

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 02.11.2023 15:40:14  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

# Методы математического моделирования процессов в техносфере

## рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Математики</b>	
Учебный план	m200401_23_ТВМ23.plx Направление подготовки 20.04.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
Квалификация	<b>магистр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: зачеты 3
в том числе:		
аудиторные занятия	64,25	
самостоятельная работа	79,75	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Иные виды контактной работы	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	64,25	64,25	64,25	64,25
Контактная работа	64,25	64,25	64,25	64,25
Сам. работа	79,75	79,75	79,75	79,75
Итого	144	144	144	144

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Целями изучения дисциплины «Методы математического моделирования процессов техносфере» является овладение приемами применения математических моделей при решении задач инженерной экологии и защиты окружающей среды.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Мониторинг безопасности
2.1.3	Планирование и организация эксперимента в профессиональной деятельности
2.1.4	Практика подготовки научных отчетов
2.1.5	Системы дистанционного контроля промышленной безопасности и окружающей среды
2.1.6	Информационные технологии в сфере безопасности
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Проектно-технологическая практика
2.2.2	Научно-исследовательская деятельность
2.2.3	Государственная итоговая аттестация (подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы)

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки**

**Знать:**

Уровень 1	Основные математические методы изучения окружающей среды.
Уровень 2	Основные разделы математики и приемы для решения прикладных задач в области техносферной безопасности
Уровень 3	типовые математические модели и методы, используемые при решении задач профессионального характера

**Уметь:**

Уровень 1	Применять полученные знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин.
Уровень 2	Математические методы для работы в области экологии и природопользования; использовать статистические методы обработки информации и анализа данных по техносферной безопасности.
Уровень 3	строить формальные математические модели изучаемых процессов и явлений

**Владеть:**

Уровень 1	Методикой использования математического аппарата обработки информации; приемами, специальной терминологией и простейшими методами описания живых систем
Уровень 2	Опытом уверенного использования математического аппарата для обработки информации и анализа данных
Уровень 3	приемами разработки математической модели изучаемого процесса или явления, проводить по этой модели расчеты с привлечением современных математических методов

**ОПК-3: Способен представлять итоги профессиональной деятельности в области техносферной безопасности в виде отчетов, рефератов, статей, заявок на выдачу патентов, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями;**

**Знать:**

Уровень 1	Основные разделы математики и математической статистики для обработки результатов мониторинга окружающей среды.
Уровень 2	Основные закономерности процессов и принципы их моделирования.
Уровень 3	основы метода математического моделирования и адекватной интерпретации результатов

**Уметь:**

Уровень 1	Применять знания математики для анализа и обработки результатов при решении профессиональных задач.
Уровень 2	Проводить расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных.
Уровень 3	содержательно интерпретировать полученные результаты

**Владеть:**

Уровень 1	Навыками использования теоретических основ базовых разделов математики при решении профессиональных задач .
-----------	---

Уровень 2	Методами компьютерного моделирования состояния различных систем, механизмов техногенного воздействия на человека и окружающую среду.
Уровень 3	методами математического и компьютерного моделирования

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	- типовые математические модели и методы, используемые при решении задач профессионального характера;
3.1.2	- основы метода математического моделирования и адекватной интерпретации результатов, полученных методом математического моделирования для практической деятельности;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- строить формальные математические модели изучаемых процессов и явлений;
3.2.2	- формулировать математические задачи;
3.2.3	- применять математические методы для исследования построенных моделей;
3.2.4	- содержательно интерпретировать полученные результаты;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- методами математического и компьютерного моделирования;
3.3.2	- учебной и справочной литературой по данной проблематике.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия теории статистической обработки данных</b>						
1.1	Основные понятия теории статистической обработки данных /Лек/	3	4	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
1.2	Случайные величины в экологии. Функция распределения. Дискретные и непрерывные случайные величины. Нормальное распределение. Генеральная совокупность. Выборка, её построение /Пр/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
1.3	Самостоятельная работа /СР/	3	7	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 2. Основные принципы обработки данных в Excel</b>						
2.1	Основные принципы обработки данных в Excel /Лек/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
2.2	Выборочная и статистическая совокупность. Интервал группирования. Вычисление частот /Пр/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
2.3	Самостоятельная работа /СР/	3	15	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 3. Обработка выборочных данных. Оценки параметров распределения. Построение гистограммы</b>						
3.1	Обработка выборочных данных. Оценки параметров распределения. Построение гистограммы /Лек/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
3.2	Построение гистограмм. Основные функции статистической обработки данных. /Пр/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	

3.3	Самостоятельная работа /СР/	3	18	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 4. Интервальные оценки параметров распределения случайной величины. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности случайной величины по критерию Пирсона</b>						
4.1	Интервальные оценки параметров распределения случайной величины. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности случайной величины по критерию Пирсона /Лек/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
4.2	Вычисление доверительных интервалов по заданной выборке. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки /Пр/	3	4	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
4.3	Самостоятельная работа /СР/	3	7	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 5. Составление решающего правила разделения объектов на классы по одному признаку. Стратегия Байеса. Определение ошибки классификации</b>						
5.1	Составление решающего правила разделения объектов на классы по одному признаку. Стратегия Байеса. Определение ошибки классификации /Лек/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
5.2	Ранжирование выборки двух случайных величин. Построение графиков плотности распределения вероятностей. Построение графиков эмпирических функций распределения. Определение граничных значений. Вычисление ошибок классификации /Пр/	3	4	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
5.3	Самостоятельная работа /СР/	3	7	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 6. Исследование корреляционной зависимости между случайными величинами. Построение эмпирических линий регрессии</b>						
6.1	Исследование корреляционной зависимости между случайными величинами. Построение эмпирических линий регрессии /Лек/	3	4	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
6.2	Установление корреляционной зависимости между двумя случайными величинами. Вычисление коэффициента корреляции. Определение уровня значимости коэффициента корреляции. /Пр/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
6.3	Самостоятельная работа /СР/	3	7	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 7. Способы построения уравнения линейной регрессии и регрессионных прямых в Excel</b>						

7.1	Способы построения уравнения линейной регрессии и регрессионных прямых в Excel /Лек/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
7.2	Определение коэффициентов линейного уравнения регрессии. Построение линий регрессии /Пр/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
7.3	Самостоятельная работа /СР/	3	7	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 8. Аппроксимация заданной функции по методу наименьших квадратов</b>							
8.1	Аппроксимация заданной функции по методу наименьших квадратов /Лек/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
8.2	Расчёт линейной модели регрессии методом наименьших квадратов /Пр/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
8.3	Самостоятельная работа /СР/	3	7	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 9. Аппроксимация полиномами при помощи методов регрессии и интерполяции</b>							
9.1	Аппроксимация полиномами при помощи методов регрессии и интерполяции /Лек/	3	6	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
9.2	Подбор наилучшей модели регрессии (линии тренда) /Пр/	3	6	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
9.3	Самостоятельная работа /СР/	3	2	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 10. Динамика популяций</b>							
10.1	Динамика популяций /Лек/	3	6	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
10.2	Моделирование динамики популяций типа хищник – жертва /Пр/	3	6	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
10.3	Самостоятельная работа /СР/	3	2,75	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
10.4	Зачет /ИВКР/	3	0,25	ОПК-3 УК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Математическое моделирование. Понятие модели и моделирования.
2. Моделирование как метод научного познания. Обзор типов моделей.
3. Математическое моделирование. Характерные особенности математического моделирования, преимущества перед другими методами исследования.

4. Роль и место математики среди других наук.
5. Примеры простых математических моделей.
6. Задача о построении карт в изолиниях.
7. Понятия аппроксимации, интерполяции и экстраполяции функций
8. Интерполяционный многочлен Ньютона.
9. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
10. Схема Эйткена вычисления значений интерполяционного многочлена Лагранжа.
11. Метод наименьших квадратов.
12. Простейшие уравнения роста популяции.
13. Принцип Либиха.
14. Формула Моно.
15. Замкнутая система и хемостат.
16. «Принцип минимума» и смена факторов, лимитирующих рост популяции.
17. Принцип конкурентного исключения Вальтерра-Гаузе.
18. Модели конкуренции за незаменимые компоненты питания.
19. Конкуренция двух видов за два ресурса питания.
20. Элементарная система «хищник-жертва».
21. Влияние хищников на видовое разнообразие жертв при фиксированных пищевых связях.
22. Однофакторный дисперсионный анализ.
23. Понятие о двухфакторном дисперсионном анализе.
24. Линейная корреляция.
25. Коэффициент корреляции.
26. Понятие о многомерном корреляционном анализе.
27. Понятие регрессионного анализа.
28. Нелинейная регрессия.
29. Множественный регрессионный анализ.
30. Понятие временного ряда.
31. Стационарные временные ряды и их характеристики.
32. Автокорреляционная функция.
33. Понятие случайной функции.
34. Математическое ожидание случайной функции. Дисперсия случайной функции.
35. Стационарные случайные функции.

Задания для текущего контроля представлены в Приложении 1.

### 5.2. Темы письменных работ

К письменным работам по дисциплине "Математические методы в экологии" относится самостоятельная работа.

Задания для самостоятельной работы представлены в Приложении 1.

### 5.3. Оценочные средства

Рабочая программа "Математические методы в экологии" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, пример заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации.

Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента- лекций, практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:

- средств текущего контроля: проверочных работ по решению задач.
- средств итогового контроля- промежуточной аттестации: зачета в 5 семестре.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Годин А. М.	Статистика: учебник	Москва: Дашков и К, 2017
Л1.2	Рыжова Л.П., Бондаренко Д.В.	Статистика. Ч.1 (Применение математической статистики и приложений теории вероятностей при решении геолого-горно-экономических задач) [Электронный ресурс МГРИ]: электронный образовательный курс	М.: МГРИ, 2019

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.3	Богданов Олег Александрович	Моделирование геофлюидальных систем обводняющихся залежей Сенюмана Надым-Пур-Тазовского региона: автореф.дис.на соиск.учен.степ.канд.геол.-минер.наук: 25.00.12 - Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений	М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2019
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Дудецкий В. Н.	Моделирование информационных процессов и систем: учебное пособие	М.: МГРИ-РГГРУ, 2016
Л2.2	Дегтерев А. Ю., Кан В. Е.	Геологическое моделирование подземных хранилищ газа: конспект лекций	М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2016
Л2.3	Буфеев Федор Константинович	Моделирование оползней скольжения. приуроченных к склонам исторических природно-технических систем, сложенных техногенными грунтами: автореф.дис.на соиск.учен.степ.канд.геол.-минер.наук: 25.00.08 - инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение	М.: МГРИ-РГГРУ, 2016
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>			
Э1	Электронные ресурсы библиотеки МГРИ		
Э2	ООО ЭБС Лань		
Э3	Электронные образовательные ресурсы МГРИ-РГГРУ (сайт МГРИ)		
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>			
6.3.1.1	Windows 10		
6.3.1.2	"УПРЗА "Эколог" версия 4.0	Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) "Эколог" выполняет расчеты концентраций загрязняющих веществ в атмосфере по "Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)" Госкомгидромета.	
6.3.1.3	Webinar. Версия 3.0	Экосистема сервисов для онлайн-обучения и коммуникаций.	
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>			
6.3.2.1	База данных научных электронных журналов "eLibrary"		
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"		
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")		

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
4-38	Компьютерный класс, аудитория для практических занятий и лабораторных работ	Столы ученические -8 шт, столы компьютерные – 15 шт, стол преподавателя- 1 шт, стулья – 32 шт, шкафы для уч. литературы -2 шт., доска маркерная – 1 шт, экран рулонный – 1 шт, проектор – 1 шт. моноблоки Enigma Venus 210 – 5 шт, компьютеры Enigma Jupiter 220 (+ монитор ASUS VA-24D)- 10 шт. Доступ в интернет. (не функционирует)	

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания о изучению дисциплины "Математическое моделирование" представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.