

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе БГУ

_____ А. Д. Толстик
(подпись) (И.О. Фамилия)
_____ 28.01.2015
(дата утверждения)
Регистрационный № УД-1070/уч.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 80 03
(код специальности)

Математика
(наименование специальности)

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 03-2012 (24.08.2012) и учебного плана (регистрационный № G31-183/уч.; 09.06.2014) для специальности 1-31 80 03 Компьютерная математика и системный анализ.

СОСТАВИТЕЛИ:

Л.Л. Голубева, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

Н.Л. Щеглова, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета (протокол №10 от 23.04.2015);

Учебно-методической комиссией механико-математического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 26.05.2015).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В последнее время бурное развитие получило новое, актуальное научное направление – компьютерная математика. Дисциплина Компьютерная математика может быть определена как совокупность фундаментальных знаний, методов, практик, алгоритмических и компьютерных средств, предназначенных для эффективного решения всех видов задач математического содержания, с высокой степенью визуализации результатов на всех этапах исследований.

Возможны два подхода к решению задач компьютерными методами. Первый предполагает освоение пользователем азов алгоритмизации, изучение языков программирования, таких, как Бейсик, Паскаль, Фортран, СИ, а также освоение численных методов расчётов, методологий визуализации информации.

Второй подход заключается в использовании готовой математической среды для исследований: системы MathCAD, MATLAB, *Mathematica*, Maple, MuPAD, Derive, возможности их интеграции.

Системы компьютерной математики позволяют провести исследование проблемы, анализ и визуализацию данных, моделирование, тестирование, проверку существования решения, оптимизацию, документирование и оформление результатов. Они позволяют сосредоточить основное внимание на существе проблемы, оставляя в стороне технические вопросы классической математики, детали вычислительных методов и алгоритмических процедур, нюансы языков программирования и команд операционной системы.

Данная дисциплина является необходимой таких дисциплин учебного плана: «Современные проблемы математики», «Базисы Гребнера», «Дополнительные главы анализа».

Целью дисциплины «Компьютерная математика» является обучение навыкам и умениям проведения исследований в современных компьютерных математических средах.

В результате изучения дисциплины Компьютерная математика студент должен для каждой из современных компьютерных математических систем MATLAB, *Mathematica*

знать:

- идеологию и принципы работы в системе; инструментальные средства, элементы управления, интерфейс; структуры данных; особенности построения функций пользователя; возможности визуализации исследований;
- особенности языков программирования в среде каждого пакета;

уметь:

- применять современный математический аппарат в эффективной интеграции с инструментальными компьютерными математическими средствами;
- создавать и исследовать математические, компьютерные, имитационные модели различных уровней абстракции;
- разрабатывать и анализировать алгоритмы, методы и программные решения по тематике выполняемых исследований;

- квалифицированно применять языки программирования современных систем компьютерной математики;
- проводить анализ результатов исследований, строить информационные модели в средах современных математических пакетов;
- готовить материалы к публикации, в том числе в электронных изданиях, по тематике и результатам проводимых исследований;
- самостоятельно расширять компьютерные математические знания с дальнейшим их использованием при построении и анализе математических и компьютерных моделей широкого круга теоретических и прикладных задач.

владеть:

- методами и приемами построения моделей объектов, данных, процессов;
- методами исследований и решения проблем математического содержания с использованием математических компьютерных приложений.

Форма получения высшего образования очная (дневная).

Данная дисциплина является дисциплиной по выбору и рассчитана на два семестра.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом - 276 часов, из которых 90 аудиторных. По видам занятий аудиторные часы распределяются следующим образом: 38 часов лекционных и 52 часа лабораторных занятий.

Первый семестр состоит из 112 часов, из которых 36 - аудиторных, аудиторные часы состоят из 18 часов лекции, 18 – лабораторные занятия.

Второй семестр состоит из 164 часов, из которых 54 - аудиторных, аудиторные часы состоят из 20 часов лекции, 34 – лабораторные занятия.

Формой аттестации по учебной дисциплине в первом и втором семестрах является экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Компьютерная математика. Числовой пакет MATLAB

Тема 1.1. Назначение, характеристика и структура пакета MATLAB

Назначение и области применения системы MATLAB как высокоэффективной системы инженерных и научных расчетов. Операционная среда и язык программирования системы MATLAB. Концепция Пакетов Прикладных Программ. Сравнительная характеристика пакета MATLAB и других числовых и символьных математических пакетов. Структура пакета. Интерфейс системы.

Тема 1.2. Встроенные типы данных

Типы данных в MATLAB. Вектор, матрица, тензор. Операции с массивами. Операции конкатенации, индексации и формирования диапазона значений. Доступ к элементам и группе элементов массивов. Работа со строками и столбцами. Операции отношения и логические операции. Символьные массивы. Структуры и массивы структур. Массивы ячеек.

Тема 1.3. Элементы программирования

Управление вычислением. Операторы управления. Операторы ветвления. Операторы цикла. Обработка исключительных ситуаций.

Тема 1.4. Сценарии, функции, переменные

Понятие М-сценария и М-функции. Особенности сценария и функции. Синтаксис определения и вызова М-функций. Проверка входных параметров и выходных значений М-функций. Видимость имен переменных и имен функций. Локальные и глобальные переменные. Разработка и отладка М-функций.

Тема 1.5. ООП, классы и объекты

Принципы объектно-ориентированного программирования (ООП), реализуемые в системе MATLAB: инкапсуляция, одиночное и множественное наследование, агрегирование. Понятие класса и объекта. Основные правила определения класса и создания объекта.

Тема 1.6. Высокоуровневая и дескрипторная графика

Двумерная графика. Оформление графиков функций. Изменение свойств линий. Трехмерная графика. Положение камеры и графического объекта. Сохранение графических изображений. Дескрипторная графика Handle Graphics. Иерархия графических объектов. Функции создания и управления свойствами графических объектов.

Тема 1.7. Импорт и экспорт данных

Сохранение данных рабочего пространства. Файловый ввод-вывод. Обмен данными между MATLAB и другими файлами (верхний уровень).

Низкоуровневое управление файлами (нижний уровень). Работа с текстовыми файлами. Работа с графическими файлами.

Тема 1.8. Приложения с графическим интерфейсом пользователя

Понятие графического интерфейса пользователя. Графические элементы управления системы MATLAB. Специальные функции MATLAB для работы с графическими объектами. Интерактивное управление графическими объектами.

Тема 1.9. Вычисления в MATLAB

Исследование функций. Нахождение нулей функции $y=f(x)$. Нахождение нулей функции, заданной полиномом. Поиск локальных минимумов функций одной и двух переменных. Интерполяция одномерных данных полиномиальной функцией по методу наименьших квадратов. Сплайновая интерполяция функциями одной и двух переменных. *Задачи линейной алгебры.* Представление систем линейных уравнений в векторно-матричном виде. Решение систем ЛУ. Метод Крамера.

Раздел 2. Компьютерная математика. Символьный пакет Mathematica

Тема 2.1.

Структура символьных пакетов и сценарий работы

Назначение и структура символьных математических пакетов. Интерфейс. Сценарий работы. Сессия (Session) как объект работы Ядра (Kernel). Накопление знаний во время Сессии и хранение знаний между сессиями и сеансами работы с пакетом. Метафора записной книжки (Notebook). Ячейки (Cells) как основные обобщенные объекты Блокнотов. Основной цикл (In[xx] -> Out[xx]), протокол MathLink работы пакета.

Тема 2.2.

Выражение как основная структура данных

Рекурсивное определение выражения. Анализ структуры выражения. Типы выражений. Атомарные объекты. Функции-конверторы типов выражений. Список как наиболее используемое выражение. Встроенные функции для работы со списками.

Тема 2.3.

Образцы: классификация, построение, применение

Образец (Patterns) как метавыражение. Основные правила записи. Описание различных множеств выражений посредством использования образцов. Образцы, соответствующие условию. Образцы, содержащие альтернативу. Установка значений образцов по умолчанию. Образцы, допускающие повторение выражений. Построение функции пользователя.

Тема 2.4.

Графика. Визуализация исследований

Базовые функции двумерной и трехмерной графики. Режимы вычисления графических функций. Графические примитивы. Специализированные графические пакеты.

Тема 2.5.

Функциональный стиль программирования

Чистые и анонимные функции. Оператор Apply и семейство операторов Map. Возможности последовательного применения функций (Nest, Fold, FixedPoint). Рекурсивное задание функций.

Тема 2.6.

Программирование, основанное на правилах преобразований

Виды правил преобразований. Глобальные правила преобразований. Функции семейства Set. Механизм верхних и нижних значений символа. Программирование, основанное на правилах локальных преобразований. Функции семейства Replace. Использование образцов в правилах преобразований. Подстановки.

Тема 2.7.

Порядок вычисления выражений

Роль символа в процессе вычислений. Предопределенные константы. Атрибуты, или свойства символа. Опции, или режимы выполнения функций. Глобальные определения правил преобразований.

Стандартный процесс вычисления выражения. Выражения, вычисляемые нестандартно. Изменение стандартного порядка вычисления выражения. Конструкции, управляющие ходом вычисления, операторы ветвления и операторы повторения (If, Which, Switch, Cases, While, For, Break, Continue, Return, Do, Table, Sum). Управляемый выход (Catch-Throw).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Компьютерная математика. Числовой пакет MATLAB	18			18			
1.1	Назначение, характеристика и структура пакета MATLAB.	2			2			Собеседование
1.2	Встроенные типы данных.	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.3	Элементы программирования.	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.4	Сценарии, функции, переменные.	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.5	ООП, классы и объекты.	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.6	Высокоуровневая и дескрипторная графика.	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе

1.7	Импорт и экспорт данных.	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.8	Приложения с графическим интерфейсом пользователя.	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.9	Вычисления в MATLAB.	2			2			Контрольные опросы
2.	<i>Компьютерная математика. Символьный пакет Mathematica</i>	20			34			
2.1	Структура символьных пакетов и сценарий работы	2			2			Собеседование
2.2	Выражение как основная структура данных	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе
2.3	Образцы: классификация, построение, применение	2			6			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
2.4	Графика. Визуализация исследований	4			6			Контрольные опросы
2.5	Функциональный стиль программирования	4			6			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
2.6	Программирование, основанное на правилах преобразований	4			6			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
2.7	Порядок вычисления выражений	2			4			Контрольные опросы
	Итого:	38			52			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Автоматизированное рабочее место математика: курс лекций / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. Минск: БГУ, 2008. 139 с.
2. *Никулин Е.А.* Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. СПб, БХВ – Петербург, 2003.
3. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: курс лекций / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. Минск: БГУ, 2005. 103 с.
4. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: лаб. практикум. В 2 ч. Ч 1. / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. Минск: БГУ, 2012. 235 с.
5. *Maeder, R.* Computer Science with *Mathematica*: Theory and Practice for Science, Mathematics, and Engineering / R. Maeder. Cambridge Univ Pr, 2006. 389 с.
6. *Lynch, S.* Dynamical Systems with Application using *Mathematica* / S. Lynch. Birkhäuser Boston, 2007. 499 с.
7. *Wickham-Jones, T.* *Mathematica* Graphics. Techniques & Applications / T. Wickham-Jones. Springer Verlag New York Berlin Heidelberg, 1994, XIV, 721 p.
8. *Sal Mangano.* *Mathematica* Cookbook / Sal Mangano. O'Reilly Media, 2010. 832 с.
9. *Wolfram, S.* *Mathematica* book: 5 ed. / S. Wolfram. Wolfram, 2003. 1301с.
10. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Числовой пакет МАТЛАВ: курс лекций / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. Минск: БГУ, 2007. 164 с.
11. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Числовой пакет МАТЛАВ: лабораторный практикум / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. Минск: БГУ, 2008. 171 с.
12. *Ануфриев, И. Е.* Самоучитель МАТЛАВ 5.3/6.x / И. Е. Ануфриев. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 736 с.
13. *Потемкин, В. Г.* Система МАТЛАВ 5 для студентов / В. Г. Потемкин. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1998. 314 с.
14. *Потемкин, В. Г.* Система инженерных и научных расчетов МАТЛАВ 5.x: в 2 т. / В. Г. Потемкин. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. Т. 1., Т.2.
15. THE MATHWORKS: Getting Started with MATLAB. The MathWorks Inc., Online: getstart.pdf

Дополнительная:

1. *Кушниренко, А.Г.* Программирование для математиков: Учеб. пособие. / Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В. – М.: Наука, Гл. ред. физ. -мат. лит., 1988. 384 с.
2. *Воробьев, Е. М.* Введение в систему "Математика": Учеб. пособие. М: Финансы и статистика, 1998. 262 с.
3. *Gräbe, H.-G. Mathematica 6, Bafög-Ausgabe. Einführung, Grundlagen, Beispiele* / H.-G. Gräbe, M. Kofler. München, Pearson Studium, 2007. 496 с.
4. *Амелькин, В. В.* Дифференциальные уравнения в приложениях. 2-е изд., доп. / В. В. Амелькин. М.: Едиториал УРСС, 2003. 208 с.
5. *Бенькович, Е. С.* Практическое моделирование динамических систем / Е. С. Бенькович, Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 464с.
6. *Черных, И. В.* SIMULINK: среда создания инженерных приложений / И. В. Черных. М.: Диалог-МИФИ, 2003. 496 с.
7. *Angermann, A.* MATLAB – Simulink – Stateflow. Grundlagen, Toolboxen, Beispiele / A. Angermann, M. Beuschel, M. Rau, U. Wohlfarth. Oldenburg Verlag München Wien, 2007. 495 с.
8. *Adam, S.* MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen / S. Adam. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006. 462 с.
9. *Attaway, S.* MATLAB: a practical introduction to programming and problem solving / S. Attaway. Elsevier, 2009. 452 с.
10. *Hanselman, D.* Mastering MATLAB / D. Hanselman, B. Littlefield. Pearson Educational, Inc, 2005. 852 с.

**РЕКОМЕНДУЕМОЕ
УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Для проведения занятий требуются следующее программное обеспечение: операционная система MS Windows, MS Office, *Mathematica*, MATLAB.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Контроль работы магистранта проходит в форме собеседования, контрольной работы в аудитории или над выполнением лабораторных работ в лаборатории и самостоятельно вне аудитории с предоставлением отчета по лабораторным работам с его устной защитой. Задания к контрольным и лабораторным работам составляются согласно содержанию учебного материала.

Для совершенствования педагогического мастерства и способностей учиться самостоятельно магистрантам могут выдаваться темы докладов, с которыми они выступают на занятиях.

Во время самостоятельной работы магистрант выполняет задания, полученные на лабораторных занятиях, а также изучает рекомендуемую литературу.

Экзамены по дисциплине проходят в устной или письменной форме.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Математические основы защиты информации	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 10 от 23.04.2015)
Базисы Грёбнера	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 10 от 23.04.2015)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
 _____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
 (название кафедры)

Заведующий кафедрой

 (ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)