

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Я. Королева  
«04» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.5.1 Математическое моделирование в естественных науках и социальной сфере

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль/направленность/специализация: Математическое моделирование

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

Тамбов, 2022

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, Слетков Денис Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 13).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры математического моделирования и информационных технологий «29» июня 2022 г. Протокол № 12

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «04» июля 2022 г. № 6.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	13
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	15
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	15

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способен выполнять мониторинг и управление работами проекта в проектах малого и среднего уровня сложности в области ИТ

ПК-7 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

### 1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации информационных систем, управления их жизненным циклом)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен выполнять мониторинг и управление работами проекта в проектах малого и среднего уровня сложности в области ИТ	Использует средства математического моделирования для тестирования информационных систем при управлении разработкой проекта малого и среднего уровня
	ПК-7 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	Анализирует результаты численных экспериментов, полученных при математическом моделировании и применяет их для решения прикладных задач

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способен выполнять мониторинг и управление работами проекта в проектах малого и среднего уровня сложности в области ИТ

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очно-заочная (семестр)			
		1	3	4	5
1	Интернет-предпринимательство	+			
2	Компьютерная обработка данных			+	
3	Моделирование потоков данных			+	
4	Объектно-ориентированное программирование		+		

5	Преддипломная практика				+
6	Программирование на языке Java		+		
7	Технологическая (проектно-технологическая) практика		+		

ПК-7 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очно-заочная (семестр)		
		2	4	5
1	История и методология прикладной математики и информатики	+		
2	Научно-исследовательская работа		+	
3	Преддипломная практика			+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Математическое моделирование в естественных науках и социальной сфере» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Дисциплина «Математическое моделирование в естественных науках и социальной сфере» изучается в 4 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очно-заочная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>
Контактная работа	16
Лекции (Лекции)	6
Практические (Практ. раб.)	10
Самостоятельная работа (СР)	92
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лекции	Практ. раб.	СР	

		О-3	О-3	О-3	
4 семестр					
1	Математическое моделирование: основные понятия. Основные принципы математического моделирования. Метод «черного ящика».	1	1	12	Опрос; Собеседование; Выполнение практических заданий
2	Классический и системный подходы к построению моделей	-	1	10	Опрос; Собеседование; Выполнение практических заданий
3	Классификация математических моделей и методов математического моделирования..	1	1	10	Выполнение практических заданий; Собеседование; Опрос
4	Адекватность математической модели. Методы проверки адекватности модели.	1	1	10	Опрос; Собеседование; Выполнение практических заданий
5	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы моделирования.	-	1	10	Опрос; Выполнение практических заданий; Собеседование
6	Классификация погрешностей. Задачи вычислительной алгебры. Прямые и итерационные методы.	1	1	10	Опрос
7	Исследование математических моделей.	-	1	10	Выполнение практических заданий; Опрос
8	Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий.	1	1	10	Опрос; Собеседование

9	Иллюстрация комбинированного метода к разработке математических моделей.	1	2	10	Собеседование; Опрос
---	--	---	---	----	-------------------------

### **Тема 1. Математическое моделирование: основные понятия. Основные принципы математического моделирования. Метод «черного ящика». (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Основные принципы математического моделирования. Метод «черного ящика».

Содержание :

1. Моделирование физическое и математическое.
2. Модель. Моделирование. Симуляция.
3. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Понятие математической модели.
4. Схематичное представление объекта моделирования.
5. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта.
6. Вектор параметров математической модели.
7. Принцип информационной достаточности.
8. Принцип осуществимости.
9. Принцип множественности моделей.
10. Принцип агрегирования.
11. Принцип параметризации.
12. Области использования математических моделей.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

### **Тема 2. Классический и системный подходы к построению моделей (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Содержание :

1. Классический подход при построения моделей.
2. Основные понятия системного анализа.
3. Свойства системы.
4. Структурный и функциональный подходы..

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

### **Тема 3. Классификация математических моделей и методов математического моделирования.. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Содержание:

1. Модели динамики и статики.
2. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
3. Модели детерминированные и стохастические.
4. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные.
5. Модели непрерывные и дискретные.
6. Градиентные и безградиентные методы моделирования

### **Задания для самостоятельной работы.**

Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

## **Тема 4. Адекватность математической модели. Методы проверки адекватности модели. (ПК-4)**

### **Лекция.**

Содержание:

1. Адекватность математической модели в случае детерминированного и стохастического объектов.
2. Параметрическая идентификация детерминированной математической модели.
3. Параметрическая идентификация стохастической математической модели на примере использования критерия согласия Пирсона ( $\chi$ -квадрат).

### **Задания для самостоятельной работы.**

Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

## **Тема 5. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы моделирования. (ПК-4)**

### **Лекция.**

Содержание занятий:

1. Роль компьютерноориентированных численных методов в исследовании сложных математических моделей.
2. Численные методы решения уравнений. Систем линейных уравнений.
2. Численное интегрирование.
3. Методы решения систем дифференциальных уравнений.
4. Многочлены Чебышева.
5. Оптимизация погрешности интерполяции.
6. Методы аппроксимации.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

## **Тема 6. Классификация погрешностей. Задачи вычислительной алгебры. Прямые и итерационные методы. (ПК-4)**

### **Лекция.**

Содержание:

1. Абсолютная и относительная погрешности числа и функции.
2. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.
3. Неустойчивые алгоритмы.
4. Особенности машинной арифметики.
5. Задачи вычислительной алгебры.
6. Прямые итерационные методы.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы: Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

## **Тема 7. Исследование математических моделей. (ПК-4)**

### **Лекция.**

Познакомиться с с методами исследования математических моделей и научиться решать практические задачи их использования.



Содержание:

1. Метод подобия.
2. Принцип максимума и теорема сравнения.
3. Метод осреднения.

**Задания для самостоятельной работы.**

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы: Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

**Тема 8. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. (ПК-7)**

**Лекция.**

Содержание:

1. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии.
2. Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности).
3. Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла.
4. Модели законов отражения и преломления

**Задания для самостоятельной работы.**

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы: Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

**Тема 9. Иллюстрация комбинированного метода к разработке математических моделей. (ПК-4)**

**Лекция.**

Цель, задачи: Познакомиться с примерами использования комбинированного метода разработки математических моделей и научиться решать практические задачи их использования.

Содержание:

1. Структура математической модели физического процесса флотационного разделения суспензий.
2. Схематичное представление объекта и система допущений.
3. Модульный принцип и агрегация модулей модели.
4. Иллюстрация комбинированного метода к разработке математических моделей на примере модели процесса флотационного разделения суспензий.
  - 4.1. Описание модуля взаимодействий в системе пузырек – частица.
  - 4.2. Описание модуля изменения размеров пузырька.
  - 4.3. Описание модуля абсорбции смеси газов жидкостью.
  - 4.4. Описание модуля десорбции газа из жидкости.
  - 4.5. Описание модуля транспорта твердой фазы.
5. Последовательность и алгоритмы расчета уравнений математической модели.
  - 5.1. Примеры вычислительного эксперимента.

**Задания для самостоятельной работы.**

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы: Выполнение данного задания предполагает детальное изучение магистрантом материалов лекций и дополнительной литературы по соответствующей тематике.

**4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

**4.1. Распределение баллов:**

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Выполнение практических заданий

Тема 1. Математическое моделирование: основные понятия. Основные принципы математического моделирования. Метод «черного ящика».

- 1 Пример разработки математической модели молекулярной диффузии.
- 2 Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности).
- 3 Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла.
- 4 Модели законов отражения и преломления

Тема 2. Классический и системный подходы к построению моделей

Пробное построение моделей

Тема 3. Классификация математических моделей и методов математического моделирования..  
Изучение классификаций моделей и математического моделирования

Тема 4. Адекватность математической модели. Методы проверки адекватности модели.  
Проверка адекватности моделей

Тема 5. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы моделирования.  
Решение задач численным методом

Тема 7. Исследование математических моделей.  
Собеседование по текущей теме лекции

### Опрос

Тема 1. Математическое моделирование: основные понятия. Основные принципы математического моделирования. Метод «черного ящика».

- 1 Структура математической модели физического процесса флотационного разделения суспензий.
- 2 Схематичное представление объекта и система допущений.
- 3 Модульный принцип и агрегация модулей модели.
- 4 Иллюстрация комбинированного метода к разработке математических моделей на примере модели процесса флотационного разделения суспензий.
- 5 Последовательность и алгоритмы расчета уравнений математической модели.

Тема 2. Классический и системный подходы к построению моделей  
Опрос по текущей теме лекции

Тема 3. Классификация математических моделей и методов математического моделирования..  
Опрос по текущей теме лекции

Тема 4. Адекватность математической модели. Методы проверки адекватности модели.  
Опрос по текущей теме лекции

## Тема 5. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы моделирования.

Опрос по текущей теме лекции

## Тема 6. Классификация погрешностей. Задачи вычислительной алгебры. Прямые и итерационные методы.

Опрос по текущей теме лекции

## Тема 7. Исследование математических моделей.

Опрос по текущей теме лекции

## Тема 8. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий.

Опрос по текущей теме лекции

## Тема 9. Иллюстрация комбинированного метода к разработке математических моделей.

Опрос по текущей теме лекции

## Собеседование

### Тема 1. Математическое моделирование: основные понятия. Основные принципы математического моделирования. Метод «черного ящика».

1. Основные определения. Моделирование физическое и математическое. Модель. Моделирование. Симуляция. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.
2. Основные принципы математического моделирования. Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости. Принцип множественности моделей. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.
3. Области использования математических моделей.
4. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта. Вектор параметров математической модели.
5. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики.
6. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
7. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели детерминированные и стохастические.
8. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные.
9. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели непрерывные и дискретные.
10. Ситуации, в которых методы математического моделирования могут быть единственным инструментом исследования.
11. Адекватность математической модели в случае детерминированного и стохастического объектов. Параметрическая идентификация детерминированной математической модели. Параметрическая идентификация стохастической математической модели на примере использования критерия согласия Пирсона ( $\chi^2$ -квadrat).
12. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный. Привести примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов и охарактеризовать их достоинства и недостатки.
13. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии.

14. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности).

15. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла.

#### Тема 2. Классический и системный подходы к построению моделей

Собеседование по текущей теме лекции

#### Тема 3. Классификация математических моделей и методов математического моделирования..

Собеседование по текущей теме лекции

#### Тема 4. Адекватность математической модели. Методы проверки адекватности модели.

Собеседование по текущей теме лекции

#### Тема 5. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы моделирования.

Собеседование по текущей теме лекции

#### Тема 8. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий.

Собеседование по текущей теме лекции

#### Тема 9. Иллюстрация комбинированного метода к разработке математических моделей.

Собеседование по текущей теме лекции

### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### **Типовые вопросы зачета (ПК-4, ПК-7)**

1. Основные определения. Моделирование физическое и математическое. Модель. Моделирование. Симуляция. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.
2. Основные принципы математического моделирования. Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости. Принцип множественности моделей. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.
3. Области использования математических моделей.
4. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта. Вектор параметров математической модели.
5. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики.
6. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
7. Классификация математических моделей и методов моделирования Модели детерминированные и стохастические.
8. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные.
9. Классификация математических моделей и методов моделирования. Модели непрерывные и дискретные.
10. Ситуации, в которых методы математического моделирования могут быть единственным инструментом исследования.

## Типовые задания для зачета (ПК-4, ПК-7)

Не предусмотрены

### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-4	Способен использовать средства математического моделирования для тестирования информационных систем
	ПК-7	Способен анализировать результаты численных экспериментов, полученных при математическом моделировании и применяет их для решения прикладных задач
«не зачтено»	ПК-4	Не способен использовать средства математического моделирования для тестирования информационных систем
	ПК-7	Не способен анализировать результаты численных экспериментов, полученных при математическом моделировании и применяет их для решения прикладных задач

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

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

### **6.1 Основная литература:**

1. Арзамасцев А.А. Математическое и компьютерное моделирование : учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 256 с.
2. Булавин Л.А., Выгорицкий Н.В., Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем : [учеб. пособ.]. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 349 с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр.. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 316 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр.. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 316 с.
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры : монография. - 2-е изд., испр.. - Москва: Физматлит, 2005. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976>
3. Фурсов В.А Адаптивная идентификация по малому числу наблюдений. - [М.]: Изд-во "Новые технологии", 2013. - 32 с.

### **6.3 Иные источники:**

1. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru/>
2. Портал "Гуманитарное образование" - <http://www.humanities.edu.ru/>
3. Российский общеобразовательный портал - <http://www.school.edu.ru/>
4. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» - <http://school-collection.edu.ru/>
5. Вопросы образования - <http://www.ecsocman.edu.ru/vo>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
2. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
3. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
4. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.