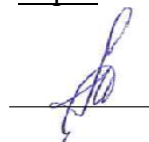


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании кафедры математического  
моделирования  
протокол от «10» марта 2022 г. № 9

СОГЛАСОВАНО  
Декан факультета математики и  
информационных технологий

Зав. кафедрой



/С.А. Мустафина



/З.Ю. Фазуллин

«21» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ  
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**  
Вариативная часть

Направление подготовки  
**09.06.01 – Информатика и вычислительная техника**

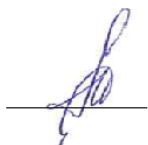
Направленность (профиль) подготовки  
**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

Квалификация  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
Очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчики:



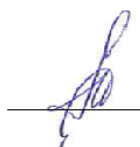
Д.ф.-м.н., профессор, профессор Мустафина С.А.



К.ф.-м.н., доцент, доцент Абдюшева С.Р.

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 9 от «10» марта 2022 г.

Зав. кафедрой



С. А. Мустафина

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цели 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)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
Приложение №1	17
Приложение №2	19

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<b>1. Знать:</b> численные методы, методы численного дифференцирования и интегрирования, теорию приближения функций и интерполяции, методы исследования моделей математической физики.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	
Умения	<b>1. Уметь:</b> ориентироваться в структуре и основных направлениях фундаментальных исследований в области математического моделирования и численных методов.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<b>1. Владеть:</b> основными методами оценки погрешности численного решения, применять формулы интерполяции и ап-	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов,	

	проксимации функций.	удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».	
--	----------------------	--	--

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

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре – очная форма обучения, на 2,3 курсах в 4,5 семестрах – заочная форма обучения.

Целью дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является подготовка обучающихся к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин, как «Информатика», «Базы данных», «Операционное исчисление», «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» «Модели регрессионного анализа», «Программирование в математических пакетах», «Математические модели финансовой и актуарной математики», основы которых даются при обучении по программам бакалавриата и магистратуры. Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» – раздел, в котором изучаются:

1. Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений.
2. Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей.
3. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.
4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.
5. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.
6. Разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента.
7. Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели.
8. Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1 (очная форма обучения) и Приложении 2 (заочная форма обучения).

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> численные методы, методы численного дифференцирования и интегрирования, теорию приближения функций и интерполяции, методы исследования моделей математической физики.	Отсутствие знаний	Неполные представления о численных методах, методах численного дифференцирования и интегрирования, теории приближения функций и интерполяции, методах исследования моделей математической физики.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлении о численных методах, методах численного дифференцирования и интегрирования, теории приближения функций и интерполяции, методах исследования моделей математической физики.	Сформированные систематические представления о численных методах, методах численного дифференцирования и интегрирования, теории приближения функций и интерполяции, методах исследования моделей математической физики.

Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> ориентироваться в структуре и основных направлениях фундаментальных исследований в области математического моделирования и численных методов.	Отсутствие умений	Фрагментарные умения ориентироваться в структуре и основных направлениях фундаментальных исследований в области математического моделирования и численных методов.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения ориентироваться в структуре и основных направлениях фундаментальных исследований в области математического моделирования и численных методов.	Сформированные умения ориентироваться в структуре и основных направлениях фундаментальных исследований в области математического моделирования и численных методов.
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> основными методами оценки погрешности численного решения, применять формулы интерполяции и аппроксимации функций.	Отсутствие владений	В целом успешное, но не систематическое владение основными методами оценки погрешности численного решения, применять формулы интерполяции и аппроксимации функций.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными методами оценки погрешности численного решения, применять формулы интерполяции и аппроксимации функций.	Успешное владение основными методами оценки погрешности численного решения, применять формулы интерполяции и аппроксимации функций.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	<b>Знать:</b> численные методы, методы численного дифференцирования и интегри-	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской	Тест, реферат, кандидатский экзамен

	рования, теорию приближения функций и интерполяции, методы исследования моделей математической физики.	работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	
2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> ориентироваться в структуре и основных направлениях фундаментальных исследований в области математического моделирования и численных методов.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	Тест, реферат, кандидатский экзамен
3-й этап Владение навыками	<b>Владеть:</b> основными методами оценки погрешности численного решения, применять формулы интерполяции и аппроксимации функций.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы про-	Тест, реферат, кандидатский экзамен



		грамм»	
--	--	--------	--

## Кандидатский экзамен

**Программа кандидатского экзамена по специальности 01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ состоит из трех блоков:**

### *1. Компьютерные технологии*

1. Компьютерная математика. Цели и задачи компьютерной математики. Пакеты вычислений (Maple, MatCad).
2. Пакет символьных вычислений Maple. Возможности Maple. Пакеты Maple.
3. Пакет linalg Maple для решения задач линейной алгебры.
4. Решение уравнений и неравенств в Maple.
5. Визуализация решений систем неравенств. Визуализация построения перпендикуляра и касательной.
6. Исследование непрерывной функции в Maple.
7. Решение типовых задач математического анализа в Maple.
8. Разрывные функции.
9. Переменные и константы в Maple. Типы данных.
10. Элементарные операции с выражениями в Maple. Упрощение выражений, их упорядочивание.
11. Графика в Maple. Пакет plots.

### *2. Численные методы*

12. Задача интерполяции. Интерполирование многочленами.
13. Интерполяционная формула Лагранжа.
14. Остаточный член интерполяционной формулы Лагранжа.
15. Интерполирование с кратными узлами. Интерполяционная формула Ньютона.
16. Остаточный член интерполяционной формулы Ньютона.
17. Дискретные аналоги дифференциальных уравнений. Уравнения в конечных разностях, методы решения.
18. Многочлены Чебышева и их применение в задачах численного анализа.
19. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционной формулы.
20. Задачи численного дифференцирования.
21. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.
22. Формулы численного интегрирования. Метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности.
23. Квадратурные формулы Ньютона –Котеса. Оценка погрешности квадратуры.
24. Квадратурные формулы Гаусса. Оценка погрешности квадратуры.
25. Методы повышения точности формул численного интегрирования.
26. Постановка задачи оптимизации квадратур. Примеры.
27. Тригонометрическая интерполяция. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.
28. О форме записи многочлена.
29. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
30. Численное решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.

31. Численное решение задачи Коши квадратурами.
32. Формула Эйлера. Формула Адамса.
33. Семейство методов Рунге-Кутты. Погрешность метода.
34. Численные методы решения задачи Коши с контролем погрешности на шаге.
35. Многошаговые методы решения задачи Коши.
36. Конечно-разностные методы решения задачи Коши.
37. Метод неопределенных коэффициентов.
38. Методы численного интегрирования уравнений второго порядка.
39. Численные методы решения простейшей краевой сеточной задачи.
40. Метод прогонки.
41. Численные методы решения задач математической физики.
42. Решение уравнений в частных производных.
43. Методы решения сеточных уравнений.
44. Численные методы решения интегральных уравнений.
45. Метод замены интеграла квадратурной суммой.
46. Численный метод решения интегральных уравнений с помощью замены ядра на вырожденное.

### *3. Системный анализ. Математическая теория измерений.*

47. Системы массового обслуживания. Классификация СМО и их основные характеристики. Системы с отказами. Системы с ожиданием.
48. Одноканальная СМО с отказами.
49. Пример одноканальной СМО с отказами
50. Многоканальная СМО с отказами.
51. Пример многоканальной СМО с отказами.
52. Одноканальная СМО с ожиданием.
53. Пример одноканальной СМО с ожиданием
54. Многоканальная СМО с ожиданием.
55. Пример многоканальной СМО с ожиданием.
56. СМО с ограниченным временем ожидания.
57. Замкнутые СМО и ее особенности.
58. Пример замкнутой СМО.
59. СМО со взаимопомощью между каналами. СМО с отказами.
60. СМО со взаимопомощью между каналами. СМО с очередью.
61. Основные понятия теории надежности.
62. Надежность систем без резервирования.
63. Надежность систем с резервированием.
64. Надежность систем с холодным резервом и простейшими потоками событий.
65. Надежность систем с облегченным резервом и простейшими потоками событий.
66. Статистические задачи принятия решения. Основные понятия и терминология.
67. Субъективная вероятность. Относительное правдоподобие. Предположения субъективной вероятности.
68. Построение вероятностного распределения. Полезность.
69. Предпочтения во множестве вероятностных распределений
70. Определение функции полезности. Аксиоматический подход к полезности.
71. Построение функции полезности.
72. Байесовский риск и байесовские решения. Вогнутость байесовского риска.
73. Рандомизация и смешанные решения.

Экзаменационный билет состоит из трех основных вопросов и одного дополнительного вопроса программы экзамена.

Образец экзаменационного билета:

**ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»**  
**Факультет математики и информационных технологий**  
**Кафедра математического моделирования**  
**Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника**  
**Направленность «Математическое моделирование, численные методы**  
**и комплексы программ»**  
**Экзаменационный билет № \_\_\_**  
**по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы**  
**и комплексы программ»**  
**(20\_\_–20\_\_ уч. год)**

1. Компьютерная математика. Цели и задачи компьютерной математики. Пакеты вычислений (Maple).
2. Задача интерполяции. Интерполирование многочленами.
3. СМО с отказами. Особенности, свойства.

**Зав. кафедрой**

**С.И. Спивак**

Кандидатский экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

*Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:*

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на дополнительный вопрос.

**4 балла (хорошо)** выставляется аспиранту, если он ответил на все вопросы, однако допустил неточности в определении основных понятий; при ответе на дополнительный вопрос допущены небольшие неточности; дал развернутые ответы на два из трех вопроса из билета и ответил на дополнительный вопрос.

**3 балла (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе вопросы билета им допущены 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.

**2 балла (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **Примерный вариант теста**

Каждому аспиранту для допуска к экзамену необходимо пройти тестирование. Тест состоит из 7 вопросов. Каждый вопрос оценивается в один балл. Максимальное количество баллов за тест – 7.

1. Численные методы – это методы, основанные:

- 1) на теоремах, устанавливающих свойства решаемых задач;
- 2) на сведении решения задач к элементарным арифметическим действиям над числами;
- 3) на представлении решения задач в виде формул;
- 4) на графических построениях.

2. Укажите правильный порядок проведения вычислительного эксперимента:

- 1) Выбор (построение) численного метода решения задачи.
- 2) Проведение вычислений и анализ результатов.
- 3) Построение математической модели объекта.
- 4) Корректировка модели, численного метода (алгоритма) или программы.
- 5) Формулировка задачи исследования, выбор физической модели объекта.
- 6) Реализация метода (алгоритма) в виде программы для ЭВМ.

Ответ записать в виде последовательности чисел, разделенных точкой с запятой.

3. Неустраняемая погрешность вычислительного эксперимента – это погрешность, связанная:

- 1) с ошибками округления чисел в ЭВМ;
- 2) с ошибками дискретизации;
- 3) с погрешностями математической модели;
- 4) с погрешностями численного метода.

4. Основная функция модели это:

- 1) Получить информацию о моделируемом объекте
- 2) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 3) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 4) Воспроизвести физическую форму объекта

5. Математической моделью объекта называют...

- 1) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
- 2) Любую символическую модель, содержащую математические символы
- 3) Представление свойств объекта только в числовом виде
- 4) Любую формализованную модель

6. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...

- 1) Дискретизацией модели
- 2) Алгоритмизацией модели
- 3) Линеаризацией модели
- 4) Идеализацией модели

7. Имитационное моделирование ...

- 1) Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени
- 2) Моделирование, в котором реализуется модель, функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс
- 3) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы
- 4) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – Аналогами

## Темы рефератов

Каждому аспиранту предоставляется возможность выбрать тему для написания реферата из списка, представленного ниже. В конце семестра аспирант должен представить преподавателю реферат.

1. Жесткие системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Численные методы решения.  $A$  – устойчивые,  $A(\alpha)$  – устойчивые методы, асимптотическая устойчивость.
2. Методы типа Рунге-Кутты, основная конструкция, алгоритм реализации, устойчивость. Теоремы о сходимости при разных предположениях о матрице  $f_x(x)$ . Анализ в пространстве неопределенных коэффициентов
3. Нелинейные краевые задачи для систем ОДУ. Метод «стрельбы», метод квазилинеаризации.
4. Линейные краевые задачи с большим параметром. Сведения к устойчивым задачам Коши.
5. Спектральный признак устойчивости и практика его применения. Принцип замороженных коэффициентов.
6. Примеры методов решения уравнений гиперболического типа. Гибридные схемы.
7. Метод Чебышевского ускорения, анализ устойчивости, устойчивые перенумерации итерационных параметров.
8. Метод переменных направлений решения уравнения Пуассона. Спектральный анализ сходимости.
9. Выбор оптимального итерационного параметра. Оценка числа итераций.
10. Метод переменных направлений с серией параметров.
11. Постановка некорректных задач. Примеры. Качественное описание подхода к их решению.
12. Роль априорной информации. Примеры – интегральное уравнение 1-го рода, обратная задача теплопроводности.
13. Методы решения обратных и некорректных задач.

За выполнение реферата аспирант может получить от 0 до 15 баллов.

- **15 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, использовано достаточное количество источников литературы, приведено достаточное количество примеров.

- **9-14 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, но использовано недостаточное количество источников литературы или приведено недостаточное количество примеров.

- **4-8 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата или использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.

- **1-3 балла** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью

*раскрыта тема реферата, использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.*

*- 0 баллов выставляется аспиранту, если он не сделал реферат.*

Успешное прохождение теоретического опроса и выполнение реферата является допуском к сдаче экзамена (кандидатского экзамена). Аспирант получает допуск к экзамену, если им набрано 20 и более баллов.

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

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

#### **Основная литература:**

1. **Балдин К.В.** Высшая математика. Учебник [Электронный ресурс] / Балдин К. В. — М. : Флинта, 2010 .— 360с.— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему "Университетская библиотека online" .— ISBN 978-5-9765-0299-4 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/79497/>>.
2. **Формалев В.Ф.** Численные методы [Электронный ресурс] / Формалев В. Ф. — М. : Физматлит, 2006 .— 400 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online .— ISBN 5-9221-0737-2 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/69333/>>.
3. **Свешников А. А.** Прикладные методы теории вероятностей [Электронный ресурс] / А. А. Свешников.— СПб. : Лань, 2012 .— 480 с. : ил. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-8114-1219-8 .— <URL:<http://e.lanbook.com/>>.
4. **Крюков С. В.** Системный анализ: теория и практика: учебное пособие.- Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011.- 228 с. <http://www.biblioclub.ru>
5. **Есипов Б.А.** Методы исследования операций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 300 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=68467](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68467)
6. **Черников Ю.Г.** Системный анализ и исследование операций : учебное пособие / Ю.Г. Черников ; Московский Государственный Горный Университет. - М. : Московский государственный горный университет, 2006. - 365 с. : табл., схем. - (Высшее горное образование). - ISBN 5-7418-0424-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83573>
7. **Ржевский С. В.** Исследование операций : учеб. пособие / С. В. Ржевский.— Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2013. — 480 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32821](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821)

#### **Дополнительная литература:**

8. **Колемаев В.А.** Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 352 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=436721&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436721&sr=1)

9. **Кацман Ю.** Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы: учебник / Ю. Кацман; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. - 131 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=442107&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442107&sr=1)

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

1. Библиотека Башкирского государственного университета <http://lib.bashedu.ru>
2. Электронно-библиотечная система БашГУ <https://elib.bashedu.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>
5. AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent App Wave English. Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.
6. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License. Договор № 263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.
7. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Аудитория № 531, аудитория № 509</i>	<i>Лекции, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация</i>	<b>Аудитория № 531</b> Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32.
<i>Аудитория № 522 – лаборатория компьютерного моделирования, аудитория № 509, аудитория 525 – лаборатория математического моделирования</i>	<i>Семинарские занятия</i>	<b>Аудитория № 509</b> Учебная мебель, доска <b>Аудитория № 522 – лаборатория компьютерного моделирования</b> Учебная мебель, доска, персональный компьютер Lenovo Think Centre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер Lessar LS/LU-

<p>Аудитория 426,          читальный зал №2 (физ-          мат корпус)</p>	<p>Самостоятельная ра-          бота</p>	<p>H24KB2.</p> <p><b>Аудитория 525 –          лаборатория математического моделирования</b>          Учебная мебель, доска, персональные компьюте-          ры в комплекте DEPO Neos 460MDi5          2300/4GDDR1333/T500G          /DVDW - 13 шт., доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Аудитория № 426</b>          Учебная мебель, доска, персональные компьюте-          ры Lenovo Think Centre A70z Intel Pentium E 5800,          320 Gb, 19» – 13 шт., шкаф TLK TWP-065442-G-          GY.</p> <p><b>Читальный зал № 2</b>          Учебная мебель, учебно-наглядные пособия,          стенд по пожарной безопасности, моноблоки ста-          ционарные – 8 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p>1. AcademicEdition Networked Volume Licenses          RAD Studio XE3 Professional Concurrent App Wave          English. Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии          бессрочные.</p> <p>2. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Grant-          ing Institutions New License. Договор № 263 от          07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Дого-          вор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>4. Microsoft Office Standard 2013 Russian. До-          говор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессроч-          ные.</p>
--	--	--



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ» на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	36

Формы контроля:  
экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские за- нятия, лабораторные работы, самостоя- тельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и допол- нительная литера- тура, рекомендуе- мая студентам (но- мера из списка)	Задания по само- стоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компью- терные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	5	6			
1.	Вычислительная математика. Общие положения.	1	-	7	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
2.	Интерполяция.	-	1	7	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
3.	Численное дифференцирование и интегрирование.	-	1	7	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
4.	Приближение функций.	-	1	7	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
5.	Численные методы исследования моделей математической физики	1	1	6	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	Обратные задачи. Постановка. Условия существования решения. Теорема Самарского. Некорректно поставленные задачи.	-	-	15	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	Основные модели математической физики. Линейные и квазилинейные уравнения первого порядка в частных производных. Классификация уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными.	-	-	15	[1]-[12]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	64			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ»  
(наименование дисциплины)  
на 4,5 семестр  
заочная  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	9

Формы контроля:  
экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	5	6	7	8	9
	<b>4 семестр</b>						
1.	Вычислительная математика. Общие положения.	1	1	15	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
2.	Интерполяция.	1	1	15	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	<b>5 семестр</b>						
3.	Численное дифференцирование и Интегрирование.	-	1	10	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
4.	Приближение функций.	-	-	15	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
5.	Численные методы исследования моделей математической физики	-	1	10	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
6.	Обратные задачи. Постановка. Условия существования решения. Теорема Самарского. Некорректно поставленные задачи.			12	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
7.	Основные модели математической физики. Линейные и квазилинейные уравнения первого порядка в частных производных. Классификация уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными.			12	[1]-[12]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	89			