

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям



О.И.Чуприс

(подпись)

06.05.2018  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 6228 /уч.

### Компьютерное моделирование

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине  
для специальности второй ступени высшего образования

1-31 80 03 Математика

2018 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 81 03-2012 (24.08.2012 г., № 108) и учебных планов № № G31-257/уч., (26.05.2017), G31з-258/уч. (26.05.2017), G31-029/уч. (30.05.2012), G31з-148/уч. (07.04.2014),

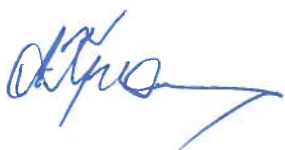
**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Волков В.М. профессор кафедры веб-технологий и компьютерного моделирования механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой веб-технологий и компьютерного моделирования механико-математического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 13.06.2018);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 16.06.2018).



В.М. Волков.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Компьютерное моделирование» относится к компоненту учреждения высшего образования цикла дисциплин специальной подготовки и предназначена для магистрантов 1 курса (2 семестр) очной и заочной форм обучения.

Целью дисциплины является углубленное изучение современных средств компьютерной математики для решения прикладных задач с использованием методов математического моделирования. Содержание дисциплины ориентировано на ознакомление и освоение пакетов расширений MATLAB, имеющих преимущественно математическую направленность (Curve Fitting, Symbolic Math, Partial Differential Equations, Fuzzy Logic, Parallel Computing и др).

Задачи дисциплины состоят в освоение техники компьютерного моделирования с использованием современных информационных технологий для анализа сложных математических моделей и включают:

- ознакомление с принципами построения и основными компонентами современных систем компьютерного моделирования;
- изучение функциональных возможностей современных систем компьютерной математики на примере пакетов расширения системы MATLAB;
- обучение технике построения и компьютерной реализации математических моделей для решения прикладных задач с использованием пакетов расширения системы MATLAB;

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных из следующих дисциплин: «Линейная алгебра», «Численные методы», «Математический анализ», «Уравнения математической физики» и «Компьютерная математика». Освоение навыков работы с системами компьютерного моделирования в качестве пользователя представляется важным с точки зрения развития умений практического использования математических знаний. Вместе с тем, ознакомление с системами такого рода является неотъемлемой составляющей в подготовке специалистов по разработке приложений в различных сферах компьютерного моделирования.

В результате изучения дисциплины «Компьютерное моделирование» магистрант должен:

**знать:**

- принципы построения и назначение основных компонент современных систем математического моделирования;
- математические формулировки задач и этапы построения математических моделей;
- области приложений и способы построения математических моделей на основе дифференциальных уравнений, методов оптимизации, методов цифровой обработке сигналов и нечеткой логики.

– назначение и функциональные возможности пакетов расширений системы MATLAB для компьютерного моделирования в различных областях знаний и инженерной практики;

*уметь:*

– сформулировать математическую постановку задачи и выбрать адекватные средства ее компьютерного анализа;

– использовать пакеты расширения системы MATLAB для решения задач математической физики, оптимизации, построения систем нечеткого логического вывода, цифровой обработки сигналов;

– интерпретировать результаты компьютерного моделирования и определять пути совершенствования математической модели.

– оценивать корректность результатов компьютерного моделирования;

*– владеть:*

– навыками практической работы с современными системами компьютерного моделирования;

– методами численных и символьных вычислений;

– приемами параллельного программирования ;

– приемами построения компьютерных моделей на основе методов оптимизации, уравнений математической физики, нечеткой логики, искусственных нейронных сетей;

Учебная дисциплина направлена на формирование следующих компетенций специалиста:

*академические:*

-АК-2. Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие постановку и решение задач научно-педагогической и учебно-методической, научно-исследовательской, научно-производственной, организационно-управленческой и инновационной деятельности.

-АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем.

-АК-4. Применять технические устройства и компьютеры, использовать базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач.

*социально-личностные:*

-СЛК-5. Формировать и аргументировать собственные суждения и профессиональную позицию.

*профессиональные:*

-ПК-2. Разрабатывать и использовать современное учебно-методическое обеспечение.

-ПК-8. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

-ПК-11. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

В соответствии с учебными планами специальности на изучение дисциплины отводится:

Форма обучения	Срок обучения, лет	Курс	Семестр	Экзамен семестр	Зачет семестр	Всего часов	В том числе ауд.	Из них	
								лекций	лабораторных занятий
дневная	1	1	2	2		112	34	18	16
заочная	1,5	1	2	2		112	20	10	10
дневная	2	1	2	2		180	46	18	28
заочная	2,5	1	2	2		180	14	6	8

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **ТЕМА 1. Системы компьютерного моделирования.**

Виды и основные компоненты систем компьютерного моделирования.

Обзор системы MATLAB как примера универсальной системы компьютерного моделирования для решения научных и инженерных задач. Приложение символьных вычислений в MATLAB

### **ТЕМА 2. Идентификация модели на основе методов оптимизации.**

Линейная регрессия. Задачи нелинейной подгонки. Приложение Curve fitting toolbox, подготовка данных, настройка метода и оценка адекватности модели. Optimization toolbox.

**ТЕМА 3. Моделирование линейных систем на основе методов цифровой обработки сигналов.** Понятие цифрового фильтра как универсальной модели линейных стационарных систем. Характеристики и расчет параметров цифровых фильтров. Приложение SPTool.

### **ТЕМА 4. Компьютерные средства моделирования на основе дифференциальных уравнений.**

Обыкновенные дифференциальные уравнения в моделировании динамических систем. Нелинейная динамика. Странный аттрактор.

**ТЕМА 5. Численный анализ дифференциальных краевых задач с использованием метода конечных элементов.** Постановка задач математической физики. Приложение PDETool. Построение геометрической модели, определение краевых условий и коэффициентов уравнения. Построение сетки и настройка параметров солвера. Визуализация результатов моделирования. Решение нелинейных и нестационарных задач, использование адаптивных сеток.

**ТЕМА 6. Методы компьютерного моделирования на основе аппарата нечеткой логики.** Нечеткие множества. Функции принадлежности и операции с ними. Системы нечеткого логического вывода как универсальные аппроксимирующие системы. Система нечеткого логического вывода Мамдани и Стено (приложение fuzzy).

**ТЕМА 7. Компьютерное моделирование с использованием гибридных нейронных сетей.** Понятие искусственного нейрона и нейронные сети. Функции возбуждения. Архитектура и классификация нейронных сетей. Обучение нейронных сетей. Гибридные нейронные сети. Приложение anfisedit.

**ТЕМА 8. Моделирование искусственного интеллекта.** Кластеризация и распознавание образов. Алгоритмы нечеткой логики в решении задач кластеризации. Обучение без учителя. Приложение clustering.

**ТЕМА 9. Компьютерное моделирование с использованием современных технологий параллельных вычислений.** Parallel computing toolbox, приемы параллельного программирования (parfor, spmd). Понятие о распределенных вычислениях. Технология GPGPU.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма обучения 2.5 года)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	Количество часов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Системы компьютерного моделирования.							[1,2,7]	Экспресс-опрос	
2	Идентификация моделей на основе методов оптимизации.	1			2			[1,5]	Отчет по лабораторной работе	
3	Моделирование линейных стационарных систем на основе методов цифровой обработки сигналов.							[3,4]	Экспресс-опрос	
4	Компьютерные средства моделирования на основе дифференциальных уравнений.	1						[1,2,4,6]	Экспресс-опрос	
5	Численный анализ дифференциальных краевых задач с использованием метода конечных элементов.	1			2			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
6	Методы компьютерного моделирования на основе аппарата нечеткой логики.	1			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
7	Компьютерное моделирование с использованием гибридных нейронных сетей	1			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
8	Моделирование искусственного интеллекта. Кластеризация и распознавание образов.	1						[1,7]	Экспресс-опрос	
9	Компьютерное моделирование с использованием современных технологий параллельных вычислений							[13,14]	Экспресс-опрос	
	<b>ВСЕГО ЧАСОВ</b>	<b>6</b>			<b>8</b>					

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (дневная форма обучения 2 года)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Количество часов УСП	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Системы компьютерного моделирования.	2			2			[1,2,7]	Экспресс-опрос	
2	Идентификация моделей на основе методов оптимизации.	2			4			[1,5]	Отчет по лабораторной работе	
3	Моделирование линейных стационарных систем на основе методов цифровой обработки сигналов.	2			2			[3,4]	Экспресс-опрос	
4	Компьютерные средства моделирования на основе дифференциальных уравнений.	2			2			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
5	Численный анализ дифференциальных краевых задач с использованием метода конечных элементов.	2			6			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
6	Методы компьютерного моделирования на основе аппарата нечеткой логики.	2			4			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
7	Компьютерное моделирование с использованием гибридных нейронных сетей	2			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
8	Моделирование искусственного интеллекта. Кластеризация и распознавание образов.	2			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
9	Компьютерное моделирование с использованием современных технологий параллельных вычислений	2			4			[13,14]	Отчет по лабораторной работе	
	<b>ВСЕГО ЧАСОВ</b>	<b>18</b>			<b>28</b>					



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма обучения 1.5 года)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	УСР	Количество часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Системы компьютерного моделирования.	1						[1,2,7]	Экспресс-опрос	
2	Идентификация моделей на основе методов оптимизации.	1			2			[1,5]	Отчет по лабораторной работе	
3	Моделирование линейных стационарных систем на основе методов цифровой обработки сигналов.	1						[3,4]	Экспресс-опрос	
4	Компьютерные средства моделирования на основе дифференциальных уравнений.	1			2			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
5	Численный анализ дифференциальных краевых задач с использованием метода конечных элементов.	2			2			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
6	Методы компьютерного моделирования на основе аппарата нечеткой логики.	1			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
7	Компьютерное моделирование с использованием гибридных нейронных сетей	1			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
8	Моделирование искусственного интеллекта. Кластеризация и распознавание образов.	1						[1,7]	Экспресс-опрос	
9	Компьютерное моделирование с использованием современных технологий параллельных вычислений	1						[13,14]	Экспресс-опрос	
	<b>ВСЕГО ЧАСОВ</b>	<b>10</b>			<b>10</b>					

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (дневная форма обучения 1 года)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Системы компьютерного моделирования.	2						[1,2,7]	Экспресс-опрос	
2	Идентификация моделей на основе методов оптимизации.	2			2			[1,5]	Отчет по лабораторной работе	
3	Моделирование линейных стационарных систем на основе методов цифровой обработки сигналов.	2			2			[3,4]	Экспресс-опрос	
4	Компьютерные средства моделирования на основе дифференциальных уравнений.	2			2			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
5	Численный анализ дифференциальных краевых задач с использованием метода конечных элементов.	2			2			[1,2,4,6]	Отчет по лабораторной работе	
6	Методы компьютерного моделирования на основе аппарата нечеткой логики.	2			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
7	Компьютерное моделирование с использованием гибридных нейронных сетей	2			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
8	Моделирование искусственного интеллекта. Кластеризация и распознавание образов.	2			2			[1,7]	Отчет по лабораторной работе	
9	Компьютерное моделирование с использованием современных технологий параллельных вычислений	2			2			[13,14]	Отчет по лабораторной работе	
	<b>ВСЕГО ЧАСОВ</b>	<b>18</b>			<b>16</b>					

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. Дьяконов В., Круглов В.В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. СПб., Питер, 2001.
2. Дьяконов В. П. MATLAB 6/6.1/6.5+ Simulink 4/5 в математике и моделировании. – Издательский дом "Солон-Пресс", 2005.
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. 3-е изд. – BHV-St. Petersburg, 2011..
4. Потемкин В. Г. Система инженерных и научных расчетов Matlab 5. х. Том 1,2 //М.: Диалог-МИФИ. – 1999.
5. Ануфриев И. MATLAB 7.0 (+ CD-ROM). Наиболее полное руководство //СПб.: БХВ-Петербург. – 2005.

#### Дополнительная литература

7. Ануфриев И. Е. Применение PDE Toolbox при изучении некоторых разделов вычислительной математики // Труды III научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB Санкт-Петербург, 2007 С. 42-56.
8. В.Потемкин. Вычисления в среде MATLAB. Диалог-МИФИ. 2004.
9. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М., Физматлит, 2001.
10. Егоренков Д. Л., Фрадков А. Л., Харламов В. Ю. Основы математического моделирования. Построение и анализ моделей с примерами на языке MATLAB //М.: Высш. шк. – 1998.
11. Васильев В. В., Симак Л. А., Рыбникова А. М. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK //Учебное пособие для студентов и аспирантов. Киев: НАН. Украины. – 2008.
12. Ануфриев И. Самоучитель MatLab 5.3/6.х. БХВ-Петербург. 2002.
13. [matlab.exponenta.ru/index.php](http://matlab.exponenta.ru/index.php)
14. [http://www.mathworks.com/products/parallel-computing/?s\\_tid=hp\\_fp\\_list](http://www.mathworks.com/products/parallel-computing/?s_tid=hp_fp_list)
15. <http://www.mathworks.com/mathematical-modeling/>

## **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Компьютерное моделирование» проводится преимущественно во время аудиторных занятий. Для диагностики используются:

- экспресс-опросы;
- отчеты по лабораторным работам.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

### **Методика формирования итоговой оценки**

Полученные студентом количественные результаты учитываются как составная часть итоговой оценки по дисциплине в рамках рейтинговой системы.

Итоговая оценка формируется на основе трех документов:

- 1) Правила проведения аттестации.
- 2) Положение о рейтинговой системе БГУ.
- 3) Критерии оценки студентов.



## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№п/ п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры веб-технологий и компьютерного моделирования (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой  
к. физ.-мат. наук, доцент

В.С. Романчик

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
канд. физ.-мат. наук, доцент

Д.Г. Медведев