

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

  
Ю.В. Машин

«20» 12 2019 г.

Регистрационный № УД-010304/Б.1.0.28/p

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ,  
ТЕХНИКЕ И ЭКОНОМИКЕ**  
(наименование дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	7
Лекции, часы	30
Практические занятия, часы	30
Курсовой проект, семестр	7
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	60
Самостоятельная работа, часы	120
Всего часов / зачетных единиц	180 / 5

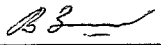
Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»

Составитель: И.И. Маковецкий, к.ф.-м.н., доц., О.А. Маковецкая  
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-1 от 25.10.2019 г.

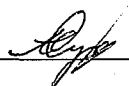
Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»  
28.11.2019 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
Белорусско-Российского университета

«18» декабря 2019 г., протокол № 3.

Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

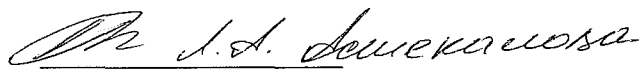
Рецензент:

В. А. Юревич, профессор кафедры физики Могилевского государственного университета  
продовольствия, доктор физико-математических наук, профессор

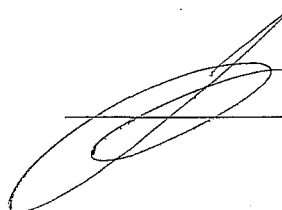
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела

 В.А. Кемова

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является приобретение навыков моделирования и анализа процессов и систем, изучаемых в естествознании, технике и экономике с помощью математического аппарата и программных средств на персональных ЭВМ.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- основные принципы построения математических моделей;
- основные типы математических моделей;
- методы исследования математических моделей разных типов;
- основные исследовательские прикладные программные средства;

**уметь:**

- обоснованно проводить формализация исследуемых объектов;
- применять модели, средства и языки моделирования для проведения работ по анализу применяемых проектных решений;
- организовывать серию экспериментов для достижения заданной цели исследования;
- интерпретировать полученные результаты, увязывая их с соответствующими характеристиками исследуемых систем;

**владеть:**

- методикой исследования математических моделей различных систем и процессов в естествознании, технике и экономике;
- методикой использования аппаратных и программных средств моделирования различных систем и процессов в естествознании, технике и экономике.

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Обязательная часть блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Дискретная математика;
- Линейная алгебра;
- Математический анализ;
- Аналитическая геометрия;
- Гармонический анализ;
- Обыкновенные дифференциальные уравнения;
- Теория вероятностей и случайные процессы;
- Вариационное исчисление и оптимальное управление;
- Дифференциальные уравнения в частных производных;
- Математическая статистика;
- Теория функций комплексной переменной;
- Физика;
- Теория функций и функциональный анализ;
- Численные методы математической физики;
- Исследование операций и теория игр.

Результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем
ОПК-3	Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ
ПК-1	Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность
ПК-2	Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Общие вопросы теории моделирования	Предмет теории моделирования. Роль и место моделирования в исследованиях систем Классификация моделей. Моделирование в процессах познания и управления. Классификация объектов моделирования. Основные этапы моделирования	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
2	Технология моделирования	Создание концептуальной модели. Подготовка исходных данных. Разработка математической модели. Выбор метода моделирования. Выбор средств моделирования. Проверка адекватности и корректировка модели. Планирование экспериментов с моделью. Анализ результатов моделирования	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
3	Проблема моделирования	Объект моделирования. Сведения об объекте. Априорная информация. Апостериорная информация	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
4	Задача идентификации и классификация методов идентификации	Постановка задачи идентификации. Трудности идентификации. Идентификация структуры и параметров объекта. Классификация методов идентификации	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
5	Структурная идентификация. Исследование задач структурной идентификации	Выделение объекта из среды. Ранжирование входов и выходов объекта (Метод экспертных оценок). Метод непосредственного ранжирования. Метод парных сравнений. Определение рационального числа входов и выходов объекта, учитываемых в модели.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

		Определение характера связи между входом и выходом модели объекта	
6	Аналитическое моделирование вычислительных систем. Характеристики вычислительных систем	Потоки заявок. Марковские модели. Характеристики вычислительных систем как систем массового обслуживания. Характеристики вычислительных систем как сложных систем массового обслуживания. Методы приближённой оценки характеристик вычислительных систем	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
7	Нестационарные режимы функционирования вычислительных систем	Нестационарные режимы функционирования вычислительных систем. Характеристики вычислительных систем как стохастических сетей	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
8	Имитационное моделирование вычислительных систем	Процедура имитационного моделирования. Обобщенные алгоритмы имитационного моделирования	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
9	Методы исследования вычислительных систем	Методы определения характеристик вычислительных систем. Метод повторных экспериментов. Методы генерации случайных величин и последовательностей	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
10	Модели линейного булева программирования	Модели линейной дискретной оптимизации с булевыми переменными. Преобразование задачи с дискретными переменными к задаче с булевыми переменными. Преобразование задачи линейного булева программирования к задаче нелинейного булева программирования. Задача и модель оптимизации работы насосной станции. Модель задачи автоматической классификации. Задача об оптимизации размещения букв алфавита на клавиатуре ЭВМ	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Самостоятельная	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Общие вопросы теории моделирования	2	Пр. р. 1 Непрерывно-детерминированные схемы математического моделирования. Моделирование на основе фундаментальных законов природы	2	3		
2	2. Технология моделирования	2	Пр. р. 2 Непрерывно-детерминированные схемы математического моделирования. Моделирование на основе фундаментальных законов природы	2	3		
3	3. Проблема моделирования	2	Пр. р. 3 Вариационные принципы построения математических моделей	2	3		
4	4. Задача идентификации и классификация методов идентификации	2	Пр. р. 4 Вариационные принципы построения математических моделей	2	3		
5	4. Задача идентификации и классификация методов идентификации	2	Пр. р. 5 Модели оптимизации	2	3		
6	5. Структурная идентификация. Исследование задач структурной идентификации	2	Пр. р. 6 Модели оптимизации	2	3		
7	5. Структурная идентификация. Исследование задач структурной идентификации	2	Пр. р. 7 Дискретно-детерминированные схемы	2	3	ТСТ ПКУ	30 30
Модуль 2							
8	6. Аналитическое моделирование вычислительных систем.	2	Пр. р. 8 Дискретно-детерминированные схемы	2	4		

	Характеристики вычислительных систем						
9	6. Аналитическое моделирование вычислительных систем. Характеристики вычислительных систем	2	Пр. п. 9 Дискретно-стохастические схемы	2	3		
10	7. Нестационарные режимы функционирования вычислительных систем	2	Пр. п. 10 Дискретно-стохастические схемы	2	3		
11	8. Имитационное моделирование вычислительных систем	2	Пр. п. 11 Регрессионные модели	2	4		
12	9. Методы исследования вычислительных систем	2	Пр. п. 12 Регрессионные модели	2	3		
13	10. Модели линейного булева программирования	2	Пр. п. 13 Регрессионные модели	2	4		
14	10. Модели линейного булева программирования	2	Пр. п. 14 Непрерывные стохастические модели	2	3		
15	10 Модели линейного булева программирования	2	Пр. п. 15 Непрерывные стохастические модели	2	3	ТСТ ПКУ ПА* (зачет)	30 30 40
1-15	Выполнение курсового проекта				36		
16-18					36	ПА* (экзамен)	40
	Итого	30		30	120		100

Принятые обозначения:

*Текущий контроль* –

ТСТ – компьютерное тестирование;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 2.3 Требования к курсовому проекту

Целью курсового проектирования является разработка математической модели реального объекта, ее формализация и анализ

Примерная тематика курсовых проектов (работ) представлена в приложении хранится на кафедре.

Содержание курсового проекта включает:

1) теоретическая часть – обзор научной литературы по теме проектирования, обоснование выбора методов исследования объекта, обоснование выбора средства инструментальной реализации математической модели;

2) практическая часть – исследование параметров исследуемого объекта (системы), построение математической модели, анализ полученной модели;

3) проектная часть – исследование моделируемого объекта с помощью построенной модели, интерпретация результатов моделирования, выводы, предложения по оптимизации параметров исследуемого объекта (системы).

Курсовой проект включает пояснительную записку объемом 40-50 страниц и графическую часть объемом 2 листа формата А3.

Перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

Этап выполнения	Минимум	Максимум
Теоретические исследования проблемы, постановка задачи, выбор методов реализации	9	15
Практическая реализация математической модели	9	15
Исследование объекта моделирования на основе объекта, интерпретация результатов, выводы	9	15
Разработка схем, чертежей	6	10
Оформление пояснительной записки	3	5
<b>Итого за выполнение курсового проекта</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>15</b>	<b>40</b>

Итоговая оценка курсового проекта (работы) представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1	Традиционные		Занятия 1-15	30
2	Мультимедиа	Темы 1-10		30
	<b>ИТОГО</b>	30	30	60

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов	1

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
-------	-------------------------------------	--------------------------------	---------------------

<i>Компетенция ОПК-2</i> Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем			
ОПК-2.19 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач естествознания, техники и экономики математические модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Способен подобрать для основных физических процессов подбирать математические модели, применять их для исследования этих процессов, проверять адекватность модели.
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Умеет обосновывать выбор математических моделей для широкого спектра прикладных задач естествознания, техники и экономики, проверять их адекватность, анализировать результаты моделирования
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Владеет методикой построения моделей сложных систем, умеет анализировать результаты моделирования, оценивает надёжность и качество функционирования систем
<i>Компетенция ОПК-3</i> Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ			
ОПК-3.12 Способен применять знание методов математического моделирования при построении математических моделей в задачах естествознания, техники и экономики, развивать методы моделирования			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Применяет методы математического моделирования для построения математических моделей, основывающихся на фундаментальных законах естествознания
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Применяет методы математического моделирования для построения математических моделей широкого спектра задач естествознания, техники, экономики
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Способен усовершенствовать существующие методы моделирования сложных систем
<i>Компетенция ПК-1</i> Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность			



ПК-1.15 Способен формулировать математические постановки задач моделирования в естествознании, технике и экономике, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Формулирует математическую модель задачи моделирования процессов и систем, описываемых фундаментальными законами естествознания, выполняет проверку корректности
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Самостоятельно формулирует математические модели широкого спектра задач естествознания, техники, экономики, выполняет проверку их корректности
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Способен формулировать математические модели сложных систем, проверять их корректность
<i>Компетенция ПК-2</i> Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты			
ПК-2.20 Способен использовать знание математического моделирования при анализе результатов моделирования и проверке адекватности математических моделей			
1	Пороговый уровень	Обязательный для всех выпускников университета по завершении ООП ВПО	Анализирует математические модели явлений, основанные на законах естествознания
2	Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника университета	Способен выполнить анализ математических моделей с использованием аппарата математического моделирования
3	Высокий уровень	Максимально возможная выраженность компетенции	Выполняет анализ адекватности математических моделей сложных систем, выявляет неочевидные связи и закономерности

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-2</i> Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем	
Способен подобрать для основных физических процессов подбирать математические модели, применять их для исследования этих процессов, проверять адекватность модели.	Тестовые задания, курсовой проект

Умеет обосновывать выбор математических моделей для широкого спектра прикладных задач естествознания, техники и экономики, проверять их адекватность, анализировать результаты моделирования	Тестовые задания, курсовой проект
Владеет методикой построения моделей сложных систем, умеет анализировать результаты моделирования, оценивает надежность и качество функционирования систем	Тестовые задания, курсовой проект
<i>Компетенция ОПК-3</i> Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ	
Применяет методы математического моделирования для построения математических моделей, основывающихся на фундаментальных законах естествознания	Тестовые задания, курсовой проект
Применяет методы математического моделирования для построения математических моделей широкого спектра задач естествознания, техники, экономики	Тестовые задания, курсовой проект
Способен усовершенствовать существующие методы моделирования сложных систем	Тестовые задания, курсовой проект
<i>Компетенция ПК-1</i> Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность	
Формулирует математическую модель задачи моделирования процессов и систем, описываемых фундаментальными законами естествознания, выполняет проверку корректности	Тестовые задания, курсовой проект
Самостоятельно формулирует математические модели широкого спектра задач естествознания, техники, экономики, выполняет проверку их корректности	Тестовые задания, курсовой проект
Способен формулировать математические модели сложных систем, проверять их корректность	Тестовые задания, курсовой проект
<i>Компетенция ПК-2</i> Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты	
Анализирует математические модели явлений, основанные на законах естествознания	Тестовые задания, курсовой проект
Способен выполнить анализ математических моделей с использованием аппарата математического моделирования	Тестовые задания, курсовой проект
Выполняет анализ адекватности математических моделей сложных систем, выявляет неочевидные связи и закономерности	Тестовые задания, курсовой проект

### 5.3 Критерии оценки практических работ

Для оценки практических работ применяется модульно-рейтинговая система. В 7 семестре запланировано в каждом модуле по одному компьютерному тесту, состоящие из 40 заданий каждый. Максимальное количество баллов за каждый компьютерные тест составляет 30. По итогам семестра модульная оценка может составить до 60 баллов включительно.

### 5.4 Критерии оценки курсового проекта

Для оцени курсового проекта следует использовать следующие критерии:

Критерий оценки	Содержание критерия	Оценка	Суммарная оценка
Теоретические исследования проблемы, постановка задачи, выбор методов реализации	Полнота обзора литературы, актуальность используемых источников	До 5	До 15
	Формулировка задачи	До 5	

	Обоснование метода реализации	До 5	
Практическая реализация математической модели	Степень полноты модели	До 8	До 15
	Адекватность модели объекту исследованию	До 7	
Исследование объекта моделирования на основе модели, интерпретация результатов, выводы	Наличие вычислительного эксперимента	До 5	До 15
	Качество полученных данных	До 5	
	Наличие обоснованных выводов	До 5	
Разработка схем, чертежей	Качество выполнения графической части	До 5	До 10
	Содержание графической части, его соответствие результатам исследования	До 5	
Оформление пояснительной записки	Качество выполнения пояснительной записки, ее читаемость	До 5	До 5
Всего			До 60

Защита курсового проекта производится перед комиссией в форме презентации. Во время проведения презентации оценивается:

1. Соответствие содержания презентации теме исследования – до 10 баллов.
2. Качество подготовки визуального материала презентации – до 10 баллов.
3. Степень владения выступающим материалом излагаемого – до 20 баллов.

Всего до 40 баллов.

Время, необходимое для презентации проекта – до 10 минут.

### 5.5 Критерии оценки экзамена

На экзамене по дисциплине "Математическое моделирование в естествознании, технике и экономике" предусмотрены экзаменационные билеты, состоящие из 2 заданий. Каждое задание оценивается в 20 баллов. Экзамен считается сданным успешно, если правильно выполнено 1 задания и более. По итогам выполнения экзамена студент может набрать до 40 баллов включительно.

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- изучение литературы по дисциплине;
- выполнение практических заданий по дисциплине;
- выполнение курсового проекта по дисциплине.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Математическое моделирование технических систем : Учебник. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 592 с URL: <a href="http://znanium.com/go.php?id=773106">http://znanium.com/go.php?id=773106</a>	УМО вузов РФ	Znanium.com

## 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <a href="http://www.znanium.com">http://www.znanium.com</a> ]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496">www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496</a> . - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog/product/944595">http://znanium.com/catalog/product/944595</a>	нет	Znanium.com

## 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://exponenta.ru/>

**7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

### 7.4.1 Методические рекомендации

1. Маковецкий И.И., Маковецкая О.А. Математическое моделирование в естествознании, технике и экономике. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 01.03.04 Прикладная математика дневной формы обучения. Могилев. (Электронный вариант)

### 7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации по курсу:

1. Общие вопросы теории моделирования
2. Технология моделирования
3. Проблема моделирования
4. Задача идентификации и классификация методов идентификации
5. Структурная идентификация. Исследование задач структурной идентификации
6. Аналитическое моделирование вычислительных систем. Характеристики

вычислительных систем

7. Нестационарные режимы функционирования вычислительных систем
8. Имитационное моделирование вычислительных систем
9. Методы исследования вычислительных систем
10. Модели линейного булева программирования

**7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе**

MathCad Prime PTC 5.0 (лицензионное программное обеспечение), Octave (бесплатно распространяемое программное обеспечение), R-project (бесплатно распространяемое программное обеспечение), Python (бесплатно распространяемое программное обеспечение), C# (бесплатно распространяемое программное обеспечение).

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «405», рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-19.