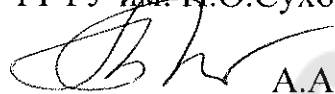


Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
ГГТУ им. П.О.Сухого

 А.А. Бойко

« 15 » 12. 2015

Регистрационный № УД.маг - 09/уз.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ТЕХНИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности магистратуры:

1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ»

Учебная программа составлена на основе:

– образовательного стандарта специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», рег. № ОСВО 1-40 80 04-2012;

– учебного плана второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», № I 40-2-03/уч от 14.02.2014; I 40-2-03/уч от 17.09.2013.

#### СОСТАВИТЕЛИ:

В.И. Токочаков, доцент кафедры «Информационные технологии», к.т.н., доцент;

А.В. Цитринов, доцент кафедры «Информационные технологии», к.ф.-м.н., доцент.

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Д. Левчук, заведующий кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации» УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», к.т.н., доцент

В.И. Мисюткин, доцент кафедры «Информатика» УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии»  
(протокол № 5 от 19.10.2015);

Научно-методическим советом Факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 4 от 30.11.2015); *УДО-04-15/уч*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 08.12, 2015).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью изучения дисциплины является формирование знаний по теории математического моделирования, применению эффективных численных методов решения задач и эксплуатации комплексов программ.

Основными задачами курса являются:

- приобретение магистрантами представлений о методах математического и физического моделирования технических и физических систем;
- овладение магистрантами методами составления математической модели систем и элементов систем;
- приобретение магистрантами умений в использовании математических моделей и программных комплексов для анализа процессов в технических и физических системах.

Требования к знаниям и умениям магистрантами после изучения дисциплины.

После изучения дисциплины «Компьютерные методы исследования технических и физических систем» магистрант должен:

знать:

- основные методы исследования технических и физических систем;
- основные принципы моделирования технических и физических систем;
- методы оптимизации технических и физических систем;

уметь:

- составлять математическую модель системы на макроуровне и микроуровне;
- применять основные методы моделирования технических систем;
- применять методы оптимизации для решения задач.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- АК-3 – способность к постоянному самообразованию;
- СЛК-1 – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;
- ПК-НИ-3 – выполнять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- ПК-ОУ-1 – принимать оптимальные управленческие решения;

- ПК-ОУ-2 – находить компромисс между различными требованиями, как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании;
  - ПК-ОУ-3 – осваивать и реализовывать управленческие инновации в профессиональной деятельности;
  - ПК-И-1 – формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики информационных технологий и систем;
  - ПК-И-2 – разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач;
  - ПК-И-3 – воспроизводить знания для практической реализации новшеств.
- Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности составляет 168 часов. Трудоемкость – 4 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневная форма

Курс: 1

Семестр: 1

Лекции: 28 часов

Практических занятий: 26

Всего аудиторных: 54 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:  
экзамен в 1 семестре

Заочная форма

Курс: 1

Семестр: 1, 2

Лекции: 10 часов

Практических занятий: 8

Всего аудиторных: 18 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:  
экзамен во 2 семестре

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Раздел 1. Теория математического моделирования сложных процессов и систем**

*Тема 1.1 Основные определения и понятия теории математического моделирования.*

Основные виды научных исследований. Системный подход в научных исследованиях. Определение понятия «модель». Функции моделей при проведении научных исследований. Особенности и области применения абстрактного, математического, машинного, натурного и лабораторного моделирования. Аналоговые модели. Критерии истинности модели.

*Тема 1.2 Технология математического моделирования.*

Основные этапы математического моделирования. Постановка задачи и определение типа модели. Требования к модели. Построение математической, алгоритмической и компьютерной модели исследуемой системы. Тестирование.

*Тема 1.3 Технические средства построения и исследования моделей.*

Технические средства построения и исследования моделей. Программные средства для моделирования динамических систем.

*Тема 1.4 Основы теории планирования модельного эксперимента на ПЭВМ.*

Типовая схема экспериментальных исследований. Типовые задачи исследования. Цели и методы планирования эксперимента: формулировка проблемы, классификация методов. Планирование регрессионных экспериментов, критерии оптимальности регрессионных планов. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.

*Тема 1.5 Основы теории обработки результатов моделирования.*

Основные характеристики и особенности массивов информации в научных исследованиях. Размерность, качественные и количественные признаки, способы представления, механизмы и модели порождения данных, общая схема и основные этапы анализа данных. Задача статистического оценивания параметров. Статистическая проверка гипотез. Основные типы гипотез, проверяемых в ходе статистической обработки данных. Последовательная схема принятия решения. Регрессионные линейные и нелинейные модели. Методы кусочной аппроксимации зависимостей.

## Раздел 2. Численные методы

### *Тема 2.1 Методы решения систем алгебраических уравнений.*

Интерполяция сплайнами. Решение систем линейных алгебраических уравнений точными методами. Метод Гаусса и его модификации. Обращение матриц. Итерационные методы. Решение систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций. Метод Ньютона. Метод скорейшего спуска. Интерполяция и численное интегрирование. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Численная интерполяция: методы Лагранжа и Ньютона. Численное дифференцирование и интегрирование.

### *Тема 2.2 Методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.*

Приближенные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Аналитические и численные методы. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Решение краевых задач для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Метод конечных разностей решения краевых задач. Метод аппроксимации краевых условий. Разностная схема. Методы прогонки.

### *Тема 2.3 Решение ДУ в частных производных.*

Решение дифференциальных уравнений в частных производных. Начальные и краевые условия. Методы аппроксимаций. Разностная схема с весами.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 для специальности 1–40 80 04 (дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Теория математического моделирования сложных процессов и систем (19 ч.)	15	4					
1.1.	Основные определения и понятия теории математического моделирования. Основные виды научных исследований. Системный подход в научных исследованиях. Определение понятия «модель». Функции моделей при проведении научных исследований. Особенности и области применения абстрактного, математического, машинного, натурального и лабораторного моделирования. Аналоговые модели. Критерии истинности модели.	3						Э
1.2.	Технология математического моделирования. Основные этапы математического моделирования. Постановка задачи и определение типа модели. Требования к модели. Построение математической, алгоритмической и компьютерной модели исследуемой системы. Тестирование.	3						Э
1.3.	Технические средства построения и исследования моделей. Технические средства построения и исследования моделей. Программные средства для моделирования динамических систем.	2						Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.4.	<p>Основы теории планирования модельного эксперимента на ПЭВМ.</p> <p>Типовая схема экспериментальных исследований. Типовые задачи исследования. Цели и методы планирования эксперимента: формулировка проблемы, классификация методов. Планирование регрессионных экспериментов, критерии оптимальности регрессионных планов. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.</p>	3						Э
1.5.	<p>Основы теории обработки результатов моделирования.</p> <p>Основные характеристики и особенности массивов информации в научных исследованиях. Размерность, качественные и количественные признаки, способы представления, механизмы и модели порождения данных, общая схема и основные этапы анализа данных. Задача статистического оценивания параметров. Статистическая проверка гипотез. Основные типы гипотез, проверяемых в ходе статистической обработки данных. Последовательная схема принятия решения. Регрессионные линейные и нелинейные модели. Методы кусочной аппроксимации зависимостей.</p>	4	4					Э
2.	Численные методы (35 ч.)	13	22					
2.1.	<p>Методы решения систем алгебраических уравнений.</p> <p>Интерполяция сплайнами. Решение систем линейных алгебраических уравнений точными методами. Метод Гаусса и его модификации. Обращение матриц. Итерационные методы. Решение систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций. Метод Ньютона. Метод скорейшего спуска. Интерполяция и численное интегрирование. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Численная интерполяция: методы Лагранжа и Ньютона. Численное дифференцирование и интегрирование.</p>	5	10					Э



1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2.	<p>Методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Приближенные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Аналитические и численные методы. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Решение краевых задач для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Метод конечных разностей решения краевых задач. Метод аппроксимации краевых условий. Разностная схема. Методы прогонки.</p>	5	8					Э
2.3.	<p>Решение ДУ в частных производных.</p> <p>Решение дифференциальных уравнений в частных производных. Начальные и краевые условия. Методы аппроксимаций. Разностная схема с весами.</p>	3	4					Э

Принятые обозначения: Э – экзамен.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 для специальности 1–40 80 04 (заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Теория математического моделирования сложных процессов и систем	5	2					
1.1.	Основные определения и понятия теории математического моделирования. Основные виды научных исследований. Системный подход в научных исследованиях. Определение понятия «модель». Функции моделей при проведении научных исследований. Особенности и области применения абстрактного, математического, машинного, натурального и лабораторного моделирования. Аналоговые модели. Критерии истинности модели.	1						Э
1.2.	Технология математического моделирования. Основные этапы математического моделирования. Постановка задачи и определение типа модели. Требования к модели. Построение математической, алгоритмической и компьютерной модели исследуемой системы. Тестирование.	1						Э
1.3.	Технические средства построения и исследования моделей. Технические средства построения и исследования моделей. Программные средства для моделирования динамических систем.	1						Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.4.	<p>Основы теории планирования модельного эксперимента на ПЭВМ.</p> <p>Типовая схема экспериментальных исследований. Типовые задачи исследования. Цели и методы планирования эксперимента: формулировка проблемы, классификация методов. Планирование регрессионных экспериментов, критерии оптимальности регрессионных планов. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.</p>	1						Э
1.5.	<p>Основы теории обработки результатов моделирования.</p> <p>Основные характеристики и особенности массивов информации в научных исследованиях. Размерность, качественные и количественные признаки, способы представления, механизмы и модели порождения данных, общая схема и основные этапы анализа данных. Задача статистического оценивания параметров. Статистическая проверка гипотез. Основные типы гипотез, проверяемых в ходе статистической обработки данных. Последовательная схема принятия решения. Регрессионные линейные и нелинейные модели. Методы кусочной аппроксимации зависимостей.</p>	1	2					Э
2.	Численные методы	5	6					
2.1.	<p>Методы решения систем алгебраических уравнений.</p> <p>Интерполяция сплайнами. Решение систем линейных алгебраических уравнений точными методами. Метод Гаусса и его модификации. Обращение матриц. Итерационные методы. Решение систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций. Метод Ньютона. Метод скорейшего спуска. Интерполяция и численное интегрирование. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Численная интерполяция: методы Лагранжа и Ньютона. Численное дифференцирование и интегрирование.</p>	2	2					Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2.	<p>Методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Приближенные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Аналитические и численные методы. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Решение краевых задач для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Метод конечных разностей решения краевых задач. Метод аппроксимации краевых условий. Разностная схема. Методы прогонки.</p>	2	2					Э
2.3.	<p>Решение ДУ в частных производных.</p> <p>Решение дифференциальных уравнений в частных производных. Начальные и краевые условия. Методы аппроксимаций. Разностная схема с весами.</p>	1	2					Э

Принятые обозначения: Э – экзамен.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Акулов, О. Информатика: базовый курс: учебник для студентов высших учебных заведений, бакалавров, магистров по направлению «Информатика и вычислительная техника» / О.А.Акулов, Н.В.Медведев. – М.: Омега-Л, 2004. – 551 с.
2. Банди, Б. Методы оптимизации. Вводный курс / Б. Банди. – М.: Мир, 1988. – 128 с.
3. Бахвалов, Н. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков – М.: Наука, 1987.
4. Брукшир, Дж. Введение в компьютерные науки. 6-е издание / Пер. с англ. Под общей ред. В.Н. Штонды – М.: Вильямс, 2001. – 688 с.
5. Дьяконов, В. Компьютерная математика. Теория и практика / В.П. Дьяконов – М.: Нолидж, 2001. – 1296 с.
6. Информатика: Учебник / под ред.Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 2004.
7. Острейковский, В. Информатика / В.А.Острейковский. – М.: Высшая школа, 2001. – 511 с.

### Дополнительная литература

1. Морозевич, А. Информатика / А.Н. Морозевич, А.М. Зеневич. – Мн.: Высшая школа, 2006. – 285 с.
2. Самарский, А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов – М.: Физматлит, 2001.
3. Тюрин, Ю. Статистический анализ данных на компьютере / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров – М.: 1998.
4. Черноруцкий, И. Методы принятия решений / И.Г.Черноруцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
5. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / Подред. П. В. Трусова. – М.: Логос, 2005. 440 с.
6. Макарова, Н.А. Основные этапы моделирования. – СПб.: Питер, 2005.
7. Советов, Б.Я. Моделирование систем: Учебникдлявузов. – М.: Высшая школа, 2001. - 343 с.
8. Советов, Б.Я. Моделирование систем: Практикум. – М.: Высшая школа, 2003. - 295 с.

9. Чуличков, А.И. Математические модели нелинейной динамики. – СПб.: Питер, 2002. - 350 с.
10. A.Gelman, J.B.Carlin, H.S.Stern, D.B.Rubin, Bayesian Data Analysis (Chapman & Hall, 1995)
11. Nadine Schütz, Matthias Holschneider. Detection of trend changes in time series using Bayesian inference. Phys.Rev. E84 (2011) 021120.
12. J. Franke, G. Wergen, J. Krug. Correlations of record events as a test for heavy-tailed distributions. Phys.Rev.Lett. 108 (2012) 064101.
13. Patrick Milan, Matthias Wächter, Joachim Peinke. Stochastic modeling and performance monitoring of wind farm power production. J. Renewable Sustainable Energy 6, (2014) 033119 .
14. E. Estevez-Rams, C. Perez-Demydenko, B. Aragón Fernández, R. Lora-Serrano. Visualizing long vectors of measurements by use of the Hilbert curve. Comput.Phys.Commun. 197 (2015) 118-127.
15. Ken Kiyono. Establishing a direct connection between detrended fluctuation analysis and Fourier analysis. Phys.Rev. E92 (2015) 4, 042925.
16. Jens Erler. On the Combination Procedure of Correlated Errors. Eur.Phys.J. C75 (2015) 9, 453.
17. Luca Lista. The bias of the unbiased estimator: a study of the iterative application of the BLUE method. Nucl.Instrum.Meth. A764 (2014) 82-93, Nucl.Instrum.Meth. A773 (2015) 87-96

*Список литературы* *сверхе АИ (Тимова И.В.)*  
 Примерный перечень практических занятий

1. Регрессионные линейные и нелинейные модели.
2. Методы кусочной аппроксимации зависимостей.
3. Метод Гаусса и его модификации.
4. Итерационные методы. Решение систем нелинейных уравнений.
5. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.
6. Метод Рунге-Кутты.
7. Метод конечных разностей решения краевых задач.
8. Методы прогонки.
9. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.
10. Разностная схема с весами.