

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

Кафедра Информационных и управляющих систем

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Пакеты прикладных программ

Основной образовательной программы по специальности

230102 – Автоматизированные системы обработки информации и управления

Благовещенск, 2012 г.

УМКД разработан кандидатом физико-математических наук, доцентом Ереминым Ильей Евгеньевичем

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «12» января 2012 г. № 6

Зав. кафедрой _____ / _____ /

УТВЕРЖДЕН

Протокол заседания УМСС 230102.65 – Автоматизированные системы обработки информации и управления

от «09» января 2012 г. № 3

Председатель УМСС _____ / _____ /

Рабочая программа

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: ознакомить обучаемых с базовыми возможностями современного программного обеспечения, предназначенного для автоматизации вычислений. Сформировать единую систему знаний, дающую возможность более результативно использовать ЭВМ при проведении прикладных расчетов.

Задачи дисциплины: обучаемые должны приобрести устойчивые навыки и умения, позволяющие эффективно автоматизировать решение различных типовых задач из ряда прикладных научных областей с помощью нескольких программных продуктов, предназначенных для выполнения математических расчетов, а также типовых офисных приложений операционной системы;

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина по выбору относится к циклу ОПД В 1.1 Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация (степень) «инженер»).

Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения дисциплин естественнонаучного цикла - математический анализ и теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы, информатика, вычислительная математика, физика, алгоритмические языки и программирование.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения данной дисциплины необходимы для успешного освоения базовых и вариативных дисциплин математического и естественнонаучного, а также общепрофессионального циклов государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация (степень) «инженер»). Знание основ данной дисциплины необходимо для дипломного проектирования и прохождения всех видов практик.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать: пакеты прикладных программ.
- 2) Уметь: эффективно автоматизировать решение различных типовых задач из ряда прикладных научных областей с помощью нескольких программных продуктов.
- 3) Владеть: системой знаний, дающей возможность результативно использовать ЭВМ для расчета прикладных задач.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 84 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации

				Ле к	Пр	Ла б	Са м	
1	Введение. Общая характеристика ППП	6	1	2	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
2	Прямое выполнение вычислений и преобразований	6	2	2	0	0	2	Отчет по лабораторной работе
3	Решение алгебраических уравнений и систем	6	3-4	4	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
4	Графические и анимационные возможности	6	5-6	4	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
5	Программирование на макроязыке среды	6	7-8	4	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
6	Решение дифференциальных уравнений	6	9-10	4	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
7	Аппроксимация исходных зависимостей вида $f(x)$	6	11-12	4	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
8	Системный интегратор MathConnex	6	13-14	4	0	2	2	Отчет по лабораторной работе
9	Этапы автоматизации решения прикладной задачи	6	15-17	6	0	4	2	Отчет по лабораторной работе
10	Жизненный цикл программного продукта	6	18	2	0	0	2	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация	6	17-18	0	0	0	10	Зачет
	Всего по разделам			36	0	18	30	

5 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Лекции

5.1.1 Раздел 1. Введение. Общая характеристика ППП

Табличные процессоры; пакеты автоматизации математических расчетов; общая структура, специализация и возможности математических пакетов.

5.1.2 Раздел 2. Прямое выполнение вычислений и преобразований

Дифференцирование и интегрирование функций; нахождение пределов; символьные преобразования выражений.

5.1.3 Раздел 3. Решение алгебраических уравнений и систем

Встроенные операторы и расчетные модули; векторно-матричное решение СЛАУ; аналитическое решение уравнений и систем.

5.1.4 Раздел 4. Графические и анимационные возможности

Задание функций и аргументов; определение областей и стилей вывода графиков; построения полярных и трехмерных графиков; оформление графиков; анимация изображений

5.1.5 Раздел 5. Программирование на макроязыке среды

Средства программирования пакета MathCAD; наиболее распространенные конструкции процедурного программирования

5.1.6 Раздел 6. Решение дифференциальных уравнений

Особенности использования соответствующих встроенных функций пакета MathCAD; использование возможностей встроенных библиотек Maple и MatLAB

5.1.7 Раздел 7. Аппроксимация исходных зависимостей вида $f(x)$

Кусочно-линейная аппроксимация; сплайновая аппроксимация; полиномиальная аппроксимация

5.1.8 Раздел 8. Системный интегратор MathConnex

Понятие и назначение системного интегратора; особенности использования приложения MathConnex

5.1.9 Раздел 9. Этапы автоматизации решения прикладной задачи

Формулировка задачи и детализация исходных данных; физическая интерпретация и формализация математического описания задачи; осуществление программной реализации

5.1.10 Раздел 10. Жизненный цикл программного продукта

Понятие жизненного цикла программного продукта; содержание отдельных этапов разработки программного продукта

5.2 Лабораторные занятия

- 1.3.1. 5.2.1 Вводное лабораторное занятие: знакомство со справочными системами и информационными ресурсами MathCAD, а также примерами решения задач – 2 ч.
- 1.3.2. 5.2.2 Лабораторная работа 1. Преобразование и вычисление функций: использование возможностей MathCAD при нахождении символьного и численного решений для функциональных зависимостей в режиме прямых вычислений – 2 ч.
- 1.3.3. 5.2.3 Лабораторная работа 2. Расчет реакций опор нагруженной балки: решение систем линейных алгебраических уравнений; использование графических возможностей MathCAD при исследовании функциональных зависимостей – 2 ч.
- 1.3.4. 5.2.4 Лабораторная работа 3. Моделирование траектории полета тела: реализация анимационных возможностей графического редактора MathCAD; нахождение оптимального решения – 2 ч.
- 1.3.5. 5.2.5 Лабораторная работа 4. Моделирование характеристик работы нагревательного устройства с терморегулятором: программирование в среде MathCAD; использование операторов решения обыкновенных дифференциальных уравнений – 2 ч.
- 1.3.6. 5.2.6 Лабораторная работа 5. Обработка данных физического эксперимента: использование возможностей MathCAD для аппроксимации данных – 2 ч.
- 1.3.7. 5.2.7 Лабораторная работа 6. Имитационное моделирование вещественной частотной характеристики комплексной диэлектрической проницаемости композиционного материала в области электронной поляризации: совместное использование возможностей нескольких программных приложений для автоматизации решения прикладной задачи с помощью интегратора MathConnex – 4 ч.
- 1.3.8. 5.2.8 Итоговое лабораторное занятие: систематизация практических навыков, полученных в рамках изучаемой дисциплины – 2 ч.

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Введение. Общая характеристика ППП	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
2	Прямое выполнение вычислений и преобразований	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
3	Решение алгебраических уравнений и систем	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
4	Графические и анимационные возможности	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2

5	Программирование на макроязыке среды	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
6	Решение дифференциальных уравнений	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
7	Аппроксимация исходных зависимостей вида $f(x)$	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
8	Системный интегратор MathConnex	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
9	Этапы автоматизации решения прикладной задачи	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
10	Жизненный цикл программного продукта	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета	2
	Промежуточная аттестация	Подготовка к зачету	10

7 МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ

Для дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация (степень) «инженер») компетенции отсутствуют.

8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- лабораторные (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций по темам домашних работ);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме согласно требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация «инженер») должен составлять не менее 18 часов аудиторных занятий:

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма (вид) образовательных технологий	Количество часов
1	Введение. Общая характеристика ППП	Мультимедиа лекции	2
2	Прямое выполнение вычислений и преобразований	Мультимедиа лекции	2
3	Решение алгебраических уравнений и систем	Мультимедиа лекции	4
4	Графические и анимационные возможности	Мультимедиа лекции	4
5	Программирование на макроязыке среды	Мультимедиа лекции	4
6	Решение дифференциальных уравнений	Мультимедиа лекции	4
7	Аппроксимация исходных зависимостей вида $f(x)$	Мультимедиа лекции	4
8	Системный интегратор MathConnex	Мультимедиа лекции	4
9	Этапы автоматизации решения прикладной задачи	Мультимедиа лекции	6
10	Жизненный цикл программного продукта	Мультимедиа лекции	2
	Всего по разделам		36

9 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

9.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

9.1.1 Индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ

9.1.2 Индивидуальные задания для выполнения отчетов

9.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации

9.2.1 Вопросы к зачету

1. Понятие и назначение пакетов прикладных программ.
2. Программные средства автоматизации вычислений.
3. Табличные процессоры.
4. Математические пакеты.
5. Структура и характеристика элементов математических пакетов.
6. Особенности использования встроенных библиотек.
7. Специализация математических пакетов.
8. Базовые возможности математических пакетов.
9. Встроенные блоки для решения систем уравнений.
10. Графические возможности математических пакетов.
11. Средства программирования математических пакетов.
12. Средства решения дифференциальных уравнений.

13. Понятие и назначение системного интегратора.
14. Этапы автоматизации решения прикладной задачи.
15. Жизненный цикл программного продукта

9.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

- #### 9.3.1 Карточки с заданиями и методическими указаниями по выполнению лабораторных работ

10 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

- 10.1 Информатика. Базовый курс : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ/ под ред. С. В. Симоновича. -2-е изд.. -М.: Питер Пресс, 2009. -640 с.:а-рис.
- 10.2 Информатика. Общий курс : учеб.: доп. УМО/ А. Н. Гуда [и др.] ; под ред. В. И. Колесникова. -2-е изд.. -М.: Дашков и К; Ростов н/Д: Наука и Пресс, 2008. -400 с.:а-рис.

б) дополнительная литература:

- 10.3 Кривилев А. В. Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB : учеб. пособие/ А. В. Кривилев. -М.: Лекс-Книга, 2005. -485 [8] с.:а-рис
- 10.4 Фуфаев Э.В. Пакеты прикладных программ : учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ/ Э. В. Фуфаев, Л. И. Фуфаева. -М.: Академия, 2004. -352 с.:а-рис.

в) периодические издания:

- 10.5 Информационные системы и технологии

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Свободно распространяемое программное обеспечение

№ п/п	Наименование ресурса	Характеристика
1	see http://www.iqlib.ru	Интернет библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.
2	http://www.intuit.ru	Интернет-университет информационных технологий, в котором вобраны электронные и видео-курсы по отраслям знаний
3	http://amursu.ru	Сайт АмГУ, Библиотека – электронная библиотека АмГУ
4	http://www.biblioclub.ru	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека – online»: специализируется на учебных материалах для ВУЗов по научно-гуманитарной тематике, а так же содержит материалы по точным и естественным наукам

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- 11.1 Лекционная аудитория (331, 321 А), оборудованная мультимедийными средствами

12 РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Семестровый модуль дисциплины						
№ п/ п	Раздел дисциплины	Виды контроля	Сроки выполне- ния (недели)	Макси- мальное кол-во баллов	посеще- ние, актив- ность на занятиях	Макси- мальное кол-во баллов за модуль
1	Введение. Общая характери- стика ППП	ЛР № 1 ЛР № 2	1 -2	8	2	10
2	Прямое выполнение вычис- лений и преобразований					
3	Решение алгебраических уравнений и систем	ЛР № 3	3 - 4	8	2	10
4	Графические и анимацион- ные возможности	ЛР № 4	5 - 6	8	2	10
5	Программирование на мак- роязыке среды	ЛР № 5 ЛР № 6	7- 10	8	2	10
6	Решение дифференциальных уравнений					
7	Аппроксимация исходных зависимостей вида $f(x)$	ЛР № 7	11 - 12	4	1	5
8	Системный интегратор MathConnex	ЛР № 8	13 - 17	8	2	10
9	Этапы автоматизации реше- ния прикладной задачи					
10	Жизненный цикл программ- ного продукта	ЛР № 9	18	4	1	5
	Промежуточная аттестация	зачет	18	5	0	40
Итого						100

Лабораторные работы

Предлагаемый курс лабораторных работ направлен на формирование навыков обучаемых при автоматизации решения инженерно-физических задач из ряда областей, в частности – статики, кинематики, термодинамики, обработки данных эксперимента и физики диэлектриков. Все лабораторные работы выполняется с привлечением возможностей различных математических пакетов при одних и тех же исходных данных решаемой задачи, что позволяет студенту независимо оценить достоинства и недостатки каждого из изучаемых программных средств.

Практикум содержит вопросы текущего контроля знаний, а также учебные задания для выполнения вводного лабораторного занятия и шести лабораторных работ. Основу программного обеспечения составляют математические пакеты *MathCAD 2000 Professional*, *Maple V* и *MatLAB 5.2*.

ВВОДНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема. Справочные системы и информационные ресурсы математических пакетов.

Цель. Ознакомление с наполнением встроенных электронных справочников и примерами решения задач.

Задание 1

1. Активизируйте программную среду *MathCAD 2000 Professional*.
2. Войдите в позицию *Help (?)* главного меню и выберите команду *Центр Ресурсов (Resource Center)* или запустите его с помощью соответствующей пиктограммы на инструментальной панели. В появившемся окне центра информационных ресурсов войдите в раздел *Справочный стол и краткое руководство (QuickSheets and Reference Tables)*.
3. Просмотрите примеры использования возможностей *MathCAD* при решении задач, приведенные в подразделе *Шпаргалки (QuickSheets)*.
4. Активизируйте подраздел *Справочный стол (Reference Tables)*. Ознакомьтесь с составом представленных в справочнике сведений.
5. Запустите системный интегратор *MathConnex*. Найдите папку *Samples (Примеры)* и откройте в ней директорию *MathConnex*. Просмотрите примеры использования возможностей системного интегратора *MathConnex*.

Задание 2

1. Активизируйте среду пакета символьных вычислений *Maple V*.
2. Войдите в позицию *Help (Помощь)* главного меню, выберите команду *Contents (Содержание)*. В появившемся окне встроенного справочника просмотрите интересные разделы.

Задание 3

1. Активизируйте программную среду пакета *MatLAB 5.2*.
2. Загрузите демонстрационные файлы, отражающие особенности работы в системе, с помощью команды *demo* (*Примеры и демонстрации*).
3. Просмотрите содержание *Окна помощи (helpwin)* и *Стола помощи (helpdesk)*.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема. Преобразование и вычисление функций.

Цель. Использование возможностей математических пакетов при нахождении символьного и численного решений для функциональных зависимостей в режиме прямых вычислений.

Вопросы текущего контроля знаний

1. Дайте определение производной от функции. Поясните ее физическую сущность.
2. Раскройте понятия определенного и неопределенного интегралов.

Исходные данные

1. Выполнить дифференцирование функций:
 - a) $f(x) = \sin^2(x)$ – найти первую производную;
 - b) $f(x, y) = \cos(x)y + \sin(y)x$ – найти первые производные по x и y ;
 - c) $f(x) = x^2 \cos(x^3)$ – найти вторую производную.
2. Вычислить интегралы:
 - a) $\int_0^{10} x^2 dx$;
 - b) $\int_0^{\pi} x dx$;
 - c) $\int_{-\pi}^{\pi} \cos(x^2) dx$;
3. Найти пределы:
 - a) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^2}$;
 - b) $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x}$.

Пакет MathCAD

Задание

1. Выполните требуемые преобразования с использованием возможностей встроенного символьного процессора – команд из позиции *Символы (Symbolic)* главного меню.
2. Выполните требуемые преобразования с помощью шаблонов из палитры *Математический анализ*.
3. Оформите отчет согласно требований.

Задание

Выполните предлагаемые преобразования и вычисления всеми способами, доступными в используемой программной среде.

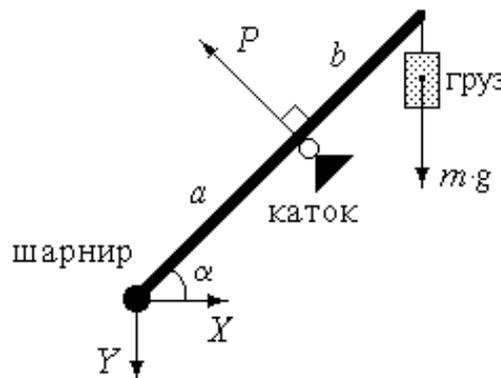
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема. Расчет реакций опор нагруженной балки.

Цель. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Использование графических возможностей математических пакетов при исследовании функциональных зависимостей.

Вопросы текущего контроля знаний

1. Охарактеризуйте основные аналитические и численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
2. В какой размерности в математических пакетах используется значение аргумента тригонометрической функции по умолчанию?

Исходные данные

Рассматривается балка, шарнирно закрепленная у своего левого края. В средней части она подперта катком. Справа подвешен груз. Требуется: найти реакции опор X , Y и P , если известна масса груза m , а также геометрия балки (плечи a , b и угол α); исследовать зависимость реакции опор от изменения α и m .

Задача сводится к нахождению условий равновесия балки, т.е. решению системы линейных алгебраических уравнений, описывающих балансы действующих на нее сил и их моментов:

$$\begin{cases} P \cdot \sin(\alpha) = X & \text{– баланс сил по оси } X \\ Y + m \cdot g = P \cdot \cos(\alpha) & \text{– баланс сил по оси } Y \\ P \cdot a = m \cdot g \cdot (a + b) \cdot \cos(\alpha) & \text{– момент сил по шарниру} \end{cases}$$

где g – ускорение свободного падения.

Таблица 1

Первая цифра номера варианта			Вторая цифра номера варианта		
№	a (м)	b (м)	№	α (град)	m (кг)
1	0,1	0,9	1	20	5
2	0,2	0,8	2	25	6
3	0,3	0,7	3	30	7
4	0,4	0,6	4	35	8
5	0,5	0,5	5	40	9
6	0,6	0,4	6	45	8
7	0,7	0,3	7	50	7
8	0,8	0,2	8	55	6
9	0,9	0,1	9	60	5
10	1,0	0,5	10	65	4

Пакет MathCAD

Задание 1

1. Решите исходную систему уравнений, используя расчетный блок “*Given... Find*” и физические размерности исходных данных.
2. Проверьте достоверность полученного результата расчетами балансов сил по оси P и балке, а также момента сил относительно катка.

Замечание. Каждое новое задание рекомендуется выполнять, создавая отдельный файл.

Задание 2

1. Представьте исходную систему в векторно-матричной форме записи.
2. Вычислите вектор искомых значений реакций опор.
3. Повторите решение, используя функцию *lsolve*.

Замечание. Для ввода встроенных функций можно использовать соответствующий Мастер из панели инструментов.

Задание 3

1. Используя меню символьных преобразований, получите аналитическое решение исходной системы уравнений.
2. Сформируйте функции $X(\alpha)$, $Y(\alpha)$ и $P(\alpha)$.
3. На основании своих исходных данных о геометрии балки и массе груза, постройте для полученных функций прямоугольный декартов и полярный графики при изменении α от 0 до 360 град.
4. Сформируйте функцию $X(\alpha, m)$.
5. Задайте число и нумерацию узловых точек по осям. Рассчитайте векторы аргументов функции для узловых точек и матрицу, содержащая результаты вычислений аппликата поверхности в узловых точках

6. На основании полученной матрицы аппликат постройте для функции $X(\alpha, m)$ график поверхности, карту линий уровня, векторное поле, трехмерный точечный график, а также трехмерную столбчатую гистограмму при $m = 0, 0.5, \dots, 10$ кг и $\alpha = 0, 9, \dots, 180$ град.

Пакеты Maple или MatLAB

Задание 1

1. Решите исходную систему уравнений в символьном виде.
2. Найдите численное решение системы, используя соответствующие программные средства.
3. Решите систему векторно-матричным способом.

Задание 2

1. Постройте для функций $X(\alpha)$, $Y(\alpha)$ и $P(\alpha)$ декартов и полярный графики при изменении α от 0 до 360 град.
2. Постройте для функций $X(\alpha, m)$ трехмерный график поверхности при изменении α от 0 до 180 град и m от 0 до 10 кг.

Замечание: Графики должны быть оформленными, т.е. содержать координатную сетку, метки осей и т.п.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

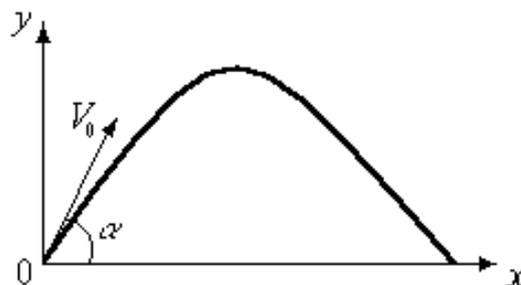
Тема. Моделирование траектории полета тела.

Цель. Реализация анимационных возможностей математических пакетов. Нахождение оптимального решения.

Вопросы текущего контроля знаний

1. Поясните назначение системной переменной *FRAME*.
2. Что означает существование значений аргумента функции, при которых значение ее первой производной равно нулю?

Исходные данные



Тело, рассматриваемое как материальная точка, брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью V_0 . Требуется: найти время его полета и

дальность броска, считая, что сопротивление воздуха отсутствует; определить значение α , при котором дальность броска будет максимальной.

Решение рассматриваемой задачи кинематики базируется на уравнениях траектории полета тела, описывающих его координаты в любой момент времени:

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \\ y(t) = V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2} \end{cases}$$

где g – ускорение свободного падения.

Таблица 2

Первая цифра номера варианта				Вторая цифра номера варианта			
№	α (град)	№	α (град)	№	V_0 (м/с)	№	V_0 (м/с)
1	30	6	43	1	15	6	27
2	33	7	47	2	17	7	30
3	35	8	50	3	20	8	33
4	37	9	53	4	23	9	35
5	40	10	55	5	25	10	37

Пакет MathCAD

Задание 1

1. На основании условия $y(t) = 0$, используя команду *solve* из меню символьных преобразований, найдите время полета тела.
2. Рассчитайте дальность броска.
3. Создайте анимацию движения тела в реальном масштабе времени.

Замечание. Сценарий вывода анимации должен отражать изображения, как траектории полета, так и непосредственно самого тела.

Задание 2

1. Сформируйте функциональную зависимость $x(\alpha)$ дальности броска от угла бросания.
2. Постройте график $x(\alpha)$ для значений угла α от 0 до 90 град.
3. Используя расчетный блок “*Given... Minerr*”, найдите оптимальный угол бросания, при котором дальность полета тела будет максимальной.

Задание 3

1. Постройте график первой производной функции $x(\alpha)$.
2. Рассчитайте оптимальный угол бросания с помощью корней уравнения первой производной функции $x(\alpha)$, используя функцию – *root*.

Задание 1

1. Найдите символьное и численное решения для времени и дальности.
2. Реализуйте анимацию полета тела.

Задание 2

1. Найдите первую производную функции $x(\alpha)$.
2. Определите оптимальный угол для наибольшей дальности броска.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема. Моделирование характеристик работы нагревательного устройства с терморегулятором.

Цель. Применение типовых элементов программирования математических пакетов. Использование операторов решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Вопросы текущего контроля знаний

1. Раскройте понятие функционального программирования.
2. Поясните назначение и структуру типовых конструкций процедурного программирования.

Исходные данные

Требуется получить временную зависимость температуры нагревательного устройства, при мощности нагревателя P , массе устройства m и его удельной теплоемкости $C = 400$ Дж/(кг·К). В устройстве есть терморегулятор, который включает его, если $T < T_{min}$, и выключает, если $T > T_{max}$. Потери тепла происходят по закону:

$$\frac{dQ_1}{dt} = A \cdot (T - T_{cp}), \quad (1)$$

где T – температура нагревательного устройства, T_{cp} – температура окружающей среды (например, $20^\circ C = 293^\circ K$), $A = 2$ Вт/К, а также за счет излучения в соответствии с законом Стефана-Больцмана:

$$\frac{dQ_2}{dt} = S \cdot (T^4 - T_{cp}^4), \quad (2)$$

где $S = 3,4 \cdot 10^{-9}$ Вт/К⁴. Дифференциальное уравнение, описывающее нарастание температуры с течением времени, можно получить, исходя из того, что подводимая к устройству энергия $P \cdot dt$ расходуется на его нагрев dQ и на потери в окружающую среду:

$$\begin{aligned} P \cdot dt &= dQ + dQ_1 + dQ_2, \\ dQ &= C \cdot m \cdot dT. \end{aligned} \quad (3)$$

Данная задача представляет интерес с точки зрения применения для ее решения программного модуля, учитывающего действие терморегулятора и использующего итерационную формулу Эйлера:

$$T_i = T_{i-1} + \Delta t \cdot f\left(T_{i-1} + \Delta t \cdot \frac{f(T_{i-1}, P)}{2}, P\right), \quad (4)$$

где Δt – шаг приращения времени; $f(T, P)$ – функция, определяющая производную температуры по времени с учетом мощности нагревателя.

Таблица 3

Первая цифра номера варианта			Вторая цифра номера варианта		
№	P (кВт)	m (кг)	№	T_{min} ($^{\circ}C$)	T_{max} ($^{\circ}C$)
1	1,5	2,0	1	300	350
2	1,6	2,1	2	300	345
3	1,7	2,2	3	300	340
4	1,8	2,3	4	290	340
5	1,9	2,4	5	290	335
6	2,0	2,5	6	290	330
7	2,1	2,6	7	310	360
8	2,2	2,7	8	310	355
9	2,3	2,8	9	310	350
10	2,4	2,9	10	300	400

Пакет MathCAD

Задание 1

1. Введите ваши исходные данные, учитывая, что температура должна задаваться в градусах Кельвина ($0^{\circ} C = 273^{\circ} K$).

2. На основании уравнений (4.1)-(4.3) запишите дифференциальное уравнение, описывающее нарастание температуры нагревательного устройства с течением времени.

3. Задайте шаг приращения времени $\Delta t = 1$ и число шагов решения $N = 500$. Сформируйте функцию $f(T, P)$.

4. Создайте программный модуль, реализующий вычисление температуры устройства по итерационной формуле (4) с учетом работы терморегулятора.

5. Постройте график временной зависимости температуры в диапазоне заданных шагов решения.

Замечание. Программные операторы должны вводиться с панели инструментов, набирать их на клавиатуре не рекомендуется.

Задание 2

1. Решите рассматриваемую задачу без учета работы терморегулятора, используя встроенную функцию $Bulstoer(v, x1, x2, n, F)$.

2. Учитывая состав данных в полученной матрицы решений, постройте график временной зависимости температуры для диапазона заданных шагов решения.

Задание 3

1. Выведите совместно графики временных зависимостей температуры устройства с нагревателем и без него.

Пакеты Maple или MatLAB

Задание 1

1. Сформируйте программу вычисления температуры устройства по итерационной формуле (4.4) с учетом работы терморегулятора.

2. Постройте график временной зависимости температуры в диапазоне заданных шагов решения.

Задание 2

1. Решите рассматриваемую задачу без учета работы терморегулятора, используя встроенные решатели ОДУ.

2. Постройте график решения.

Задание 3

2. Выведите совместно графики временных зависимостей температуры устройства с нагревателем и без него.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема. Обработка данных эксперимента.

Цель. Использование возможностей математических пакетов прикладных программ для аппроксимации данных.

Вопросы текущего контроля знаний

1. Дайте определения понятий «интерполяция» и «экстраполяция».
2. Перечислите наиболее популярные методы аппроксимации данных.

Исходные данные

Для представления физических закономерностей и при проведении научно-технических расчетов часто используются зависимости вида $y(x)$, причем число точек этих зависимостей ограничено. Неизбежно возникает задача приближенного вычисления значений функций в промежутках между узловыми точками (интерполяция) и за их пределами (экстраполяция). Эта задача решается аппроксимацией исходной зависимости, т. е. ее подменой какой-либо достаточно простой функцией.

При проведении физического эксперимента были получены данные зависимости $y(x)$, приведенные в табл. 4. Требуется аппроксимировать результаты эксперимента.

Таблица 4

Первая цифра номера варианта					Вторая цифра номера варианта						
№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	№	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
1	1	0	2	4	3	1	50	0	20	10	5
2	1,5	0,5	2,5	4,5	3,5	2	55	0	20	10	5
3	2	1	3	5	4	3	50	5	20	10	5
4	2,5	1,5	3,5	5,5	4,5	4	55	5	20	10	5
5	3	2	4	6	5	5	50	0	25	10	5
6	3,5	2,5	4,5	6,5	5,5	6	55	0	25	10	5
7	4	3	5	7	6	7	50	0	20	15	5
8	4,5	3,5	5,5	7,5	6,5	8	55	0	20	15	5
9	5	4	6	8	7	9	50	0	20	15	10
10	5,5	4,5	6,5	8,5	7,5	10	55	0	20	15	10

Пакет MathCAD

Задание 1

1. Введите ваши исходные данные в виде матрицы. Используя встроенную функцию $csort(A, n)$, отсортируйте матрицу в порядке возрастания значения аргумента x .

2. Создайте векторы X и Y , содержащие значения аргумента и соответствующие им значения функции. Задайте i – число элементов в X и Y , используя встроенную функцию $length(v)$.

3. Выполните линейную и сплайн-кубическую интерполяции. Проведите пробные расчеты для проверки полученных функций. Сравните их результаты в интерполирующей и экстраполирующей областях.

4. Постройте графики, отражающие вид кривых аппроксимирующих функций с наложением на них данных эксперимента.

Задание 2

1. Введите векторы X и Y . Задайте ранжированные переменные i и j по числу элементов вектора X .

2. Найдите аппроксимирующую функцию, выразив ее в виде полинома на основании общей формулы интерполяции Лагранжа, задающей в явном виде значение интерполирующей функции f для любого значения x . Проведите пробные расчеты и построьте график.

$$f(x) := \sum_i Y_i \cdot \prod_j \text{if} \left(i = j, 1, \frac{x - X_j}{X_i - X_j} \right).$$

Замечание. Полином Лагранжа является достаточно сложной функцией. В ряде случаев для аппроксимации исходной зависимости применяют обычный степенной многочлен – полиномиальную аппроксимацию.

Задание 3

1. Введите векторы X и Y . Вычислите степень аппроксимирующего полинома n .
2. Сформируйте матрицу XI : $i = 0, \dots, n$; $j = 0, \dots, n$; $XI_{j,i} = X_j^i$, $XI_{j,0} = 1$. Просмотрите, что она собой представляет.
3. Вычислите коэффициенты полинома $a = XI^{-1} \cdot Y$.
4. Задайте формулу аппроксимирующего полинома в виде зависимости: $P(x) = \sum_k a_k \cdot x^k$, $k = n, \dots, 0$. Проведите пробные расчеты. Введите ранжированную переменную: $x_1 = x_1 - 1$, $x_2 = x_1 - 0.9$, $x_3 = x_1 + 1$ и постройте график $P(x_i)$.

Замечание. Поведение полинома между узловыми точками и при экстраполяции зачастую трудно предсказуемо. Кроме того, с ростом степени (n до 8-10) погрешность полиномиальной аппроксимации резко возрастает.

Пакеты Maple или MatLAB

Задание 1

1. Аппроксимируйте исходную зависимость отрезками полиномов третьего порядка.
2. Постройте аппроксимирующий график.

Задание 2

1. Выполните полиномиальную аппроксимацию для данных исходной зависимости.
2. Постройте соответствующий аппроксимирующий график.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема. Имитационное моделирование вещественной частотной характеристики комплексной диэлектрической проницаемости композиционного материала в области упругой электронной поляризации. Цель. Совмещение возможностей нескольких пакетов для решения прикладной задачи в рамках системного интегратора.

Вопросы текущего контроля знаний

1. Дайте определение передаточной функции.
2. Каково максимальное число вводов и выводов одного программного блока при использовании системного интегратора *MathConnex*?

Исходные данные

Рассматривается композиционный диэлектрический материал, состоящий из двух компонентов равной концентрации, параметры которых приведены в таблице 5. Требуется построить график вещественной частотной характеристики диэлектрической проницаемости материала в области упругой электронной поляризации, а именно: в диапазоне частот от 10^{15} до 10^{18} рад/сек.

Смещение электронных облаков относительно атомных ядер, вызванное действием внешнего электрического поля – наиболее общий вид поляризации, имеющий место во всех без исключения диэлектриках, независимо от их структуры и агрегатного состояния. Поскольку внутренние электроны взаимодействуют с ядром гораздо сильнее внешних, то при рассмотрении смещения электронного облака можно ограничиться учетом поляризации только оптической (внешней) электронной оболочки иона.

В качестве математического описания процесса поляризации материала под действием переменного электрического поля $E_0(t)$ с малой амплитудой для исследуемого частотного диапазона может быть использована следующая система уравнений:

$$\frac{d^2 \mu_k(t)}{dt^2} + 2b_k \frac{d\mu_k(t)}{dt} + \omega_{0k}^2 \mu_k(t) = \frac{N_k e^2}{m_e} E(t), k = \overline{1, K},$$

$$E(t) = E_0(t) - \frac{2}{3\epsilon_0} \sum_{i=1}^K n_i \mu_i(t),$$
(1)

где k – индекс разновидности иона; $\mu_k(t)$ – его индуцированный дипольный момент; b_k и ω_{0k} – соответственно, коэффициент затухания и частота собственных колебаний электронного облака иона; N_k – число электронов, составляющих оптическую оболочку иона; e и m_e – заряд и масса электрона; ϵ_0 – электрическая постоянная; K – число разновидностей ионов, имеющих место в конкретном диэлектрике; n_i – их концентрации.

С позиций технической кибернетики, уравнения (1) представляют собой математическую модель замкнутой линейной системы с отрицательной обратной связью. Выполнив для данной системы уравнений прямое интегральное преобразования Лапласа, можно эквивалентно изобразить ее в виде структурной схемы, показанной на рис. 1, или записать в стандартной форме записи через передаточные функции:

$$\mu_k(s) = W_k(s) E(s), k = \overline{1, K}, W_k(s) = \frac{N_k e^2 / m_e}{s^2 + 2b_k s + \omega_{0k}^2},$$

$$E(s) = E_0(s) - \frac{2}{3\epsilon_0} \sum_{i=1}^K \mu_i(s) n_i,$$
(2)

где s – комплексная переменная; $\mu_k(s)$, $E(s)$ и $E_0(s)$ – изображения по Лапласу функций $\mu_k(t)$, $E(t)$ и $E_0(t)$; $W_k(s)$ – передаточные функции.

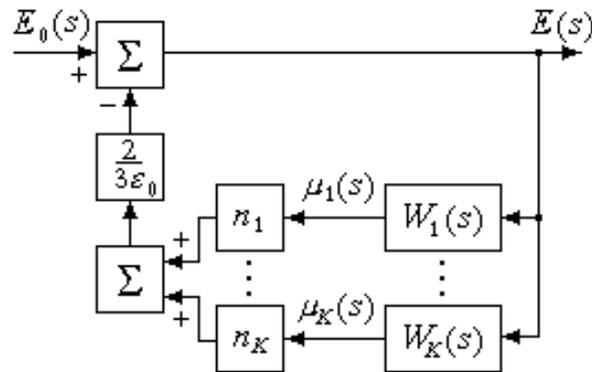


Рис. 1. Структурная схема процесса поляризации материала

Замена $s \rightarrow j\omega$ в передаточных функциях $W_k(s)$ позволяет перейти к их частотным аналогам. Таким образом, на основании описанных математических моделей и определения комплексной диэлектрической проницаемости ($\varepsilon(j\omega) = E_0(j\omega)/E(j\omega)$) для ее представления может быть использована следующая функциональная зависимость:

$$\varepsilon(j\omega) = 1 + \frac{2}{3\varepsilon_0} \sum_{i=1}^K n_i W_i(j\omega), \quad (3)$$

$$W_k(j\omega) = \frac{N_k e^2 / m_e}{\omega_{0k}^2 - \omega^2 + j2b_k \omega}, \quad k = \overline{1, K}.$$

Для имитационного моделирования спектров комплексной диэлектрической проницаемости конкретного материала необходимы численные значения параметров, участвующих в описании всех поляризационных процессов, протекающих в диэлектрике. В рассматриваемом диапазоне частот внешнего поля такими параметрами являются b_k , ω_{0k} , N_k и n_k ионов каждой разновидности.

Количественный состав оптических (внешних) электронных оболочек ионов достаточно просто установить на основании справочных данных. Для всех ионов, входящих в состав исследуемых композитов, $N_k=8$.

При нахождении ω_{0k} можно использовать формулу:

$$\omega_{0k} = \sqrt{\frac{Q_k e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_e r_k^3}}, \quad (4)$$

где Q_k – эффективный заряд ядра, действующий на внешнюю оболочку и учитывающий экранизацию его полного заряда внутренними оболочками (для всех положительных ионов рассматриваемых материалов $Q_k=9$, для отрицательных $-Q_k=7$); r_k – ионный радиус.

Значения b_k , принимая во внимание силу внутреннего трения, действующую на электронный диполь с зарядом $N_k e$ при электромагнитном излучении с

фазовой скоростью, равной скорости света в вакууме – c , можно рассчитать как:

$$b_k = \frac{\mu_0 N_k e^2 \omega_{0k}^2}{12\pi m_e c}, \quad (5)$$

где μ_0 – магнитная постоянная.

Поскольку исследуются исключительно композиты равного процентного содержания, состоящие только из двух ионов, их концентрации в материале рассчитываются по следующей формуле:

$$n_k = \frac{\rho}{(m_1 + m_2) \cdot aem} \cdot 0,5, \quad (6)$$

где ρ – плотность композита; m_1 и m_2 – атомные массы составляющих его ионов; aem – атомная единица массы; 0,5 – процентное содержание каждого композита согласно исходным данным.

Таблица 5

Первая цифра номера варианта					Вторая цифра номера варианта				
№	Композит	ρ (кг/м ³)	r^+ (10 ⁻¹⁰ м)	r^- (10 ⁻¹⁰ м)	№	Композит	ρ (кг/м ³)	r^+ (10 ⁻¹⁰ м)	r^- (10 ⁻¹⁰ м)
1	<i>LiF</i>	2632	0,68	1,33	1	<i>KF</i>	2480	1,33	1,33
2	<i>LiCl</i>	2072	0,68	1,81	2	<i>KCl</i>	1990	1,33	1,81
3	<i>LiBr</i>	3462	0,68	1,96	3	<i>KBr</i>	2752	1,33	1,96
4	<i>LiI</i>	3500	0,68	2,20	4	<i>KI</i>	3120	1,33	2,20
5	<i>NaF</i>	2790	0,98	1,33	5	<i>RbF</i>	3560	1,49	1,33
6	<i>NaCl</i>	2165	0,98	1,81	6	<i>RbCl</i>	2760	1,49	1,81
7	<i>NaBr</i>	3210	0,98	1,96	7	<i>RbBr</i>	2780	1,49	1,96
8	<i>NaI</i>	3665	0,98	2,20	8	<i>RbI</i>	3550	1,49	2,20
9	<i>CsF</i>	3590	1,65	1,33	9	<i>CsBr</i>	4440	1,65	1,96
10	<i>CsCl</i>	3970	1,65	1,81	10	<i>CsI</i>	4512	1,65	2,20

Для имитационного моделирования вещественной частотной характеристики диэлектрической проницаемости материала удобно использовать системный интегратор *MathConnex*, поскольку он позволяет совместить различные программные продукты с целью привлечения ряда их особенностей. В частности, исходные данные наиболее наглядно и целесообразно представлять в виде таблиц *Excel*, а для описания процессов поляризации через передаточные функции привлекать специализированные функции *MatLAB*; кроме того, для промежуточных расчетов можно использовать *MathCAD*. Таким образом, автоматизацию решения рассматриваемой задачи можно свести к реализации функциональной схемы, представленной на рис 2.

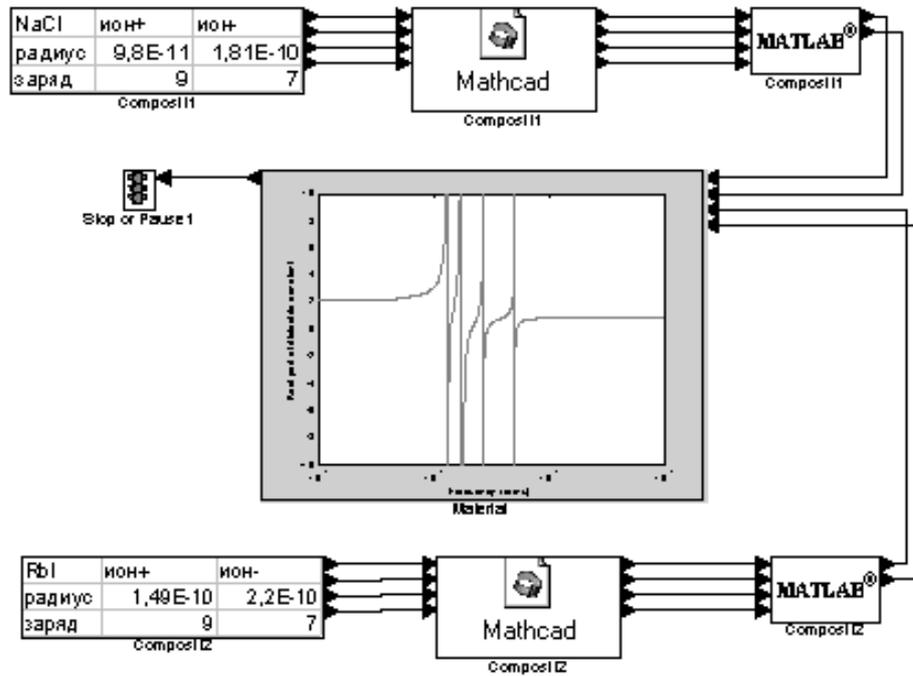


Рис.2. Интеграционная схема автоматизации решения

Системный интегратор MathConnex

Задание

1. Внесите в окно проектирования *MathConnex* блок электронных таблиц *Excel* в виде чистой заготовки, а также укажите отсутствие вводов и наличие 4 выводов. Заполните таблицу параметров первого композита, включив в нее эффективные заряды ядер ионов и их радиусы. Отредактируйте метку блока и области выходных данных в соответствии с индексами ячеек *Excel*.

2. Введите блок *MathCAD*, зафиксируйте его изображение в виде иконки, задайте 4 ввода и 4 вывода. Соедините созданные блоки связями. Активизируйте среду *MathCAD* внутри проектируемого блока. Присвойте переменным r_1 , Q_1 , r_2 и Q_2 соответствующие входные данные, используя имена интерфейсных функций ($in0... in3$). Введите формулы (4) и (5) для расчета значений b_k , ω_{0k} электронных оболочек ионов композита, при вводе фундаментальных констант используйте Справочный стол (обратите внимание, что результаты вычислений будут интегрированы с *MatLAB*, т.е. размерности величин копировать не следует). Присвойте функциям вывода ($out0... out3$) вычисленные данные.

3. Создайте блок *MatLAB* (иконка, 4 ввода, 2 вывода). Введите формулу (6) для вычисления концентрации ионов первого композита исследуемого материала. На основании уравнения (2) опишите передаточные функции процессов поляризации ионов, задав коэффициенты полиномов в их числителях и знаменателях. Используя встроенную функцию *parallel*, найдите общую передаточную функцию поляризации композита. Присвойте функциям вывода ее числитель и знаменатель.

4. Спроектируйте аналогичные блоки для второго композита.

5. Введите блок *MatLAB* (иконка, 4 ввода, 1 вывод с блоком остановки). Найдите общую передаточную функцию процесса поляризации материала. Задайте оператор вычисления ее вещественной части, для исследуемого частотного диапазона с итерационным шагом равным 10^{14} рад/сек (используйте функцию *nyquist*). На основании функциональной зависимости (3) опишите вычисление ВЧХ диэлектрической проницаемости и задайте построение ее графика в полупологарифмическом масштабе (функция *semilogx*). Запустите имитацию.

Требования к оформлению отчетов

После практического выполнения заданий каждой лабораторной работы, за исключением вводного занятия, каждый обучаемый должен подготовить отчет о ее выполнении на основании индивидуального варианта.

Содержание отчета должно соответствовать следующей структуре:

1. Ответы на вопросы текущего контроля знаний.
2. Описание рассматриваемой задачи и исходных данных.
3. Отображение программных средств используемого математического пакета, необходимых для автоматизации решения.
4. Пошаговое описание выполнения практических заданий с отражением полученных экранных форм.

Отчеты выполняются и представляются к защите в электронном виде (файл формата *Microsoft Word*). В титульном листе, помимо стандартной информации указываются: названия лабораторных работ и номера вариантов индивидуальных заданий, приведенных в таблицах 1-5.

Примеры автоматизации решения задач в среде *MathCAD 2000*

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ

Для создания графиков в системе *MahtCAD* имеется программный графический процессор. Основное внимание при его разработке уделено обеспечению простоты задания графиков и их модификации с помощью соответствующих опций. Большинство необходимых параметров графического процессора по умолчанию задается автоматически.

MahtCAD позволяет применять шаблоны семи типов графиков, которые приведены в подменю *График (Graph)* позиции *Вставка (Insert)* главного меню:

- X-Y Plot* – двухмерный график в декартовой системе координат;
- Polar Plot* – график в полярной системе координат;
- Surfase Plot* – трехмерный график;
- Contour Plot* – контурный график;
- 3D Scatter Plot* – трехмерный точечный график;
- Vector Field Plot* – карта векторного поля;
- 3D Bar Chart* – трехмерная столбчатая гистограмма.

Для вызова шаблонов также можно использовать палитру графиков, показанную на рисунке 1. Графики любого вида можно переносить в нужное место документа, изменять их размер с помощью маркеров, появляющихся при выделении графика, а также редактировать границы областей аргументов и функций.

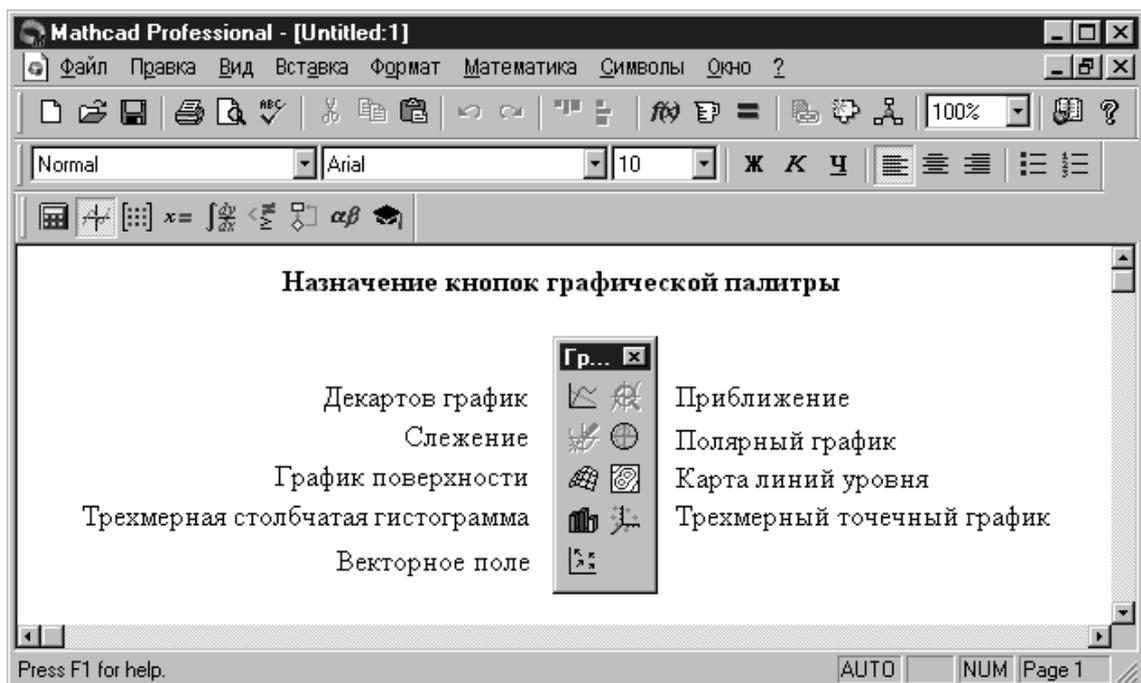


Рисунок 1. Палитра инструментов графики

Для редактирования заданных по умолчанию графических параметров используется окно задания форматов, для вызова которого достаточно дважды быстро щелкнуть левой кнопкой мыши, установив курсор в область графика.

Двухмерный декартов график

Пакет *MathCAD 2000 Professional* позволяет использовать два способа построения плоских графиков в декартовой системе координат. При первом – наиболее простом способе построения – достаточно вызвать шаблон *X-Y Plot*, в который следует ввести имя переменной x по оси X и выражение, описывающее функцию $f(x)$ по оси Y .

Для второго способа необходимо вначале задать ранжированную переменную – например x , определив диапазон ее изменения и шаг d , который указывается вводом начального значения переменной x_0 и, через запятую, значения $x_0 + d$. После чего через две точки указывается конечное значение x , см. рис. 2. Затем надо задать соответствующие функции и вызвать графический шаблон, при заполнении которого используются имена переменных и функций. Если в одном шаблоне строится несколько графиков, то для их разделения следует использовать запятые.

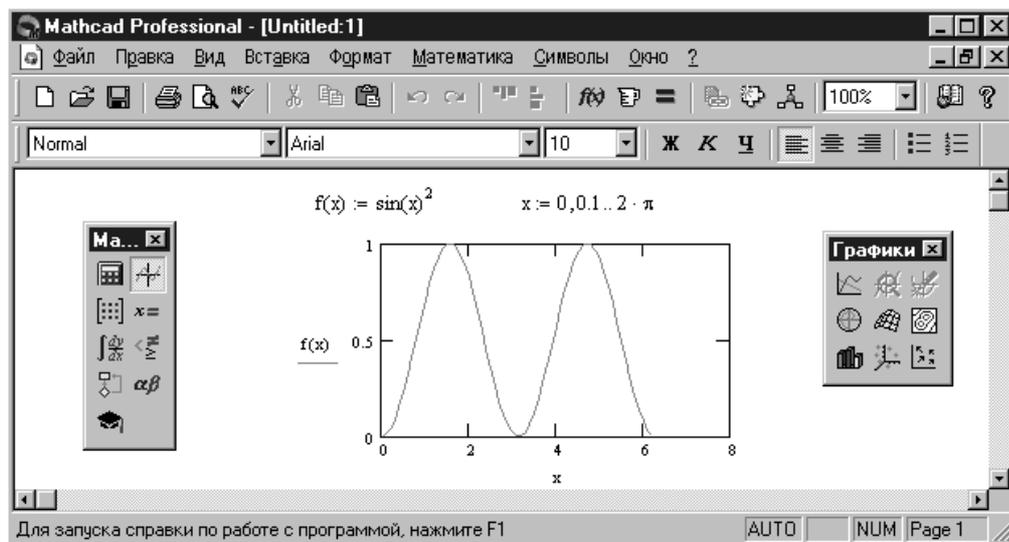


Рисунок 2. Пример построения двухмерного декартова графика

Полярный график

В полярной системе координат каждая точка задается углом W и модулем радиус-вектора $R(W)$. График функции обычно строится в виде линии, которую описывает конец радиус-вектора при изменении угла W в определенных пределах, чаще всего от 0 до 2π (рис. 3).

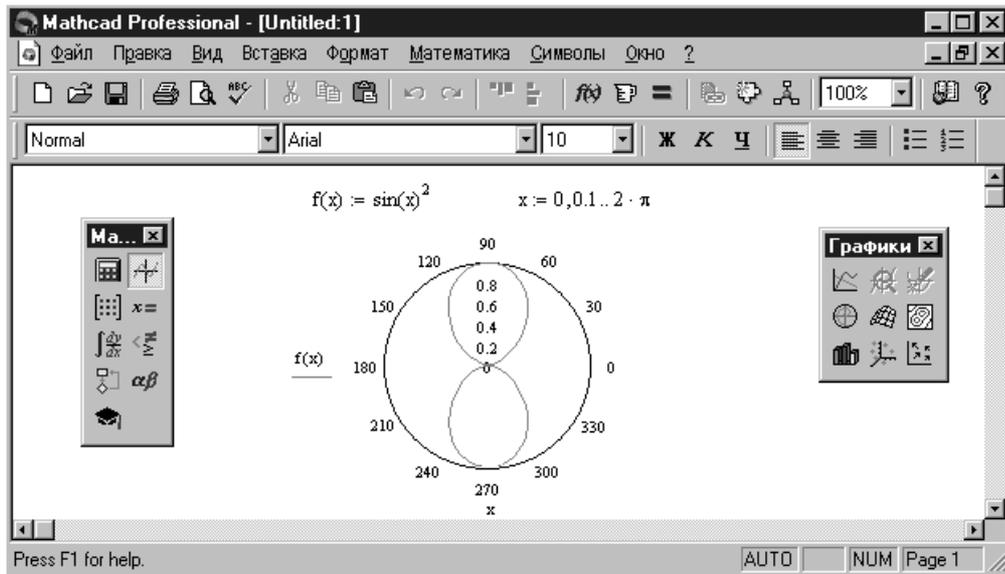


Рисунок 3. Пример построения полярного графика

Трехмерный график

Операция служит для построения поверхности вида $Z(X, Y)$, представленной матрицей M значений аппликат Z . В единственный шаблон данных вводится имя матрицы со значениями аппликат поверхности (рис. 4).

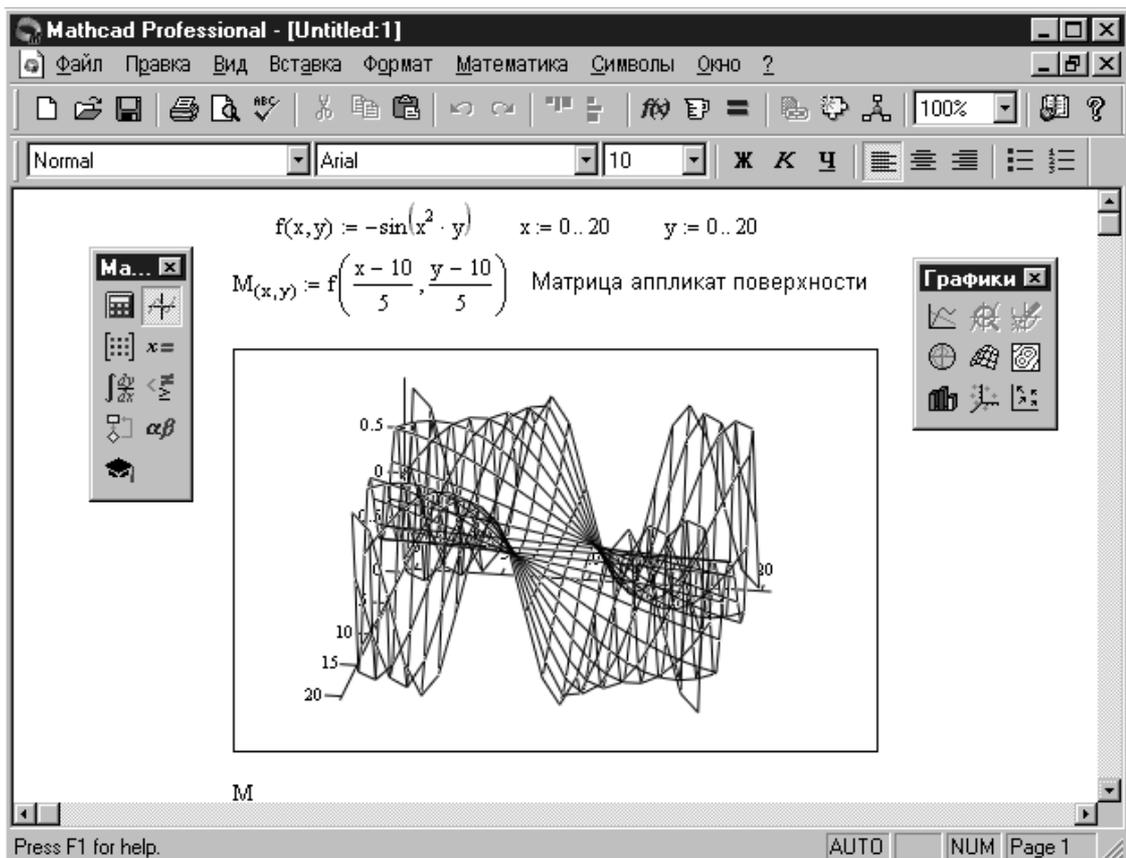


Рисунок 4. Пример построения трехмерного графика поверхности

Прежде чем приступить к построению графика поверхности, ее необходимо сформировать матрицу ее аппликат с помощью следующей последовательности действий:

- ввести выражение для расчета аппликат поверхности в виде функции двух аргументов $Z(x, y) := f(x, y)$;
- задать векторы числа узловых точек по осям $i := 0..n, j := 0..m$;
- сформировать векторы значений аргументов функции в узловых точках $x_i = i \cdot (x_k - x_0) / n, y_j = j \cdot (y_k - y_0) / m$;
- рассчитать матрицу M , содержащую результаты вычислений для аппликат поверхности в узловых точках – $M_{i,j} := Z(x_i, y_j)$.

Поскольку график строится на основании матрицы, содержащей только координаты высот фигуры (аппликаты), то истинные масштабы по осям X и Y неизвестны и на рисунках не проставляются. Могут, впрочем, выводиться просто порядковые номера элементов матриц в заданном направлении. Большие возможности дает несколько иной способ задания поверхности – в параметрическом виде. При этом приходится формировать три матрицы и указывать их в шаблоне в виде X, Y, Z .

Контурный график

Еще один широко распространенный тип графиков для представления поверхностей – с помощью линий равного уровня (рис. 5). Используемый для их построения шаблон подобен описанному выше трехмерному графику.

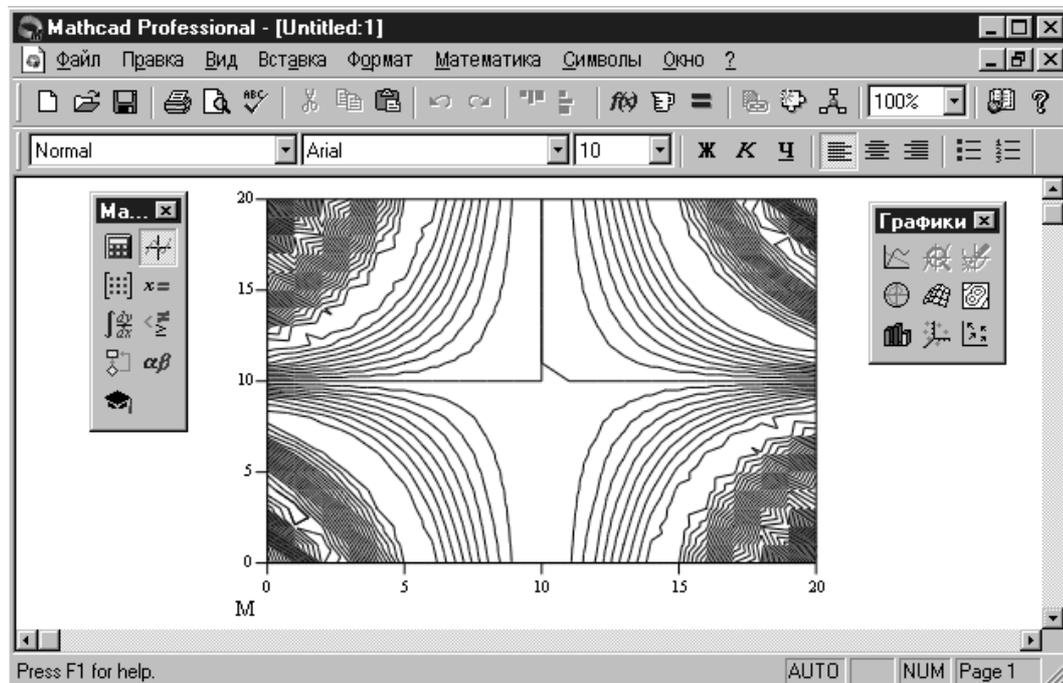


Рисунок 5. Пример построения контурного графика поверхности

Зачастую контурные графики более информативны, чем просто поверхности, поскольку у последних нередко одни части закрывают другие. Например, пик на переднем плане может закрыть задний план, чего нет на контурных графиках.

Карта векторного поля

Если линии контурного графика заменить векторами, стрелки которых обращены острием в сторону нарастания высоты поверхности, а плотность расположения зависит от скорости этого нарастания, то получится карта векторного поля (рис. 6).

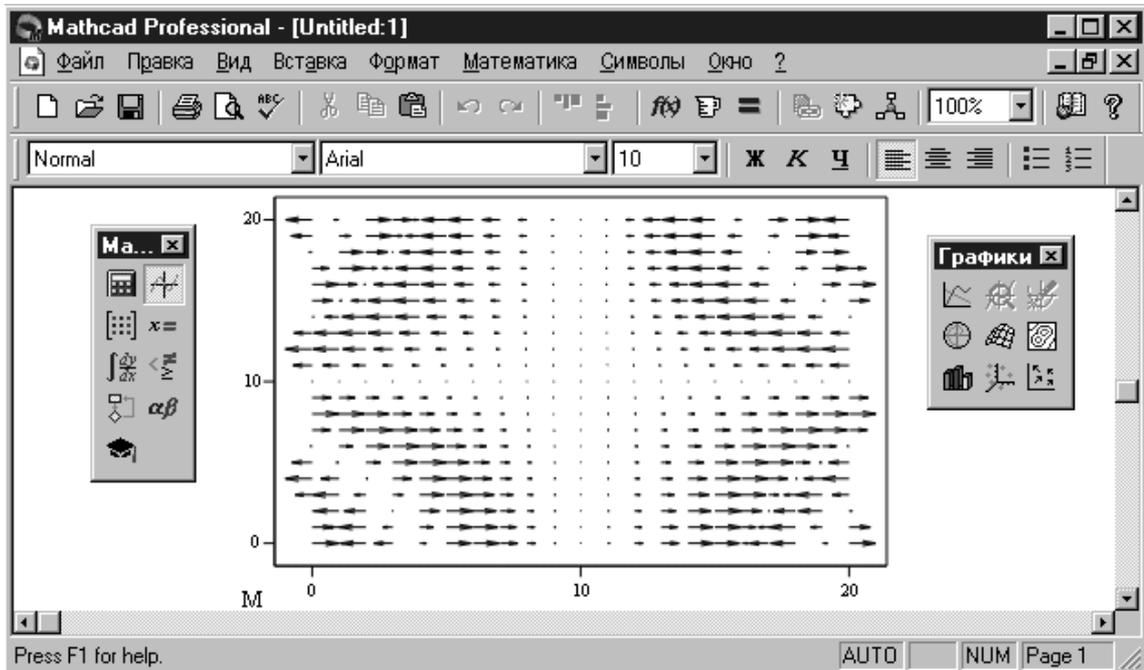


Рисунок 6. Пример построения векторного графика поверхности

Трехмерный точечный график

Нередко поверхности представляют в виде точек или иных фигур, находящихся в трехмерном пространстве, каждая из которых несет информацию о положении ее геометрического центра (рис. 7).

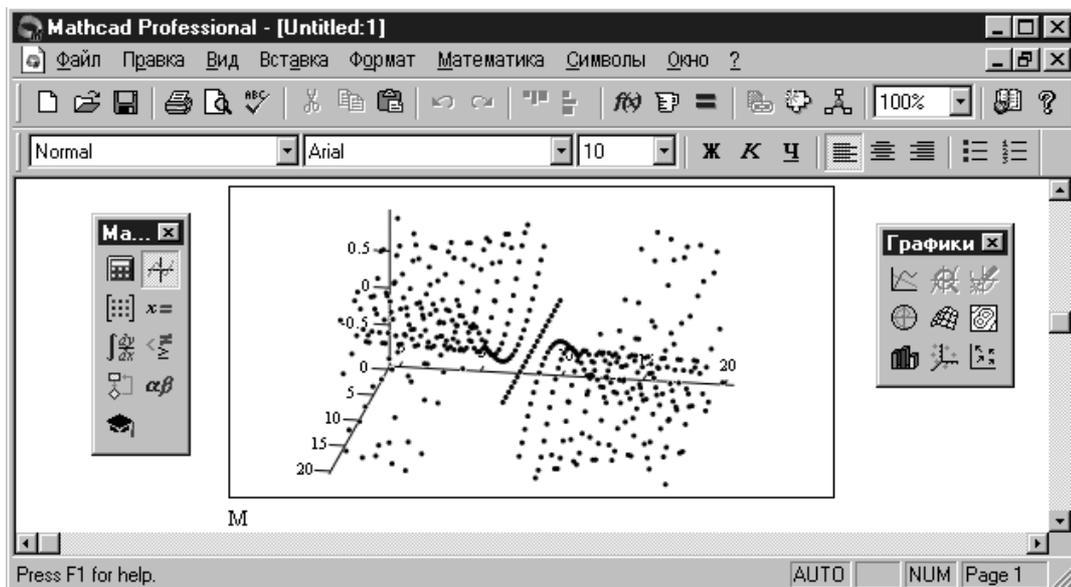


Рисунок 7. Пример построения трехмерного точечного графика

Трехмерная столбчатая гистограмма

Весьма распространенной формой изображения поверхностей является представление ее рядом трехмерных столбиков, высота которых определяется значением координаты $z(x, y)$, см. рис. 8.

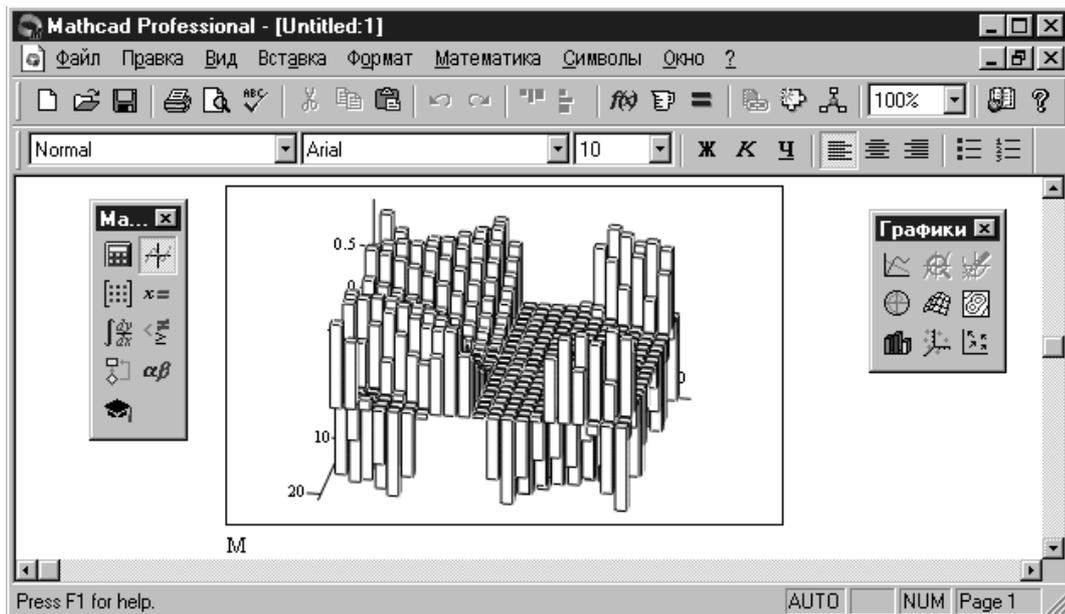


Рисунок 8. Пример построения трехмерной столбчатой гистограммы

Подобные графики широко применяются при представлении сложных статистических данных – например, представленных тремя независимыми переменными. Обычно их построение достаточно трудоемко, *MathCAD* же превращает данную процедуру в обыденную операцию.

АНИМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При визуализации различных процессов достаточный интерес вызывает создание анимационных графиков, имитирующих динамику рассматриваемой физической системы или объекта, реализация которых в *MathCAD* осуществляется с помощью команды *Анимация (Animate)* позиции *Вид (View)* главного меню. Разберем последовательность анимации на примере моделирования движения тела, брошенного со скоростью 10 м/с под углом 45° к горизонту.

Подготовка исходного графика

Перед тем как анимировать поведение какого-либо физического объекта или течение процесса, его следует представить в виде соответствующей функции времени (или ряда временных функций). Для рассматриваемого примера координаты тела в любой момент времени описываются следующими уравнениями:

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \\ y(t) = V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2} \end{cases}$$

где g – ускорение свободного падения.

Чтобы анимационный график отражал полет тела в реальном масштабе времени, надлежит предварительно рассчитать время его полета, поскольку это необходимо в дальнейшем при определении числа кадров и скорости их воспроизведения (число кадров = время полета \times скорость воспроизведения). Кроме того, следует найти также дальность полета, т.к. при построении графика нужно будет задать границы изменения координат тела, чтобы зафиксировать изображение рабочей области, в противном случае размер графического окна будет меняться в процессе воспроизведения кадров. Чтобы соразмерить масштаб осей, можно ввести в шаблон графика одинаковые значения границ по X и Y , а также отрегулировать размер области графических построений до вида квадрата. Следующим шагом является задание аргумента временной функции через системную переменную *MathCAD* – *FRAME* (рис. 9).

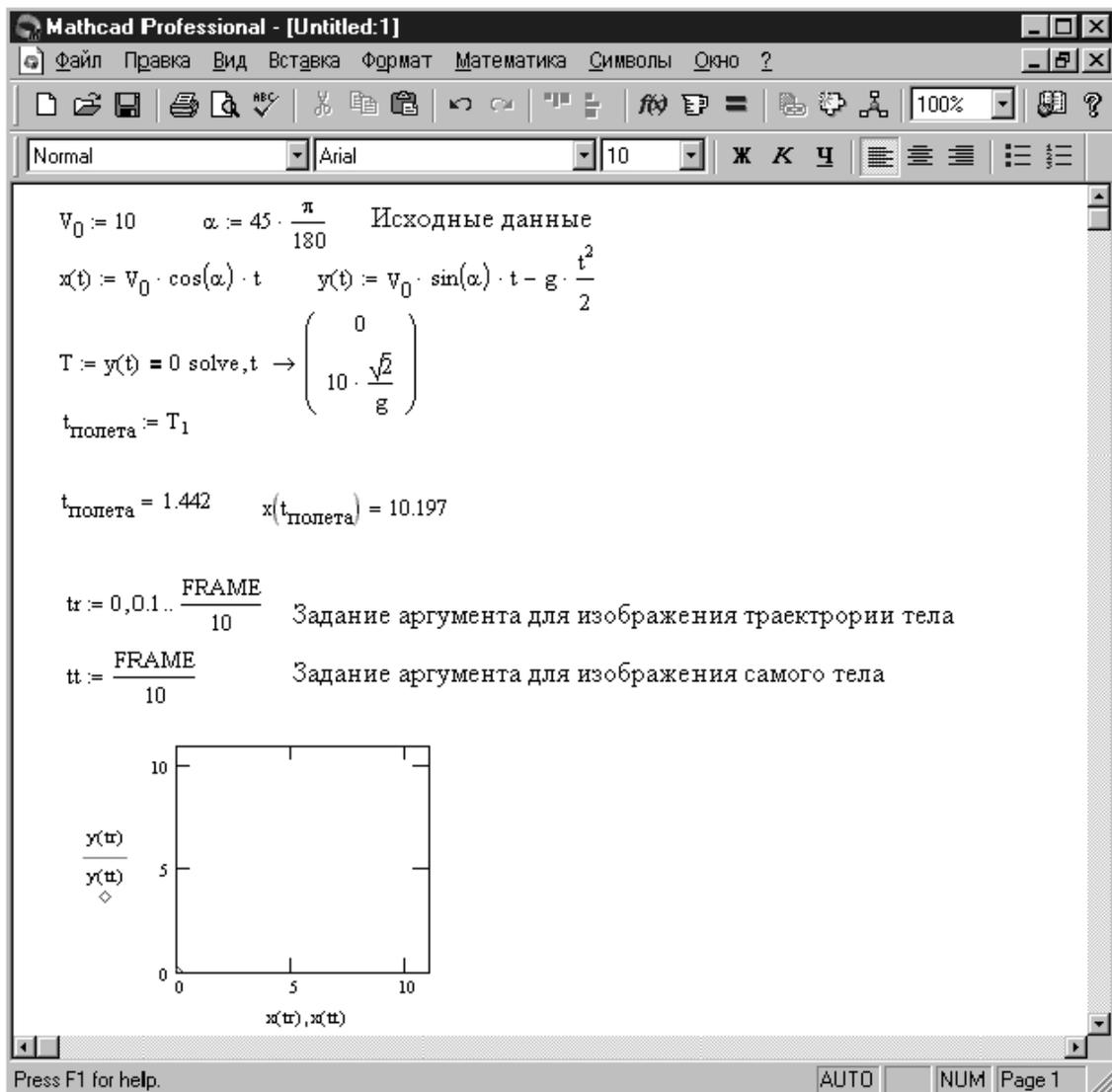


Рисунок 9. Пример подготовки исходного графика

При этом следует учитывать сценарий вывода изображений, а именно: если аргумент задается как ранжированная функция, то картинка отражает гра-

фик траектории полета, если же аргумент задать как единственное значение, то кадры положения тела в каждый момент времени будут последовательно сменять друг друга. В заключение подготовительного этапа строится непосредственно сам исходный график, который будет анимирован. Естественно, что при задании его параметров следует учитывать изложенные выше рекомендации.

Реализация анимационного графика

Для анимации исходного графика следует запустить команду *Анимация* (*Animate*). В появившемся окне задаются начальное и конечное значение переменной *FRAME* (число кадров) и скорость воспроизведения. Для рассматриваемого примера установим скорость – 10 кадр/с, таким образом, минимальное число кадров для отражения всего времени полета тела будет равно 15. Следующим шагом является выделение области анимации, т. е. самого графика (рис. 10).

После выделения анимационной области пользователю остается нажать кнопку “*Анимация*”, при этом, если все подготовительные операции выполнены успешно, в окне активизируется небольшой встроенный дисплей, на который будут выводиться изображения создаваемых кадров и их соответствующие номера рядом с надписью “*FRAME*”.

По готовности анимационного клипа для его просмотра появится окно *Playback* (рис. 11). Для запуска клипа достаточно нажать кнопку с изображением треугольника в левом нижнем углу окна просмотра. Рядом с кнопкой запуска находится еще одна кнопка, которая позволяет настраивать параметры просмотра: изменять размеры окна, варьировать скорость воспроизведения и т.д.

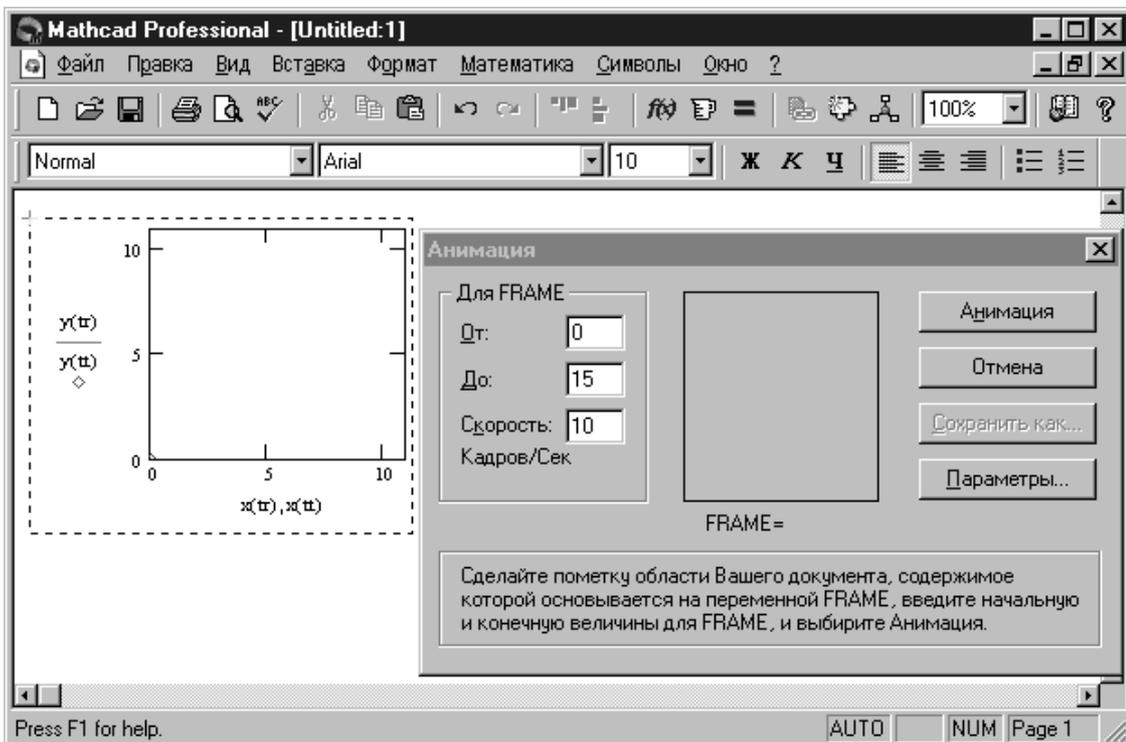


Рисунок 10. Пример задания параметров анимационного графика

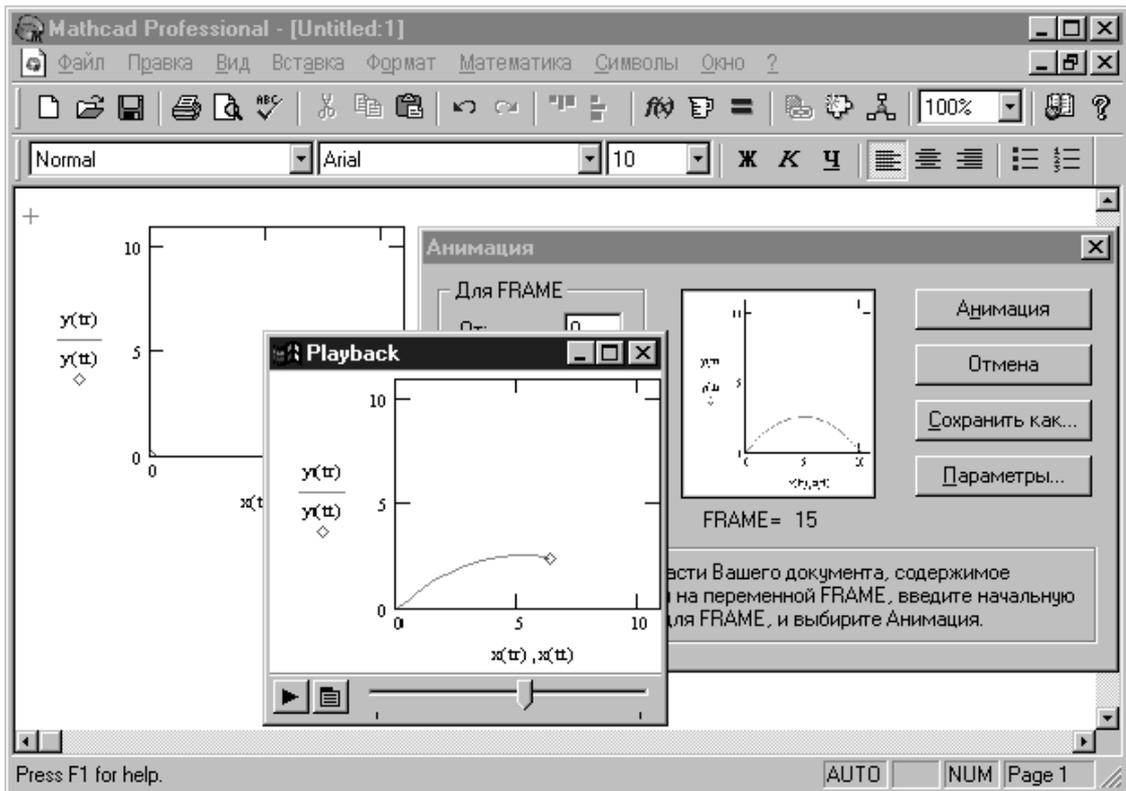


Рисунок А.11. Пример реализации анимационного графика

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Будучи автоматизированной системой, предназначенной для проведения физико-математических расчетов, *MahtCAD* существенно облегчает и ускоряет выполнение самых разнообразных вычислительных процедур. В данном разделе приводится только та часть его возможностей, использование которой необходимо для успешного выполнения лабораторного практикума.

Решение алгебраических уравнений и систем Функции root и polyroots

Многие уравнения и системы из них не имеют аналитических решений. Однако они могут решаться численными методами с заданной погрешностью (не более значения, заданного системной переменной *TOL*). Для простейших уравнений вида $F(x) = 0$ решение находится с помощью функции *root* (Выражение, Имя переменной).

Эта функция возвращает значение переменной, при котором выражение дает 0. Функция реализует вычисления итерационным методом, причем можно задать начальное значение переменной, что бывает особенно полезным при существовании нескольких решений. Рисунок 12 иллюстрирует технику применения функции *root* для вычисления корней кубического полинома. Для поиска корней обычного полинома $p(x)$ степени n пакет *MahtCAD 2000 Professional* содержит функцию *polyroots(V)*, возвращающую вектор корней полинома, коэффициенты которого находятся в векторе V с длиной, равной $n+1$. При этом бу-

дуг найдены как вещественные, так и комплексные корни (рис. 13). Не рекомендуется пользоваться данной функцией, если степень полинома выше пятой-шестой, т.к. в этом случае трудно получить малую погрешность вычисления корней.

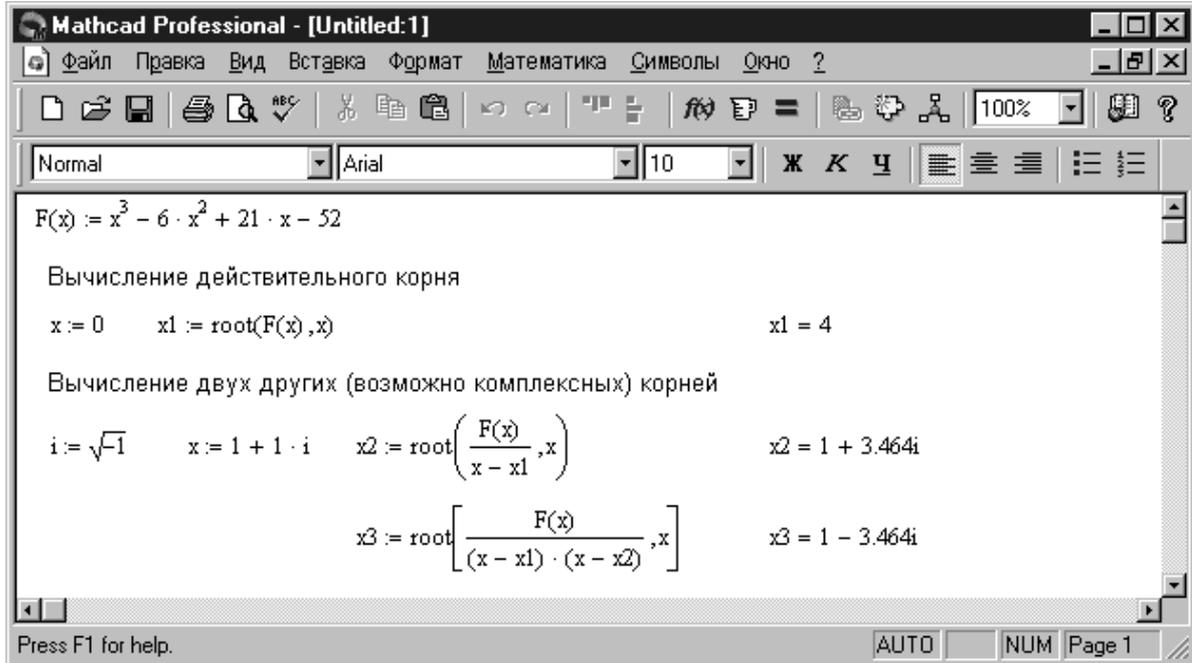


Рисунок 12. Пример вычисления корней функцией *root*

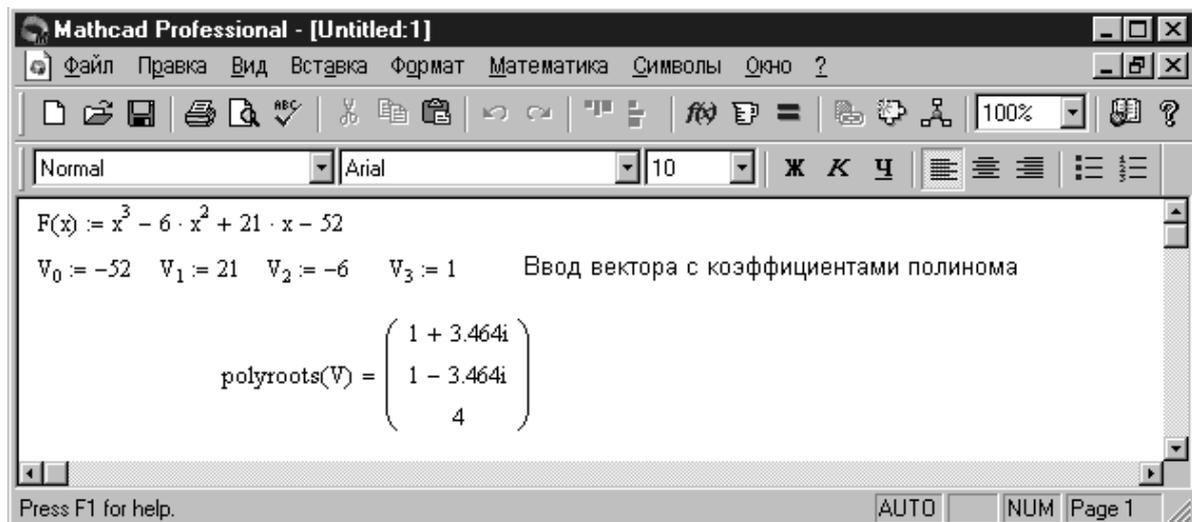


Рисунок 13. Пример поиска корней с помощью *polyroots*

Обратите внимание на задание элементов вектора. При задании номера элемента массива следует использовать шаблон из палитры «Матрицы», либо клавишу клавиатуры «[». Для ввода текстового индекса переменной используется клавиша точки.

Встроенные блоки *Given... Find* и *Given... Mineer*

При решении систем уравнений *MahtCAD* предоставляет для использования специальный вычислительный блок, открываемый служебным словом – директивой *Given* и имеющий следующую структуру:

- начальные приближения для искомых решений;
- служебное слово – *Given*;
- решаемые уравнения, в которых должен использоваться знак символического (логического) равенства;
- выражения с функциями *Find* и *Mineer* (рис. 14).

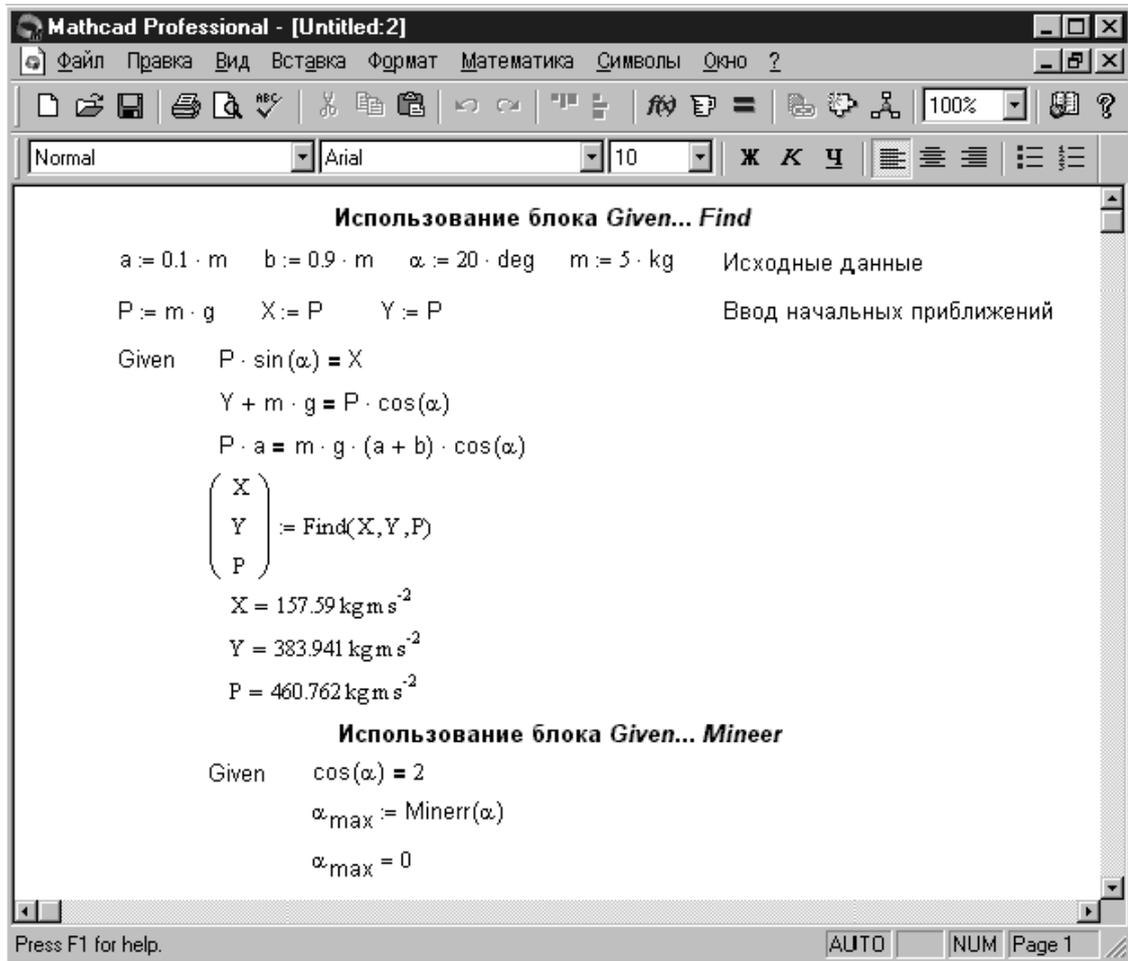


Рисунок 14. Примеры использования расчетных блоков

В заключение решения рекомендуется дополнить блок проверкой решения системы. В блоке может использоваться одна из функций:

Find (*var1*, *var2*, ...) – возвращает значение для точного решения;

Mineer (*var1*, *var2*, ...) – находит приближенное решение.

Первая используется, когда решение реально существует (хотя может и не являться аналитическим). Вторая пытается найти максимальное приближение к несуществующему решению путем минимизации среднеквадратичной погрешности решения.

Векторно-матричное решение системы линейных уравнений

MathCAD позволяет решать широкий круг задач линейной алгебры, используя встроенные векторно-матричные функции и операторы математической палитры «Матрицы». К примеру, если задана матрица *A* и вектор *B* для си-

системы линейных уравнений в матричной форме записи $A \cdot X = B$, то вектор решения можно получить из выражения $X = A^{-1} \cdot B$. Если уравнений n , размерность вектора B должна быть тоже n , а матрицы A – $n \times n$. Поскольку решение систем линейных уравнений – довольно распространенная задача, то в *MathCAD* введена встроенная функция $lsolve(A, B)$. Варианты векторно-матричного решения системы уравнений, рассмотренной в примере, приведены на рис. 15.

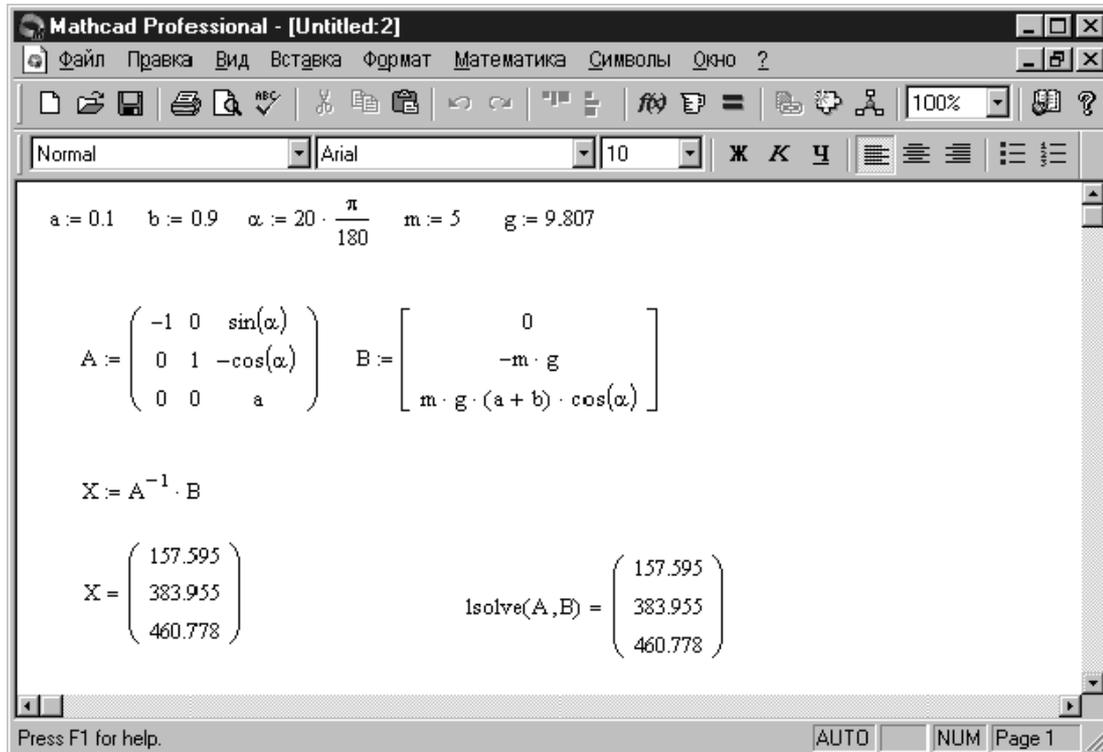


Рисунок 15. Примеры векторно-матричного решения

Аналитическое решение уравнений

Для проведения аналитических выкладок и преобразований *MathCAD 2000 Professional* дополнен символьным ядром (процессором), аналогичным применяемому в одной из самых мощных систем компьютерной алгебры – *Maple*. Операции, относящиеся к работе символьного процессора, содержатся в подменю позиции *Символы (Symbolic)* главного меню, для реализации которых можно также использовать соответствующую математическую палитру.

При нахождении символьного решения системы уравнений может использоваться блок *Given... Find*. Отличие от применения данного блока для численного решения заключается в том, что в этом случае начальные приближения для решений не задаются и вместо оператора присваивания “:=” употребляется оператор символьного вывода “→”, вводимый из соответствующей палитры.

Содержание

Рабочая программа для специальности 230201	4
Лабораторные работы	10
Примеры автоматизации решения задач в среде <i>MathCAD 2000</i>	26

Илья Евгеньевич ЕРЕМИН

*доцент кафедры Информационных и управляющих систем АмГУ,
кандидат физико-математических наук, доцент*

Пакеты прикладных программ для специальности 230102
кафедры «Информационные и управляющие системы»:
учебно-методический комплекс дисциплины.

Издательство АмГУ.