имитатор каскадного воздушного классификатора, провести факторный эксперимент по ЦКоП. Найти уравнение регрессии, проверить значимость коэффициентов и адекватность математической модели. Использовать пример 4.

Примерные задания

ПРИМЕР 2:

Определим базовый (нулевой) уровень проведения экспериментов. Для этого для каждого фактора возьмем среднее значение от области определения:

x_1 – количество вертикальных каскадов примем равным 5;

x_2 – количество последовательных шахт примем равным 5;

x_3 – скорость потока примем равным 5 м/с;

x_4 – расходную концентрацию примем равным 5 кг/м³.

Выберем интервалы варьирования факторов $\Delta x_i = 0,15x_{0i}$.

$\Delta x_1 = 0,15 \cdot 5 \cong 1$;

$\Delta x_2 = 0,15 \cdot 5 \cong 1$;

$\Delta x_3 = 0,15 \cdot 5 = 0,75$;

$\Delta x_4 = 0,15 \cdot 5 = 0,75$.

Составим матрицу планирования эксперимента ПФЭ 2⁴ (табл.)

Матрица планирования эксперимента ПФЭ 2⁴

Номер опыта	X_1	x_1 , шт	X_2	x_2 , шт	X_3	x_3 , м/с	X_4	x_4 , кг/м ³	y , %
1	-1	4	-1	4	-1	4,25	-1	4,25	y_1
2	+1	6	-1	4	-1	4,25	-1	4,25	y_2
3	-1	4	+1	6	-1	4,25	-1	4,25	y_3
4	+1	6	+1	6	-1	4,25	-1	4,25	y_4
5	-1	4	-1	4	+1	5,75	-1	4,25	y_5
6	+1	6	-1	4	+1	5,75	-1	4,25	y_6
7	-1	4	+1	6	+1	5,75	-1	4,25	y_7
8	+1	6	+1	6	+1	5,75	-1	4,25	y_8
9	-1	4	-1	4	-1	4,25	+1	5,75	y_9
10	+1	6	-1	4	-1	4,25	+1	5,75	y_{10}
11	-1	4	+1	6	-1	4,25	+1	5,75	y_{11}
12	+1	6	+1	6	-1	4,25	+1	5,75	y_{12}

ПРИМЕР. Повторим вывод уравнения регрессии в дробном факторном эксперименте. Основой для ДФЭ примем полуреплику ПФЭ 2^3 , и проанализируем эффекты взаимодействия.

Из опыта работы с каскадными классификаторами можно полагать, что существует, по крайней мере, два взаимодействия, первое – это взаимное влияние количества каскадов и количество шахт, второе – взаимная зависимость скорости потока и расходной концентрации, следовательно для выбора нового фактора можно взять не влияющие друг на друга факторы, например, количество шахт и скорость потока. Матрица планирования и результаты опытов в таком случае запишется в виде табл.

Матрица планирования и результаты эксперимента ДФЭ 2^{4-1}

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_4	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	$y, \%$	$y^{факт}, \%$
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	68,34	68,64
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	68,41	69,44
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	86,16	85,87
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	87,70	86,68
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	54,57	53,70
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	52,60	52,16
7	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	70,05	70,93
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	68,95	69,40

Уравнение регрессии

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{13}X_4 + b_{12}X_1X_2 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3.$$

После вычисления коэффициентов регрессии

$$y = 69,6 - 0,183X_1 + 8,618X_2 - 8,055X_3 - 0,585X_4 + \dots$$

Проверим гипотезу о значимости коэффициентов b_i , используя значение дисперсии воспроизводимости, для чего проведем, например, пять параллельных опытов в центре план (табл.).

Результаты эксперимента

Номер	X_1	x_1	X_2	x_2	X_3	Δh	X_4	τ, c	$y, \%$
-------	-------	-------	-------	-------	-------	------------	-------	-----------	---------

LMS-платформа

1. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/4294

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Какое максимальное количество эффектов взаимодействия может быть в ПФЭ
2. При каком условии вектор-столбец эффекта взаимодействия можно заменить новым фактором
3. Как вычисляется вектор-столбец взаимодействия ДВУХ факторов
4. Как рассчитываются коэффициенты уравнения регрессии для эффектов взаимодействия
5. На сколько уровнях проводится факторный эксперимент для планов II порядка

6. Являются ли коэффициенты уравнения регрессии в планах ЦКоп ортогональными и рототабельными?

7. Дайте определение градиента функции

8. Расскажите о методе крутого восхождения

9. Что такое кодированная переменная

10. Применение критерия Фишера для оценки адекватности математической модели

11. Что такое звездное плечо

12. Что оценивает критерий Кохрена в параллельных опытах

13. Расскажите про планы первого и второго порядка

14. С чем связана сила влияния факторов на функцию отклика

15. Что такое полный факторный эксперимент

16. Что такое дробный факторный эксперимент

LMS-платформа

1. https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/4294

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.