

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры геофизики  
протокол № 5 от 15 января 2021 г.

Зав. кафедрой  / Валиуллин Р.А.

Согласовано:  
Председатель УМК физико-технического  
института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Математическое моделирование



Обязательная часть

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация  
Геофизические методы исследования скважин

Квалификация  
Горный инженер-геофизик. Горный инженер-буровик

Разработчики (составители): <u>Старший преподаватель</u>	 / Акчурин Р.З.
<u>Ассистент</u>	 / Давлетшин Ф.Ф.

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составители: Акчурин Р.З., Давлетшин Ф.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики протокол от 15 января 2021 г. № 5.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № 14 от 1 июля 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Применение фундаментальных знаний	ОПК-3. Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	ИОПК-3.1. Знает: основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий, необходимых при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает: методологические основы моделирования; концепцию вычислительного эксперимента как способа теоретического исследования естественнонаучных проблем средствами вычислительной математики; инженерные системы численно-аналитических преобразований; вычислительные характеристики эмпирических распределений; разностные методы решения дифференциальных уравнений
		ИОПК-3.2. Умеет: применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Умеет: составлять содержательную, концептуальную и математическую постановки для решения физических задач; выполнять интерполяцию и аппроксимацию экспериментальных данных методами классической интерполяции (полиномами Лагранжа, Ньютона), кусочно-полиномиальную интерполяцию, сплайн интерполяцию; выполнять численное интегрирование различными методами, решать дифференциальные уравнения численными методами; вычислять характеристики эмпирических распределений

		ИОПК-3.3. Владеет: способностью применять методы фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Владеет: навыками решения дифференциальных уравнений разностными схемами; методами численного интегрирования; навыками вычисления характеристик эмпирических распределений; навыками решения прикладных задач, возникающих при математическом моделировании физических процессов
--	--	--	--

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Математическое моделирование*» относится к обязательной части учебного плана по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализация «*Геофизические методы исследования скважин*».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре для очной формы обучения и на 4 курсе сессии 3 для заочной формы обучения.

Цели изучения дисциплины: ознакомить студентов с основными понятиями и методами математического моделирования, с классификацией математических моделей, с основными подходами к выбору структуры и параметров моделей, а также с методами статического и динамического анализа моделей, обработке и анализу результатов статистических наблюдений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения следующих дисциплин и модулей: «Теоретическая физика», «Математический анализ», «Линейные и нелинейные уравнения физики», «Дифференциальные уравнения», «Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Векторный и тензорный анализ».

Успешное освоение данной дисциплины необходимо для изучения дисциплин профессионального цикла, например, «*Компьютерные технологии*».

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ОПК-3:**

- способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы.

Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не	3 («Удовлетвор	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

компетенции		удовлетворительно») )	ительно») )		
ИОПК-3.1. Знает: основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий, необходимых при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает: методологические основы моделирования; концепцию вычислительного эксперимента как способа теоретического исследования естественных проблем средствами вычислительной математики; инженерные системы численно-аналитических преобразований; вычислительные характеристики эмпирических распределений; разностные методы решения дифференциальных уравнений	Показывает полное незнание или имеет фрагментарные знания результатов обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает неуверенное знание результатов обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах	Показывает знание результатов обучения по дисциплине, допускает незначительные ошибки в ответах	Показывает уверенное знание результатов обучения по дисциплине
ИОПК-3.2. Умеет: применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Умеет: составлять содержательную, концептуальную и математическую постановку для решения физических задач; выполнять интерполяцию и аппроксимацию экспериментальных данных методами классической интерполяции (полиномами Лагранжа, Ньютона), кусочно-полиномиальную интерполяцию, сплайн интерполяцию; выполнять численное интегрирование различными методами, решать дифференциальные уравнения численными методами; вычислять характеристики эмпирических	Показывает полное неумение или фрагментарное умение выполнять результаты обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает неуверенное умение выполнять результаты обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки	Показывает умение выполнять результаты обучения по дисциплине, допускает незначительные ошибки	Показывает уверенное умение выполнять результаты обучения по дисциплине

	распределений				
ИОПК-3.3. Владеет: способностью применять методы фундаменталь ных естественных наук и научных теорий при проведении научно- исследователь ских работ по изучению и воспроизводст ву минерально- сырьевой базы	Владеет: навыками решения дифференциальных уравнений разностными схемами; методами численного интегрирования; навыками вычисления характеристик эмпирических распределений; навыками решения прикладных задач, возникающих при математическом моделировании физических процессов	Показывает не владение или фрагментарн ое владение результатами обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает неуверенное владение результатами обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки	Показывает владение результатами обучения по дисциплине, допускает незначительн ые ошибки	Показывает уверенное владение результатами обучения по дисциплине

Очная форма обучения:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания для очной формы обучения:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Заочная форма обучения:

Критериями оценивания являются совокупные результаты текущего контроля (контрольной, письменного теста и лабораторных работ) и экзамена. Оценочные средства текущего и итогового контроля оцениваются по пятибалльной шкале.

Шкалы оценивания:

«Отлично» - все лабораторные работы выполнены на оценку «4» и выше, контрольная работа и тест выполнены на оценку «4» и выше, экзамен сдан на оценку «5».

«Хорошо» - все лабораторные работы выполнены на оценку «4» и выше, контрольная работа и тест выполнены на оценку «4» и выше, экзамен сдан на оценку «4».

«Удовлетворительно» - одна из лабораторных работ выполнена на оценку «3», контрольная работа или тест выполнены на оценку «2», экзамен сдан на оценку «3».

«Не удовлетворительно» - одна из лабораторных работ выполнена на оценку «3» или ниже, контрольная работа или тест выполнена на оценку «2», экзамен сдан на оценку «2».

### Критерии оценивания расчетно-графической работы (РГР).

Код и формулировка компетенции **ОПК-3:**

- способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы.

Код и наименование	Результаты обучения	Критерии оценивания РГР
--------------------	---------------------	-------------------------

индикатора достижения компетенции	по РГР	«не зачтено»	«зачтено»
ИОПК-3.1. Знает: основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий, необходимых при проведении научно- исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает: концепцию вычислительного эксперимента как способа теоретического исследования естественнонаучных проблем средствами вычислительной математики; инженерные системы численно- аналитических преобразований; вычислительные характеристики эмпирических распределений;	Показал знание результатов обучения по РГР, допустил существенные ошибки в ответах	Показал уверенное знание результатов обучения по РГР
ИОПК-3.2. Умеет: применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно- исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Умеет: составлять содержательную, концептуальную и математическую постановки для решения физических задач; выполнять численное интегрирование различными методами, решать дифференциальные уравнения численными методами; вычислять характеристики эмпирических распределений	Не выполнил или выполнил задание по РГР с грубыми ошибки	Правильно выполнил задание по РГР
ИОПК-3.3. Владеет: способностью применять методы фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно- исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Владеет: навыками решения дифференциальных уравнений разностными схемами; методами численного интегрирования; навыками вычисления характеристик эмпирических распределений; навыками решения прикладных задач, возникающих при математическом моделировании физических процессов	Продемонстрировал слабое владение способностью рассчитывать реакции связей; методом сечений; методами расчета на прочность при различных видах деформации	Продемонстрировал уверенное владение способностью рассчитывать реакции связей; методом сечений; методами расчета на прочность при различных видах деформации



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИОПК-3.1. Знает: основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий, необходимых при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает: методологические основы моделирования; концепцию вычислительного эксперимента как способа теоретического исследования естественнонаучных проблем средствами вычислительной математики; инженерные системы численно-аналитических преобразований; вычислительные характеристики эмпирических распределений; разностные методы решения дифференциальных уравнений	Контрольная работа Лабораторная работа Письменный тест
ИОПК-3.2. Умеет: применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Умеет: составлять содержательную, концептуальную и математическую постановки для решения физических задач; выполнять интерполяцию и аппроксимацию экспериментальных данных методами классической интерполяции (полиномами Лагранжа, Ньютона), кусочно-полиномиальную интерполяцию, сплайн интерполяцию; выполнять численное интегрирование различными методами, решать дифференциальные уравнения численными методами; вычислять характеристики эмпирических распределений	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа
ИОПК-3.3. Владеет: способностью применять методы фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Владеет: навыками решения дифференциальных уравнений разностными схемами; методами численного интегрирования; навыками вычисления характеристик эмпирических распределений; навыками решения прикладных задач, возникающих при математическом моделировании физических процессов	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа

**Рейтинг – план дисциплины**  
**«Математическое моделирование»**

специальность 21.05.03 Технология геологической разведки  
курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Введение в математическое моделирование</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1.Защита лабораторной работы	10	2	10	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1.Письменное тестирование	10	1	5	10
<b>Модуль 2. Численные методы</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1.Защита лабораторной работы	10	2	10	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1.Контрольная работа	20	1	10	20
<b>Поощрительные баллы</b>				
Выполнение дополнительных заданий	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Экзамен</b>	30	1	0	<b>30</b>

## Примеры заданий для очной и заочной формы обучения

### Пример экзаменационного билета:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Физико-технический институт  
Кафедра геофизики

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Математическое моделирование»  
Направление 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
Профиль «Геофизические методы исследования скважин»

1. Математическое моделирование. Формы и принципы представления математических моделей. Классификация математических моделей.
2. Метод Эйлера решения ОДУ.

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой                      Валиуллин Р.А.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Очная форма обучения: максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 15 баллов каждый).

Заочная форма обучения: ответы на экзамене оцениваются по пятибалльной шкале.

За ответы на вопросы билета выставляется:

- **25-30 / 5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **17-24 / 4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **10-16 / 3 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **1-10 / 2 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний на практике. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Пример задания для контрольной работы

Описание контрольной работы №1:

Контрольная работа состоит из двух теоретических вопросов. Время выполнения – 45 минут. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов. Максимально возможное количество баллов за контрольную работу – 20.

Пример варианта контрольной работы №1:

1. Выписать разностную производную для выражения
2. Построить неявную разностную схему для уравнения

Описание методики оценивания вопросов контрольных работ (очная / заочная форма обучения):

- 9-10 / 5 баллов выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на теоретический вопрос;
- 7-8 / 4 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определениях;
- 4-6 / 3 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий;
- 1-3 / 2 балла выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов.

### Задания для лабораторных работ

Описание лабораторной работы №1 на тему:

«Интерполяция»

Нужно разработать программу, производящую интерполяцию (линейную, квадратичную, сплайнами) по заданному набору значений. После выполнения интерполяции программа должна построить графики получившихся функций.

Пример варианта лабораторной работы:

Дан набор узловых точек в виде таблицы:

<b>x</b>	2	4	6	8	10	12	15	17	22
<b>y</b>	7	14	16	11	5	3	4	3	1

Описание методики оценивания лабораторной работы: (очная / заочная форма обучения):

- 9-10 / 5 баллов выставляется студенту, если студент правильно нашел корни СЛАУ;
- 6-8 / 4 баллов выставляется студенту, если студент допустил ошибку, и нашел неверные корни, однако алгоритм описан правильно;
- 3-4 / 3 балла выставляется студенту, если студент не смог найти корни и допустил ошибки при реализации алгоритма, но алгоритм в целом описан правильно
- 1-2 / 2 балла выставляется студенту, если студент не смог найти корни и допустил ошибки при реализации алгоритма, алгоритм составлен некорректно.

### Пример задания для письменного тестирования

Описание теста:

Тестирование состоит из десяти теоретических вопросов. Время выполнения – 45 минут. Каждый вопрос оценивается в 1 балл. Максимально возможное количество баллов за тест – 10.

Пример варианта теста:

1. Выберите идеальные математические модели
  - Натурные
  - Физические
  - Математические
  - Знаковые

- Описание методики оценивания вопросов теста (очная форма обучения)
- 1 балл выставляется студенту, если он ответил правильно;
  - 0 баллов выставляется студенту, если он ответил неправильно.

- Описание методики оценивания вопросов теста (заочная форма обучения):
- 5 баллов выставляется студенту, если студент правильно ответил на 9-10 вопросов.
  - 4 балла выставляется студенту, если студент правильно ответил на 6-8 вопросов.
  - 3 балла выставляется студенту, если студент правильно ответил на 3-5 вопросов.
  - 2 балла выставляется студенту, если студент правильно ответил менее чем на 3 вопроса.

### **Задания для расчетно-графической работы (РГР)**

#### Описание РГР

РГР заключается в расчёте запасов/ресурсов по формуле

Запасы = Площадь \* Толщину \* NTG \* пористость \* нефтенасыщенность \* плотность

Ресурсы = GCoS \* Запасы

Каждая переменная представляет собой вероятностное распределение (каждому студенту индивидуально), ограничения на величины каждому студенту индивидуально.

GCoS - это геологическая вероятность успеха, задается распределением бернулли

Нужно построить гистограммы распределения запасов и ресурсов и накопленную добычу (CDF, функция распределения)

Необходимо определить значения запасов и ресурсов в точках P10, P50, P90 - т.е. запасы, которые мы получим с вероятностями в 10, 50 и 90%. Также, нужно вычислить основные статистические показатели (среднее, медиану, стандартное отклонение) для полученного результата. Построить диаграмму Торнадо для анализа

Описание методики оценивания расчетно-графической работы:

«**Зачтено**» выставляется студенту, если студент продемонстрировал знания основных элементов в области вероятностного моделирования для расчета запасов, были определены запасы и построены диаграммы.

«**Не зачтено**» выставляется студенту, если при выполнении РГР заметны пробелы в знаниях. Студент не полностью выполнил задания РГР или при выполнении РГР допущены значительные ошибки.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Ремеев И.С. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс]: методические рекомендации / И.С. Ремеев; Башкирский государственный университет. - Уфа, 2013. [https://elib.bashedu.ru/dl/read/Remeev\\_IS\\_Mat\\_modelirovanie\\_fizicheskikh\\_processov\\_up\\_2013.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Remeev_IS_Mat_modelirovanie_fizicheskikh_processov_up_2013.pdf).

#### **Дополнительная литература:**

2. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. - Изд. 5-е, стереотип. - Москва : Наука, 1977. - 734 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275>.
3. Лужков, А.А. Основы вычислительной физики : учебно-методическое пособие / А.А. Лужков, В.И. Сельдяев ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена». - Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена,

2013. - 104 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8064-1959-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428266>.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### А) Ресурсы Интернет

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» – <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Геологический портал «GeoKniga» <http://www.geokniga.org>

### Б) Программное обеспечение

1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно.
2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория 221, 213 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> № 216 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 216 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной</b></p>	<p><b>Аудитория № 216</b></p> <p>1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт.</p> <p>2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт.</p> <p>3.Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p> <p><b>Аудитория № 221</b></p> <p>1.Интерактивная доска SMART Board 680, диагональ 77"/195,6см (в комплекте ПО SMART Notebook) – 1шт.</p> <p>2.Рабочая станция Aquarius Elit E50 S44 + LG L2000C [20" LCD] – 10шт.</p> <p>3.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI.</p> <p>4.Учебная специализированная мебель.</p> <p><b>Аудитория № 213</b></p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10шт.</p> <p>2. Мультимедийный проектор Vivitek DX255.DLP.XGA – 1шт.</p> <p>3. Экран настенный Digis Optimal-C формат 1:1 – 1шт.</p> <p>4. Учебная специализированная мебель, доска.</p> <p><b>Читальный зал №2</b></p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно.</p> <p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>

<p><b>работы:</b> читальный зал №2 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528а (физмат корпус - учебное).</p>	<p>1. Учебная специализированная мебель.  2. Учебно-наглядные пособия.  3. Стенд по пожарной безопасности.  4. Моноблоки стационарные – 5 шт,  5. Принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 528а</b></p> <p>1. Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт.  2. Доска магнитно-маркерная -1 шт.  3. Проектор ACER P1201B-1 шт.  4. Экран Screen Media Economy-1 шт.  5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт.  6. Учебная специализированная мебель.</p>	
---	--	--

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Математическое моделирование на б семестр  
Форма обучения очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49.7
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.7
из них, предусмотренные на выполнение РГР	0.5
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	31.3
из них, предусмотренные на выполнение РГР	4
Учебных часов на подготовку к экзамену	27

Форма(ы) контроля:

Экзамен б семестр

Расчетно-графическая работа б семестр



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Модуль 1. Введение в математическое моделирование</b>							
1.	Этапы построения математических моделей. Вычислительный эксперимент: этапы, цели и результаты.	2		6	5	[1]: §4	Отчет по лабораторной работе
2.	Моделирование физических процессов	2		6	5	[1]: §5	Отчет по лабораторной работе
3.	Моделирование экологических и экономических процессов	4		6	5	[1]: §8	Отчет по лабораторной работе
<b>Модуль 2. Численные методы</b>							
4.	Интерполяция и аппроксимация. Глобальные и локальные методы. Метод наименьших квадратов.	4		7	5	[2]: §2	Отчет по лабораторной работе
5.	Численные методы решения дифференциальных уравнений. Конечно-разностный метод решения ОДУ.	4		7	7.3	[2]: §3	Отчет по лабораторной работе
	Расчетно-графическая работ (РГР)				4	РГР заключается расчёте запасов/ресурсов с учетом характеристик эмпирических распределений параметров	
	<b>Всего часов:</b>	16		32	31.3		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Математическое моделирование на 4 курс 3 сессия  
Форма обучения заочная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	13.7
лекций	4
практических/ семинарских	
лабораторных	8
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.7
из них, предусмотренные на выполнение РГР	0.5
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	85.3
из них, предусмотренные на выполнение РГР	4
Учебных часов на подготовку к экзамену	9

Форма(ы) контроля:

Экзамен 4 курс 3 сессия

Расчетно-графическая работа 4 курс 3 сессия

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Модуль 1. Введение в математическое моделирование</b>							
1.	Этапы построения математических моделей. Вычислительный эксперимент: этапы, цели и результаты.	0.5		1	16	[1]: §4	Отчет по лабораторной работе
2.	Моделирование физических процессов	0.5		1	17.3	[1]: §5	Отчет по лабораторной работе
3.	Моделирование экологических и экономических процессов	1		2	16	[1]: §8	Отчет по лабораторной работе
<b>Модуль 2. Численные методы</b>							
4.	Интерполяция и аппроксимация. Глобальные и локальные методы. Метод наименьших квадратов.	1		2	16	[2]: §2	Отчет по лабораторной работе
5.	Численные методы решения дифференциальных уравнений. Конечно-разностный метод решения ОДУ.	1		2	16	[2]: §3	Отчет по лабораторной работе
	Расчетно-графическая работ (РГР)				4	РГР заключается расчёте запасов/ресурсов с учетом характеристик эмпирических распределений параметров	
	<b>Всего часов:</b>	4		8	85.3		