

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О. И. Чуприс

5 июля 2018

Регистрационный № УД- 6100 /уч.

«Система Mathematica»

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине специализации
для специальностей:

**1-31 03 03-01 Прикладная математика
(научно-производственная деятельность)**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013;

учебного плана № G31-173/уч. (дневная форма обучения) от 30.05.2013;

учебного плана G31и-190/уч. (дневная форма обучения) от 30.05.2013

по специальности 1-31 03 03-01 «Прикладная математика (научно-производственная деятельность)»

СОСТАВИТЕЛИ:

К. В. Василевский, доцент кафедры компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 24.04.2018);

Учебно-методической комиссией факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 03.05.2018);



Пояснительная записка

Дисциплина специализации "Система Mathematica" является дисциплиной цикла дисциплин специализации. Она посвящена построению, исследованию математических и компьютерных моделей с помощью систем компьютерной алгебры. Методы, применяемые при построении и исследовании математических моделей, являются преимущественно математическими и в значительной степени опираются на дисциплины "Математический анализ", "Методы численного анализа", "Уравнения математической физики".

В результате изучения данной дисциплины студенты должны получить навыки построения и исследования математических и компьютерных моделей реальных (в первую очередь физических) процессов с использованием системы компьютерной алгебры Wolfram Mathematica.

Цель учебной дисциплины специализации «Система Mathematica»: подготовка специалистов, обладающих знаниями и умениями в областях математического и компьютерного моделирования, а именно имеющих навыки решения исследовательских задач в системах компьютерной алгебры.

Образовательная цель: формирование составной части банка знаний, а также соответствующих навыков и умений, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

Развивающая цель: формирование у студентов основ математического мышления, изучение способов построения компьютерных моделей в системе «Mathematica».

Основные задачи, решаемые при изучении учебной дисциплины специализации «Система Mathematica»:

- обучение методам компьютерного моделирования с помощью системы «Mathematica»;
- приобретение способностей самостоятельно расширять компьютерные математические знания с дальнейшим их использованием при анализе математических моделей широкого круга прикладных задач.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- идеологию и основные методы работы с системой «Mathematica»;
- основы компьютерного моделирования, методы построения математических и компьютерных моделей в системе «Mathematica»;

уметь:

- применять специализированные программные средства для построения моделей процессов, данных, объектов;
- проводить научные исследования в области математики, математических методов системной интеграции для решения научных, народнохозяйственных и др. задач;

владеть:

- методами компьютерного моделирования в системе «Mathematica»;

- навыками самообразования и способами использования системы «Mathematica» для проведения математических и междисциплинарных исследований.

Требования к академическим компетенциям специалиста.

Специалист должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

Научно-исследовательская деятельность

ПК-1. Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.

ПК-2. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области прикладной математики.

ПК-3. Быстро адаптироваться к новым теоретическим и научным достижениям в области прикладной математики.

ПК-5. Владеть современными методами математического моделирования систем и процессов, участвовать в исследованиях новых методов и технологий.

ПК-7. Разрабатывать, анализировать и оптимизировать алгоритмы исследования математических моделей естественнонаучных, производственных и социально-экономических задач.

Учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 132 учебных часа, в том числе 34 аудиторных часов: лекции – 30 часов, УСП – 4 часа. Занятия проводятся в 5 семестре на 3 курсе. Форма текущей аттестации – зачет в 5 семестре. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3,5 зачётных единиц.

Содержание учебного материала

Тема 1. Введение в систему «Mathematica». Классы данных в «Mathematica»

Общие понятия о системах компьютерной алгебры. Назначение системы Mathematica. Сценарий работы. Структура пакета. Сессия (Session) как объект работы Ядра (Kernel). Накопление знаний во время сессии и хранение знаний между сессиями и сеансами работы с пакетом. Понятие блокнота (Notebook). Ячейки (Cells) как основные обобщенные объекты Блокнотов. Основной цикл (In[xx]->Out[xx]), протокол MathLink работы пакета. Выражение как основная структура данных. Анализ структуры выражения. Типы выражений. Атомарные объекты. Функции-конверторы типов выражений.

Тема 2. Работа со списками в системе «Mathematica».

Создание списков. Функции Table, Array, Range. Выявление структуры списков. Длина списков. Проверка списков на содержание тех или иных выражений. Части списков. Преобразования списков. Добавление элементов в список. Удаление элементов из списка. Сортировка. Операции с разно-уровневыми списками. Глубина списков. Шаблоны в списках.

Тема 3. Операции с числами в «Mathematica»

Типы численных данных Integer, Rational, Real, Complex. Системы счисления. Двоичная, десятичная и шестнадцатеричная системы счисления в Mathematica. Операции со случайными числами в Mathematica. Разрядность и точность. Функции Precision и Accuracy. Массивы чисел – разреженные и уплотнённые. Округление чисел.

Тема 4. Символьные вычисления в «Mathematica».

Преобразования выражений. Работа с полиномами. Раскрытие скобок. Функции Expand, ExpandAll, FunctionExpand, PowerExpand. Разложение полиномов на множители и вынесение общего множителя за скобки. Функция Factor. Нахождение НОД и НОК полиномов. Деление полиномов – получение частного и остатка от деления. Операции с дробными выражениями. Приведение к общему знаменателю. Разложение дробей на сумму простых дробей.

Тема 5. Операции математического анализа в «Mathematica».

Вычисление производных и частных производных. Вычисление градиента, дивергенции, лапласиана. Вычисление дифференциала. Основы построения графиков функций с помощью функции Plot. Вычисление интегралов в Mathematica. Разложение функций в степенные ряды Тейлора и Фурье в Mathematica. Вычисление сумм и произведений в Mathematica. Преобразование Фурье. Вычисление пределов в Mathematica. Нахождение максимумов и минимумов в Mathematica.

Тема 6. Решение уравнений и систем уравнений в «Mathematica».

Нахождение символьных решений алгебраических и трансцендентных уравнений в системе Mathematica. Нахождение численных решений алгебраических и трансцендентных уравнений. Нахождение символьных решений дифференциальных уравнений. Нахождение численных решений дифференциальных уравнений. Нахождение решений рекуррентных уравнений.

Тема 7. Функциональное программирование в «Mathematica».

Функции для управления выражениями Map и Apply. Суперпозиция функций. Использование итерационных функций. Определение пользовательских функций. Задание чистых функций. Вспомогательные функции.

Тема 8. Программирование, основанное на правилах преобразования в системе «Mathematica».

Глобальные правила преобразования. Атрибут Protected. Локальные правила преобразования. Порядок вычисления выражений, содержащих локальные правила преобразования. Шаблоны. Функции MatchQ и Cases.

Тема 9. Процедурное программирование в «Mathematica».

Функции, действующие в качестве условных операторов, If, Which, Switch. Задания кусочных функций. Повторения и циклы. Функции прерывания и продолжения циклов. Функции безусловного перехода в циклах.

Тема 10. Функции и присваивание значений в «Mathematica».

Моментальное присваивание значений. Присваивание значений с задержкой. Различия между операциями "=" и ":=". Очищение переменных. Функция Clear.

Тема 11. Решение задач Коши для уравнений в частных производных в «Mathematica».

Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными с помощью Mathematica. Символьное решение уравнений в частных производных в Mathematica. Численное решение уравнений в частных производных в Mathematica.

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	Введение в систему «Mathematica». Классы данных в «Mathematica»	2						Устный опрос
2	Работа со списками в системе «Mathematica».	2						Устный опрос
3	Операции с числами в «Mathematica»	2						Устный опрос
4	Символьные вычисления в «Mathematica».	4						Устный опрос
5	Операции математического анализа в «Mathematica»	4						Устный опрос
6	Решение уравнений и систем уравнений в «Mathematica»	2					2	Коллоквиум
7	Функциональное программирование в «Mathematica»	4						Устный опрос
8	Программирование, основанное на правилах преобразования в системе «Mathematica»	4						Устный опрос
9	Процедурное программирование в «Mathematica»	2						Устный опрос
10	Функции и присвоение значений в «Mathematica»	2						Устный опрос
11	Решение задач Коши для уравнений в частных производных в «Mathematica»	2					2	Контрольная работа
ИТОГО		30					4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977. – 736 с.
2. Ерофеев В.Т., Козловская И.С. Основы математического моделирования: курс лекций. – Мн.: БГУ, 2002. – 195 с.
3. Ерофеев В. Т., Козловская И. С. Уравнения с частными производными с приложениями в экономике. – Мн.: БГУ, 2001.
4. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – М.: Наука, 1997.
5. Матвеев А. Н. Электродинамика. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. – М.: Мир, 1983.
7. Ильинский А. С, Кравцов В. В., Свешников А. Г. Математические модели электродинамики. – М.: Высш. шк., 1991.
8. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики/ В.С. Владимиров. – 2-е изд., стер. – М.: МАИК "Наука", 2000.
9. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики/ В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. – М.: Физматлит, 2003.
10. В. П. Дьяконов. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 624 с.
11. S. Wolfram. The Mathematica book. – 5 ed.: Cambridge, University Press.
12. Дезин, А.А. Общие вопросы теории граничных задач/ А.А. Дезин. –М.: Мир, 1980.
13. В.П. Дьяконов. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 624 с.
14. S. Wolfram. The Mathematica book. – 5 ed.: Cambridge, University Press.
15. Кулешов А. А. Уравнения математической физики в системе Mathematica. – Минск. БГУ. 2004. – 294 с.
16. Морозов А. А., Таранчук В. Б. Программирование задач численного анализа в системе Mathematica: Учеб. Пособие. – Мн.: БГПУ, 2005. – 145 с.

Дополнительная Литература

1. Ерофеев В. Т. Теоремы сложения. – Мн.: Наука и техника, 1989
2. Аполлонский С. М., Ерофеев В. Т. Эквивалентные граничные условия в электродинамике. – СПб.: Безопасность, 1999

3. Харин Ю. С., Малюгин В. И., Кирлица В. П., Лобач В. И., Хацкевич Г. А. Основы имитационного и статистического моделирования. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997.
4. Шапиро А. П., Луппов С. П. Рекуррентные уравнения в теории популяционной биологии. – М.: Наука, 1983.
5. Моисеев, Н. П. Модели экологии и эволюции. М.: Знание, 1983.
6. Самарский, А.А. Теория разностных схем/ А.А. Самарский. – М.: Наука, 1989.
7. Самарский, А.А. Введение в численные методы/ А.А. Самарский. – М.: Наука, 1987.
8. Самарский, А.А. Численные методы/А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука, 1989.
9. Wolfram Demonstrations Project [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://demonstrations.wolfram.com>. – Дата доступа: 18.01.2015.
10. Таранчук В. Б. Основы работы с блокнотами Mathematica: учеб. материалы для студентов фак. Прикладной математики и информатики. – Минск: БГУ, 2015. – 52 с.

Примерный перечень заданий на УСР.

Тема 6. «Решение уравнений и систем уравнений в Mathematica». По данной теме с обучаемыми проводится коллоквиум.

Задание 1. Решить систему алгебраических уравнений средствами системы Mathematica и численно с заданной погрешностью.

Задание 2. Решить систему дифференциальных уравнений средствами системы Mathematica и численно с заданной погрешностью.

Тема 11. «Решение задач Коши для уравнений в частных производных в Mathematica». По данной теме обучаемыми выполняется контрольная работа.

Задание 1. Решить задачу Коши для уравнения Пуассона средствами системы Mathematica и численно с заданной погрешностью.

Задание 2. Решить задачу Коши для уравнения колебаний струны средствами системы Mathematica и численно с заданной погрешностью.

Задание 3. Решить задачу Коши для уравнения теплопроводности средствами системы Mathematica и численно с заданной погрешностью.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов 1 степени высшего образования по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, мето-

дические указания к лабораторным занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т. ч. вопросы для подготовки к зачёту, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Устная форма

- Устные опросы
- Проведение коллоквиума «Система Mathematica».

Письменная форма

- Контрольная работа.

Методика формирования итоговой оценки

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Математическое моделирование» учебным планом предусмотрен зачет.

Для общей оценки качества усвоения студентами 1 степени высшего образования учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы. Рейтинговая оценка, дает возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения и предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний. Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку:

- 1) контрольная работа – 0.7;
- 2) коллоквиум – 0.3.

Текущая аттестация проводится в соответствии с постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53 «Об утверждении правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования»; «Положением о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине», утверждённым приказом ректора БГУ № 382-ОД от 18.08.2015 г.; критериями оценки и определения уровня знаний и компетенций (письмо Министерства образования Республики Беларусь № 21-04-01/105 от 22.12.2003 г.).

**ПРОТОКОЛ
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Математическое моделирование	Компьютерных технологий и систем	Нет	Изменения не требуются Протокол № 9 от 24.04.2018
Компьютерный сервис вычислительного эксперимента	Компьютерных технологий и систем	Нет	Изменения не требуются Протокол № 9 от 24.04.2018
Уравнения математической физики	Компьютерных технологий и систем	Нет	Изменения не требуются Протокол № 9 от 24.04.2018

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на 20__/20__ учебный год

№п/ п	Дополнения и изменения	Основание

Типовая учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры компьютерных технологий и систем (протокол № __ от __.__.20__ г.)

Заведующий кафедрой
д. т. наук, профессор

А. М. Недзьведь

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

П. А. Мандрик