

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 25.08.2023 12:45:52
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Основы компьютерного проектирования»
для направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного
питания
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Основы компьютерного проектирования являются: поэтапное формирование у студентов следующих знаний, умений и владений:

- изучение и освоение базовых понятий, методов и алгоритмов, применяемых при разработке компьютерных моделей;
- формирование взгляда на компьютерное проектирование как на систематическую научно-практическую деятельность, носящую как теоретический, так и прикладной характер;
- формирование базовых теоретических понятий, лежащих в основе компьютерного проектирования;
- освоение студентами методов решения задач проектирования и расчета параметров электрических схем и машин с использованием современных информационных технологий.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение навыков эксплуатации систем автоматизированного проектирования в своей отрасли, ориентированных на решение профессиональных задач.
- изучение методов компьютерного проектирования;

Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-2УК-1 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации	Выбирает и применяет прикладное программное обеспечение для решения конкретных инженерных задач; оценивает эффективность применения альтернативных элементов математического обеспечения САПР в конкретных ситуациях
ОПК-1 Способен понимать принципы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1 ОПК - 1 Использует современные средства сбора, передачи и обработки информации для моделирования, проектирования, разработки и оформления проектной, конструкторской и технической документации в профессиональной деятельности ИД-2 ОПК - 1 Применяет информационные технологии для решения технических задач в профессиональной деятельности с учетом основных	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	требований информационной безопасности	
--	--	--

НАИМЕНОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
<u>4 семестр</u>			
10	Тема 1. Ввод и редактирование формул в MathCAD	1,5	
11	Тема 2. Переменные и выражения с переменными. Использование функций.	1,5	
12	Тема 3. Комплексные числа в MathCAD и их применение в профессиональной сфере	1,5	
13	Тема 4. Графики функций.	1,5	
	ИТОГО	6	

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практическая работа 1. Тема Ввод и редактирование формул в MathCAD

Цель работы:

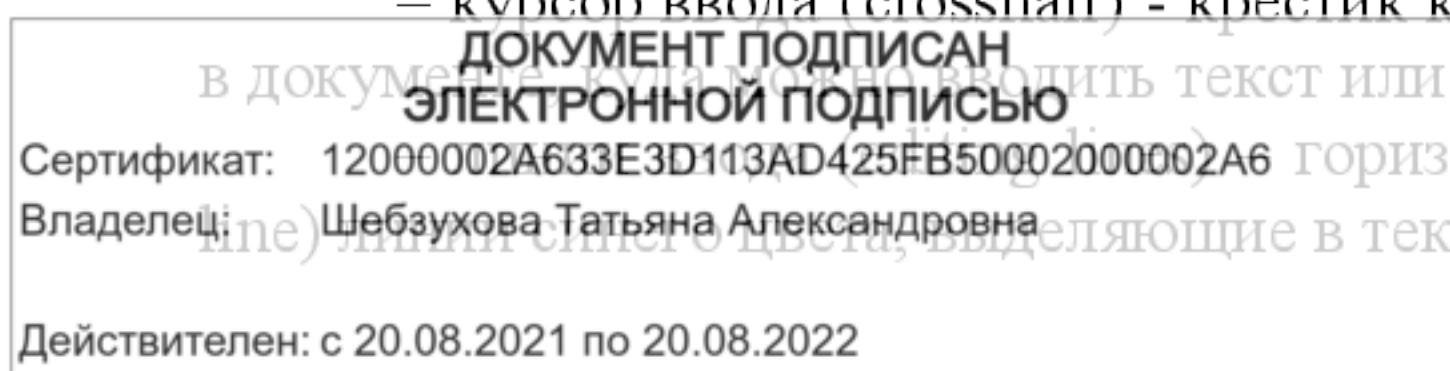
Изучить интерфейс программы MathCAD, научиться задавать значения переменных и вводить формулы с использованием переменных и констант, использовать стандартные функции MathCAD.

Теоретическая часть.

Формульный редактор MathCAD позволяет быстро и эффективно вводить и изменять математические выражения. Тем не менее, некоторые аспекты его применения не совсем интуитивны, что связано с необходимостью избежать ошибок при расчетах по этим формулам. Поэтому не пожалейте немного времени на знакомство с особенностями формульного редактора, и впоследствии при реальной работе вы сэкономите гораздо больше.

Перечислим элементы интерфейса редактора MathCAD:

- указатель мыши (mouse pointer) – играет обычную для приложений Windows роль, следуя за движениями мыши;
- курсор – обязательно находится внутри документа в одном из трех видов:
- курсор ввода (crosshair) - крестик красного цвета, который отмечает пустое место в документе, куда можно вводить текст или формулу;



- курсор вставки (insertion point) - крестик зеленого цвета, выделяющие в тексте или формуле определенную часть;

- линия ввода текста (text insertion point) – вертикальная линия, аналог линий ввода для текстовых областей;
- местозаполнители (placeholders) – появляются внутри незавершенных формул в местах, которые должны быть заполнены символом или оператором:
- местозаполнитель символа – черный прямоугольник;
- местозаполнитель оператора – черная прямоугольная рамка.

Курсоры и местозаполнители, относящиеся к редактированию формул, представлены на рис. 1.

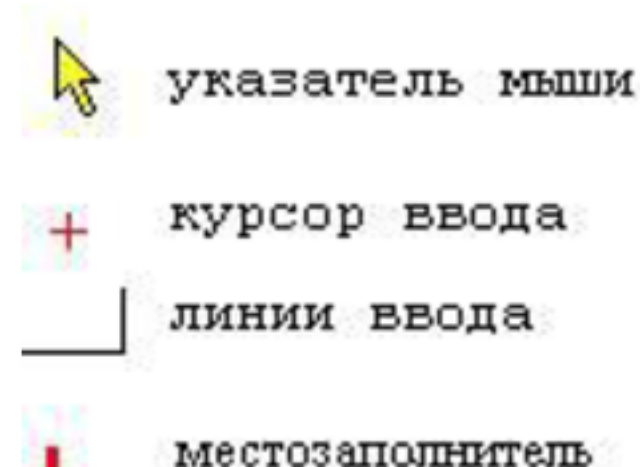


Рис. 1 Интерфейс редактирования

Ввод формул

Ввести математическое выражение можно в любом пустом месте документа MathCAD. Для этого поместите курсор ввода в желаемое место документа, щелкнув в нем мышью, и просто начинайте вводить формулу, нажимая клавиши на клавиатуре. При этом в документе создается математическая область (math region), которая предназначена для хранения формул, интерпретируемых процессором MathCAD. Продемонстрируем последовательность действий на примере ввода выражения x^{5+x} (рис. 1.4):

1. Щелкните мышью, обозначив место ввода.
2. Нажмите клавишу <x> - в этом месте вместо курсора ввода появится регион с формулой, содержащей один символ x, причем он будет выделен линиями ввода.
3. Введите оператор возведения в степень, нажав клавишу <^>, либо выбрав кнопку возведения в степень на панели инструментов Calculator (Калькулятор) - в формуле появится местозаполнитель для введения значения степени, а линии ввода выделяют этот местозаполнитель.
4. Последовательно введите остальные символы <5>, <+>, <x>.

Таким образом, поместить формулу в документ можно, просто начиная вводить символы, числа или операторы, например + или /. Во всех этих случаях на месте курсора ввода создается математическая область, иначе называемая регионом, с формулой, содержащей и линии ввода. В последнем случае, если пользователь начинает ввод формулы с оператора, в зависимости от его типа, автоматически появляются и местозаполнители, без заполнения которых формула не будет восприниматься процессором MathCAD.



Рис. 2 Пример ввода формулы



Рис. 3 Пример начала ввода операторов

Перемещение линий ввода внутри формул

Чтобы изменить формулу, щелкните на ней мышью, поместив таким образом в ее область линии ввода, и перейдите к месту, которое хотите исправить. Перемещайте линии ввода в пределах формулы одним из двух способов:

- щелкая в нужном месте мышью;
- нажимая на клавиатуре клавиши - со стрелками, пробел и <Ins>;
- клавиши со стрелками имеют естественное назначение, переводя линии ввода вверх, вниз, влево или вправо;
- клавиша <Ins> переводит вертикальную линию ввода с одного конца горизонтальной линии ввода на противоположный;
- пробел предназначен для выделения различных частей формулы.

Если раз за разом нажимать клавишу пробела в формуле, пример ввода которой рассмотрен выше (см. рис. 3), то линии ввода будут циклически изменять свое положение, как это показано на рис. 4. Если в ситуации, показанной сверху на этом рисунке, нажать стрелку <-, то линии ввода переместятся влево (рис. 5). При нажатии пробела теперь линии ввода будут попеременно выделять одну из двух частей формулы.

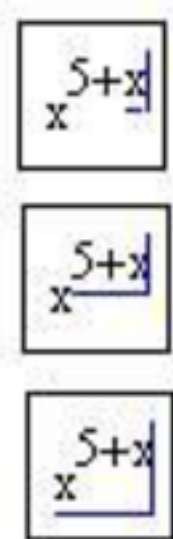


Рис. 4 Изменение положения линий ввода с помощью пробела

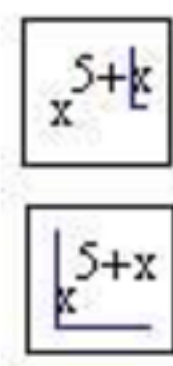


Рис. 5 Изменение положения линий ввода пробелом после сдвига стрелкой

Таким образом, комбинация клавиш со стрелками и пробела позволяет легко перемещаться внутри формул. Иногда поместить линии ввода в нужное место формулы с помощью указателя мыши непросто. Поэтому в MathCAD для этого лучше использовать клавиатуру.

Оборудование и материалы

Персональный компьютер, программа MathCAD.

Указания по технике безопасности:

Соответствие техники безопасности по работе с компьютерной техникой.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Ввод формул

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задания

Откройте панель Калькулятор  и панель Оценка .

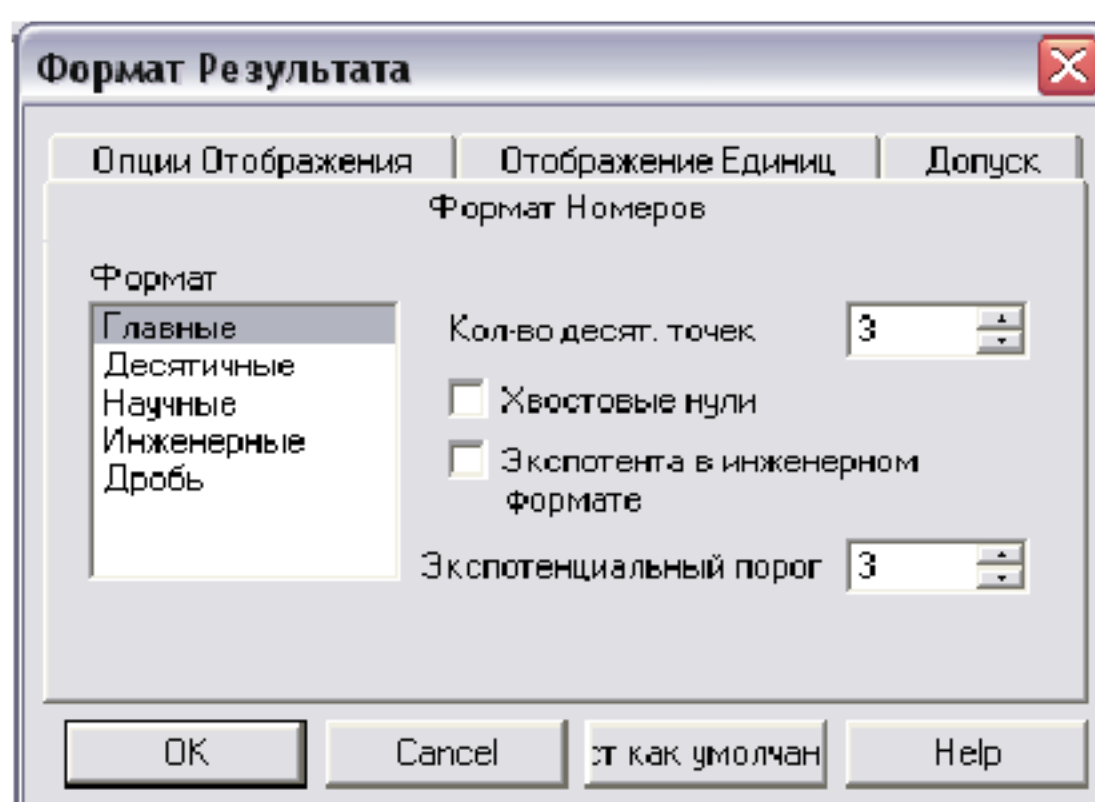
Наберите текст: $2+3=$ - на экране появится результат вычисления выражения – число 5.

Наберите текст $1.25*2.44=$ - на экране появится результат вычисления выражения – число 3.05.

Наберите текст $1.5/8$ при этом на экране появится выражение в привычном нами виде $\frac{1.5}{8}$. При наборе подобных и более сложных выражений необходимо следить за курсором ввода в виде $_$ или $_$, окаймляющего часть выражения. Изменение окаймления осуществляется по клавише “пробел” на клавиатуре. Изменение $_$ на $_$ и наоборот выполняется по клавише [Ins], а продвижение курсора $_$ или $_$ выполняется клавишами [→] и [←]. В данном случае при нажатии клавиши “пробел” выражение примет вид: $\frac{1.5}{8}$. После нажатия клавиши [=] получим результат: 0.188.

При вводе выражений можно использовать математические функции с панели *Калькулятор* или более сложные функции по клавише  на стандартной панели инструментов. Так, если вы щелкните мышью по Sin на панели *Калькулятор*, то в документе на соответствующем месте появится Sin(■). Вместо ■ наберите аргумент функции в виде числа или константного выражения.

По умолчанию результат всех выражений вычисляется с точностью до 3-х знаков после запятой. Точность вычислений можно изменить. Для этого на выражении (оно будет выделено черной рамкой) щелкните два раза левой кнопкой мышки. Появится диалоговое окно *Формат результата (Result Format)*:



Установите закладку *Формат Номеров (Number Format)*, тип формата: “Главное” (General) и в поле ввода *Кол-во десят. точек* нужное число значащих цифр результата, например 6.

Поле ввода *Экспоненциальный порог (Exponential threshold)* формата “Главное” указывает начиная с какого числа цифр целой части выводить число в экспоненциальной форме. Так, если это значение задать равным 2, то число 887.55 будет выведено в экспоненциальной

Перемещение объектов в документе: подведите мышку к требуемому объекту; этот объект будет выделен черной рамкой; перемещая мышку добейтесь появления указателя в виде кисти руки; нажмите левую кнопку мышки и переместите объект в другое место.

Редактирование формул.

При наборе формул возможно появление ошибок набора. Кнопка  на стандартной панели инструментов позволяет отменить последнее действие, выполненное при редактировании, т.е. вернуться к тексту, набранному ранее.

Пример редактирования операнда выражения приведен ниже (в примере показана замена операнда 26 на число 13). Запишите в листе MathCAD следующее выражение. Для того, чтобы подвести черту дроби под всем числителем, нужно написать его, а затем нажимать клавишу «Пробел» пока синий указатель курсора не протянется под всем выражением. После чего нажать клавишу «/» и написать знаменатель.

$$\frac{\sqrt{26} \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Позиционируем курсор мыши за число 6 и щелчком левой кнопкой мыши

$$\frac{\sqrt{} \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Дважды нажимаем клавишу Backspace

$$\frac{\sqrt{13} \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Набираем число 13

Изменение операций выражения производится в зависимости от того, унарная операция или бинарная.

Пример изменения унарной операции приведен ниже (в примере изменена операция квадратного корня на операцию Sin):

$$\frac{\sqrt{13} \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Позиционируем курсор ввода в режиме вставки

$$\frac{13 \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Нажимаем клавишу Backspace

$$\frac{\sin(13) \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

На панели Калькулятор выбираем функцию Sin

$$\frac{\sin(13) \cdot 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Устанавливаем курсор ввода в режиме вставки перед операцией умножения

$$\frac{\sin(13) \square 133 - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Нажимаем клавишу Backspace

$$\frac{\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Нажимаем клавишу / операции деления

Пример вставки бинарной операции приведен ниже (в примере осуществлена вставка операции деления):

$$\frac{\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Устанавливаем курсор ввода под вторым операндом операции деления

$$\frac{\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

На панели Калькулятор выбираем операцию деления

$$\frac{32 \cdot \left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15 \right)}{\ln(4) + 5}$$

Набираем первый операнд операции деления

Если мы попытаемся, как в предыдущем примере, вставить операцию вычитания, то потерпим неудачу, так как эту операцию Mathcad воспринимает как знак перед выражением:

$$\frac{- \left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15 \right)}{\ln(4) + 5}$$

Избежать этого очень просто:

$$\frac{32 \cdot - \left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15 \right)}{\ln(4) + 5}$$

Набираем первый аргумент операции вычитания

$$\frac{32 - \left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15 \right)}{\ln(4) + 5}$$

Два раза нажимаем клавишу Del
для удаления операции умножения

Очень часто приходится заключать часть выражения в скобки, например для изменения порядка вычислений. Это осуществляется следующим образом:

$$\frac{\frac{\sin(13)}{133} - 3 \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Устанавливаем курсор ввода под выражением,
которое хотим взять в скобки

$$\frac{\left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \right) \cdot 15}{\ln(4) + 5}$$

Нажимаем клавишу '[' апостроф

При необходимости в уже сформированное выражение можно вставить часть повторяющегося выражения:

$$\frac{\left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \right) \cdot 15}{\ln(4) + 3 + \blacksquare}$$

Операндом сложения является повторяющаяся
часть выражения

$$\frac{\left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \right) \cdot 15}{\ln(4) + 3 + \blacksquare}$$

Выделяем повторяющуюся часть выражения

С помощью клавиши  на стандартной панели инструментов копируем выделенное выражение в буфер. Устанавливаем курсор ввода на операнд выражения и по клавише  вставляем скопированное выражение:

$$\frac{\left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \right) \cdot 15}{\ln(4) + 3 + \left(\frac{\sin(13)}{133} - 3 \right)}$$

Содержание отчета : выполненную работу сохранить в папке под своей фамилией и показать преподавателю

Контрольные вопросы

1. Какие методы ввода формул используются при использовании мыши?
2. Какие методы ввода формул используются при использовании клавиатуры?
3. Как в формулу вставить повторяющееся выражение?
4. Как переместить курсор в нужное место формулы?
5. Как выделить формулу?

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6. Как редактировать формулу?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва : Форум, 2014. – 448 с.
2. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : [учеб. пособие*]. – М. : КНОРУС, 2013. – 330 с.
3. Хлебников, А. А. Информационные технологии : учебник / А. А. Хлебников. – М. : КноРус, 2014. – 472 с.
4. MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии Пожарская Г. И., Назаров Д. М. Издатель: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016

Практическая работа 2. Переменные и выражения с переменными.

Использование функций

Цель работы:

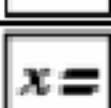
Изучить способы задания переменных с нужной точностью, задание диапазонов переменных, создавать и использовать функции от непрерывного и дискретного аргумента.

Теоретическая часть.

В MathCAD формулы могут размещаться в любом месте рабочего документа MathCAD. Чтобы подвести курсор к нужному месту, не видимому в настоящий момент в окне, можно использовать полосы прокрутки, как в любой программе для Windows. Подобно другим программам для Windows, MathCAD содержит полосу меню. Чтобы вызвать меню, достаточно щелкнуть по нему мышью или нажать клавишу Alt вместе с подчеркнутым символом. Например, для вызова меню Файл нужно нажать Alt-Ф. Ниже полосы меню находится панель инструментов. Многие команды меню можно быстро вызвать, нажав кнопку на панели инструментов. Для того чтобы узнать, что делает кнопка, достаточно подвести к ней указатель «мышь», и появится строка сообщения.

Прямо под панелью инструментов располагается панель Форматирование. Она содержит шаблоны выбора и кнопки, используемые для задания характеристик шрифтов в уравнениях и в тексте. Каждая кнопка в панели инструментов Математика, открывает в свою очередь новую панель инструментов. Эти панели инструментов служат для вставки операторов, греческих букв, графиков и т. п. В таблице 1.1 приведен список панелей инструментов.

Таблица 1.1

Кнопка	Панель инструментов
	Общие арифметические операторы
	Знак равенства. Знаки отношения
	Различные двух- и трехмерные графики
	Матричные и векторные операции
	Производные, интегралы и пределы. Ряды и произведения
	Программные структуры
	Греческие буквы
	Знаки вычисления и операторы
	Операторы символьных вычислений

Основным преимуществом MathCAD по сравнению с обычным калькулятором являются возможность возвращения к ранее выполненным расчетам и внесения в них изменений. После внесения изменений MathCAD позволяет провести перерасчет всех выражений без их повторного набора. MathCAD также дает возможность сохранить все расчеты в виде файла и вернуться к ним в любое время.

Оборудование и материалы.

Персональный компьютер, программа MathCAD.

Указания по технике безопасности:

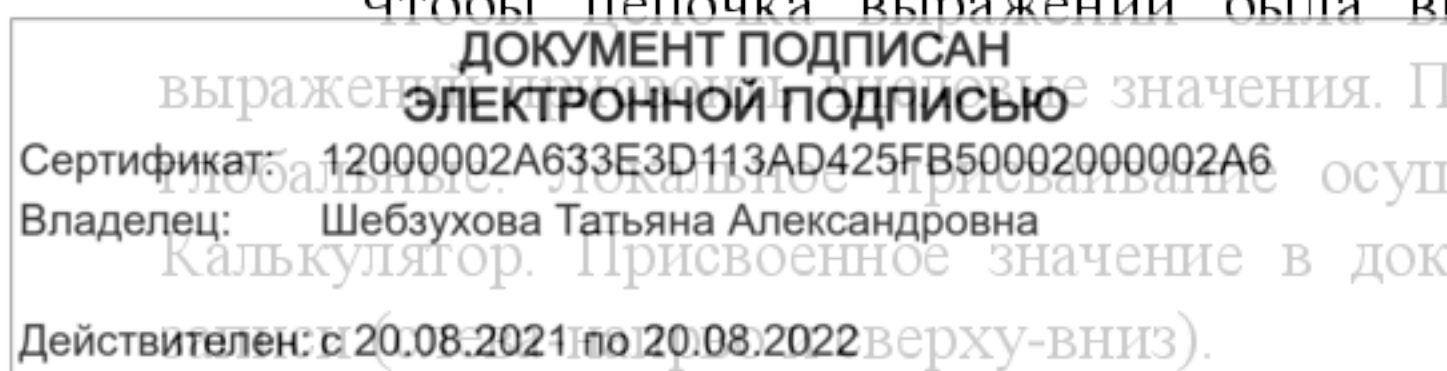
Соответствуют технике безопасности по работе с компьютерной техникой.

Задания

Очень часто приходится выполнять выражения или цепочки выражений с использованием переменных. Переменная в MathCad – это идентификатор, которому присваивается числовое значение и который используется в выражениях. Идентификатор – это набор букв и цифр, первым из которых должна быть буква; буквы могут быть латинскими или греческими с соответствующей панели; малые и большие буквы различаются; в качестве цифры может использоваться символ подчеркивания _. Имеется возможность определения идентификаторов с нижним индексом. Для этого перед указанием нижнего индекса необходимо нажать клавишу [.] (точку) и затем набрать индекс, например $\Psi_{\min}$. Идентификатор с индексом по внешнему виду практически не отличается от элемента одномерного массива. Чисто визуально идентификатор с индексом отличается немного большим удалением индекса вправо в сравнении с элементом массива.

При выполнении цепочки выражений последовательность вычислений в документе определяется слева-направо и сверху-вниз.

Чтобы цепочка выражений была вычислена, необходимо всем переменным из выражения присвоить значения. Присваивания бывают двух видов: локальные и глобальные. Локальное присваивание осуществляется нажатием символа := на панели Калькулятор. Присвоенное значение в документе начинает действовать с момента его выполнения (сверху-вниз).



Глобальное присваивание действует в пределах всего документа независимо от места его определения. Глобальное присваивание определяется символом $\equiv$ с панели Оценка. Ниже приведен пример цепочки выражений с использованием локального (для x) и глобального (для a) присваивания:

$$x := 1 \quad y := x + 3 - \cos(x^2) \quad z := x + y + a$$

$$x := 2 \quad \mu := \frac{y \cdot z}{a} + e^x$$

$$\mu = 15.992 \quad \boxed{a \equiv 3}$$

Конструирование выражений осуществляется аналогично константным выражениям. Промежуточные присваивания переменным осуществляются, как это видно, символом $:=$, окончательные ответы выражений определяются нажатием клавиши [=] на клавиатуре.

В качестве элементов выражения могут использоваться функции определенных интегралов, сумм и произведений с панели Исчисление. Для этого достаточно щелкнуть мышкой по соответствующей функции, чтобы ее трафаретка была перенесена на место курсора. Далее, на место метки ■ поместить соответствующие значения. Пример выражения с использованием функций панели Исчисление приведен ниже:

$$x := 12 \quad y := \int_1^3 \cos(x^2) dx + x^4 + \sum_{i=1}^5 (x + i^2)(\sin(i \cdot x) + 4)$$

+

Среди набора стандартных функций обратим внимание на необычную функцию If, которая используется для присваивания числового значения по условию. Синтаксис функции If:

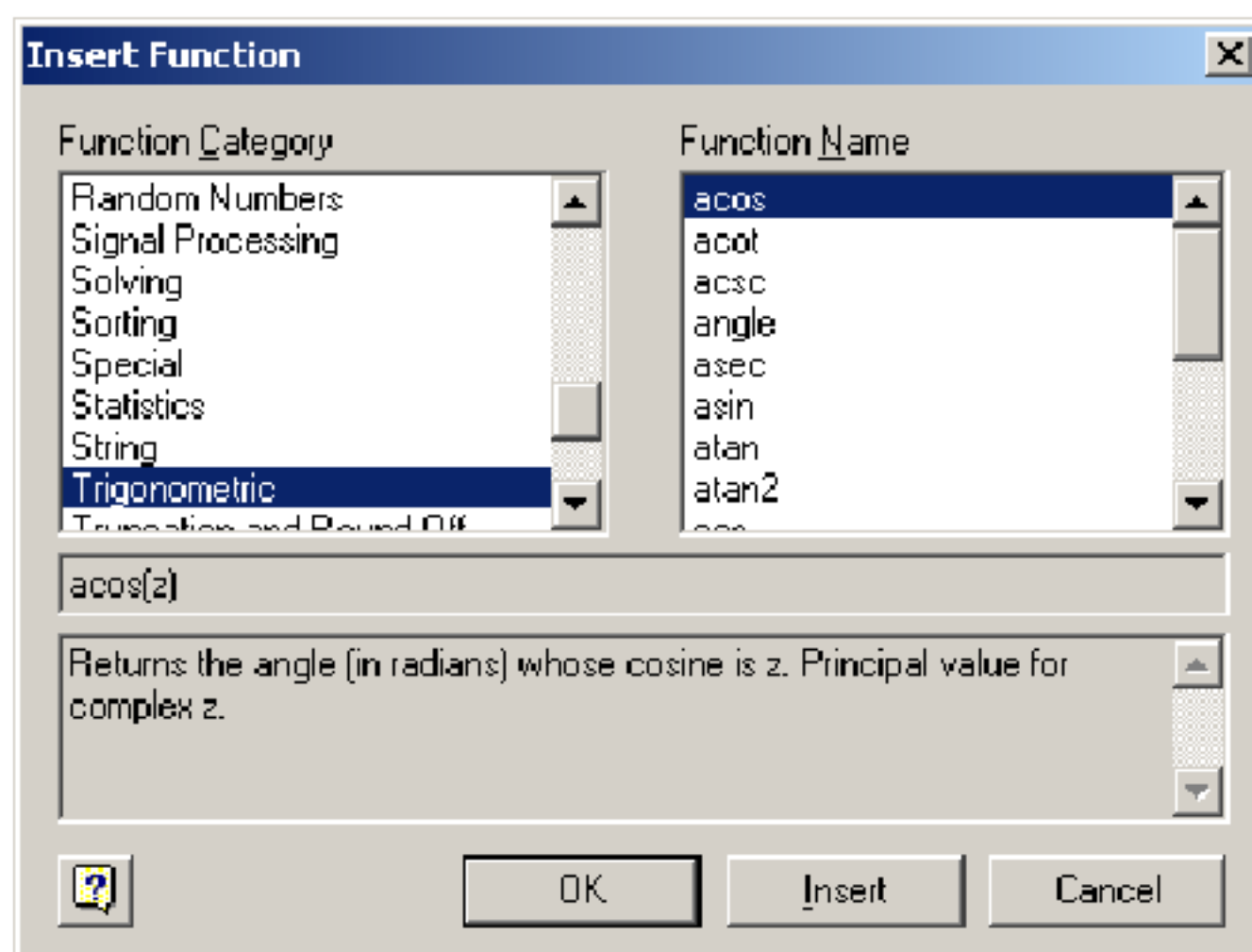
If(условие, значение при выполнении условия, значение при невыполнении условия)

Пример использования функции If приведен ниже:

$$x := 12 \quad y := \sin(x) + \cos(x)$$

$$\text{if}(y \leq 0, 0, y) = 0.307 \quad \text{if}(y < 5, 0, y) = 0$$

Легче всего вводить имена встроенных функций с клавиатуры, как в примере с вычислением арккосинуса, но, чтобы избежать возможных ошибок в их написании, лучше выбрать другой путь (тем более что многие из них весьма сложны и имеют несколько аргументов, так что сложно запомнить имена и параметры всех функций наизусть).



Чтобы ввести встроенную функцию в выражение:

1. Определите место в выражении, куда следует вставить функцию.
2. Нажмите кнопку с надписью $f(x)$ на стандартной панели инструментов.
3. В списке **Function Category** (Категория функции) появившегося диалогового окна **Insert Function** (Вставить функцию) выберите категорию, к которой принадлежит функция, — в нашем случае это категория **Trigonometric** (Тригонометрические).
4. В списке **Function Name** (Имя функции) выберите имя встроенной функции, под которым она фигурирует в Mathcad: в нашем примере — арккосинуса (acos). В случае затруднения с выбором ориентируйтесь на подсказку, появляющуюся при выборе функции в нижнем текстовом поле диалогового окна **Insert Function**.
5. Нажмите кнопку **OK** — функция появится в документе.
6. Введите недостающие аргументы введенной функции (в нашем случае это число 0) в местозаполнителе, обозначаемом черным прямоугольником).

Для получения значения осталось лишь ввести знак (численного или символьного) вывода.

Собственные функции пользователя.

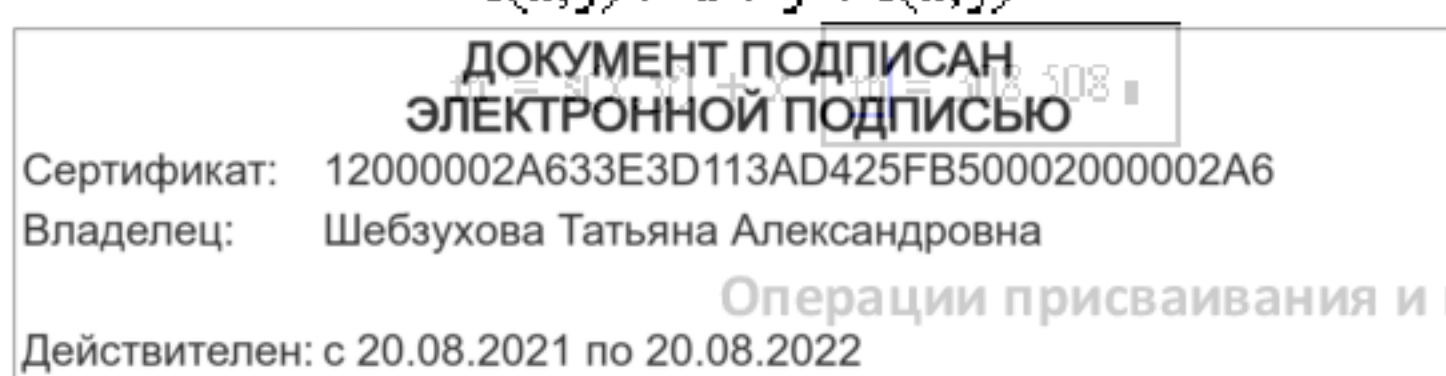
Помимо широкого набора стандартных функций в Mathcad возможно определение собственных функций пользователя. Тело этих функций может в общем случае содержать элементы программирования, что будет рассмотрено ниже. В простейшем случае функция может быть определена выражением пользователя. Функция определяется следующим образом:

имя_функции(аргументы):=выражение

где имя_функции — любой идентификатор; аргументы — список аргументов функции через запятую; выражение — любое выражение с использованием стандартных функций и функций пользователя, определенных в документе перед этим. Выражение должно содержать идентификаторы аргументов. Пример цепочки выражений с использованием функций пользователя приведен ниже:

$$x := 12 \quad y := x + \tan(x) \quad f(x, y) := x^2 + y^2$$

$$s(x, y) := x + y + f(x, y)$$



Операции присваивания и вычисления в электротехнике

Применим на практике операции присваивания. Рассчитаем эквивалентное сопротивление двух параллельно включенных резистивных элементов (резисторов) R1 и R2 (рис. 1.4). Нужно учитывать, что MATHCAD выполняет действия над выражениями в строго определенном порядке — блоки анализируются слева направо и сверху вниз. Это значит, что блоки нельзя располагать произвольно — блоки, необходимые для выполнения каких-либо операций, должны предшествовать блокам, выполняющим эти операции. В противном случае MATHCAD укажет на ошибку, выделит переменную, которая не определена, красным цветом.

Учитывая сказанное, следует сначала с помощью операции присваивания задать сопротивления резисторов.

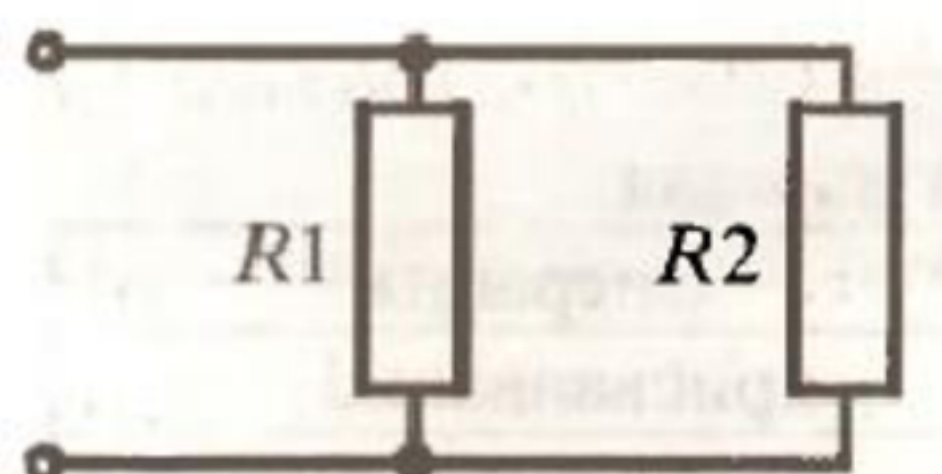


Рис. 1.4. Параллельное включение резисторов

Введите R1:10 [Tab] и R2:15 [Tab], Далее нужно написать формулу эквивалентного сопротивления R12 для параллельно соединенных резисторов $R12: R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$ [Tab], Чтобы получить результат вычислений, т.е. вывести значение R12, нужно набрать R12=. На экране дисплея это будет выглядеть следующим образом:

$$R1 := 10 \quad R2 := 15 \quad R12 := R1 \cdot \frac{R2}{(R1 + R2)} \quad R12 = 6$$

Чтобы запись была более привычной, можно выражение в числителе взять в скобки:

$$R1 := 10 \quad R2 := 15 \quad R12 := \frac{(R1 \cdot R2)}{(R1 + R2)} \quad R12 = 6$$

Проще набрать формулу для R12 следующим образом:

R12: R1*R2 [Space]/R1+R2 [Tab], На экране получим

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$R12 := \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \quad R12 = 6$$

Есть еще один способ получить формулу для R12 в таком же виде. Введите R12:/. Вы получите дробь, в которую отдельно введите числитель и знаменатель. После нескольких упражнений в вычислениях Вы сами определите, как лучше вводить математические действия и где нужно ставить скобки, а где нет. Полезно запомнить, что в случае сомнения лучше поставить выражение в скобки, чем написать его без скобок. Скобки не повредят.

Содержание отчета : выполненную работу сохранить в папке под своей фамилией и показать преподавателю

Контрольные вопросы

1. Как вставить греческую букву в лист?
2. Как создать глобальную константу?
3. Как задаются аргументы функции?
4. Какие встроенные функции используются в MathCAD?
5. Как создать функцию пользователя?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва : Форум, 2014. – 448 с.
2. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : [учеб. пособие*]. – М. : КНОРУС, 2013. – 330 с.
3. Хлебников, А. А. Информационные технологии : учебник / А. А. Хлебников. – М. : КноРус, 2014. – 472 с.
4. MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии Пожарская Г. И., Назаров Д. М. Издатель: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016

Практическая работа 3. Комплексные числа в MathCAD и их применение в электротехнических расчетах

Цель работы:

Изучить основные функции для работы с комплексными числами, способы задания мнимой единицы.

Теоретическая часть.

Mathcad воспринимает комплексные числа в форме $a + bi$, где a и b — обычные числа. Можно использовать букву j вместо i , если это удобнее.

Комплексные числа могут также возникать в результате вычислений, даже если все исходные значения вещественны. Например, если вычислить $\sqrt{-1}$, Mathcad вернёт i .

Хотя можно вводить мнимые числа, сопровождая их i или j , Mathcad обычно отображает их сопровождаемыми i . Чтобы Mathcad показывал мнимые числа с j , выберите **Формат числа** из меню **Математика**, нажмите на кнопку “Глобальный” и

переключите **ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

удьте, что нельзя использовать i или j сами по себе для задания мнимой единицы. Нужно всегда печатать $1i$ или $1j$, в противном случае

Mathcad истолкует i или j как переменную. Когда курсор покидает выражение, содержащее li или lj , Mathcad скрывает избыточную 1.

Специальные операции над комплексными числами

В Mathcad есть следующие специальные функции и операторы для работы с комплексными числами:

$\text{Re}(z)$	Вещественная часть z .
$\text{Im}(z)$	Мнимая часть z .
$\arg(z)$	Угол в комплексной плоскости между вещественной осью и z . Возвращает результат между $-\pi$ и π радиан.
$ z $	Модуль z . Чтобы записать модуль от выражения, заключите его в выделяющую рамку и нажмите клавишу с вертикальной полосой $ $.
$\overline{z}$	Число, комплексно сопряженное к z . Чтобы применить к выражению оператор сопряжения, выделите выражение, затем нажмите двойную кавычку $(\prime)$. Число, сопряжённое к $a + bi$ есть $a - bi$.

Рисунок 2 показывает некоторые примеры использования комплексных чисел в Mathcad.

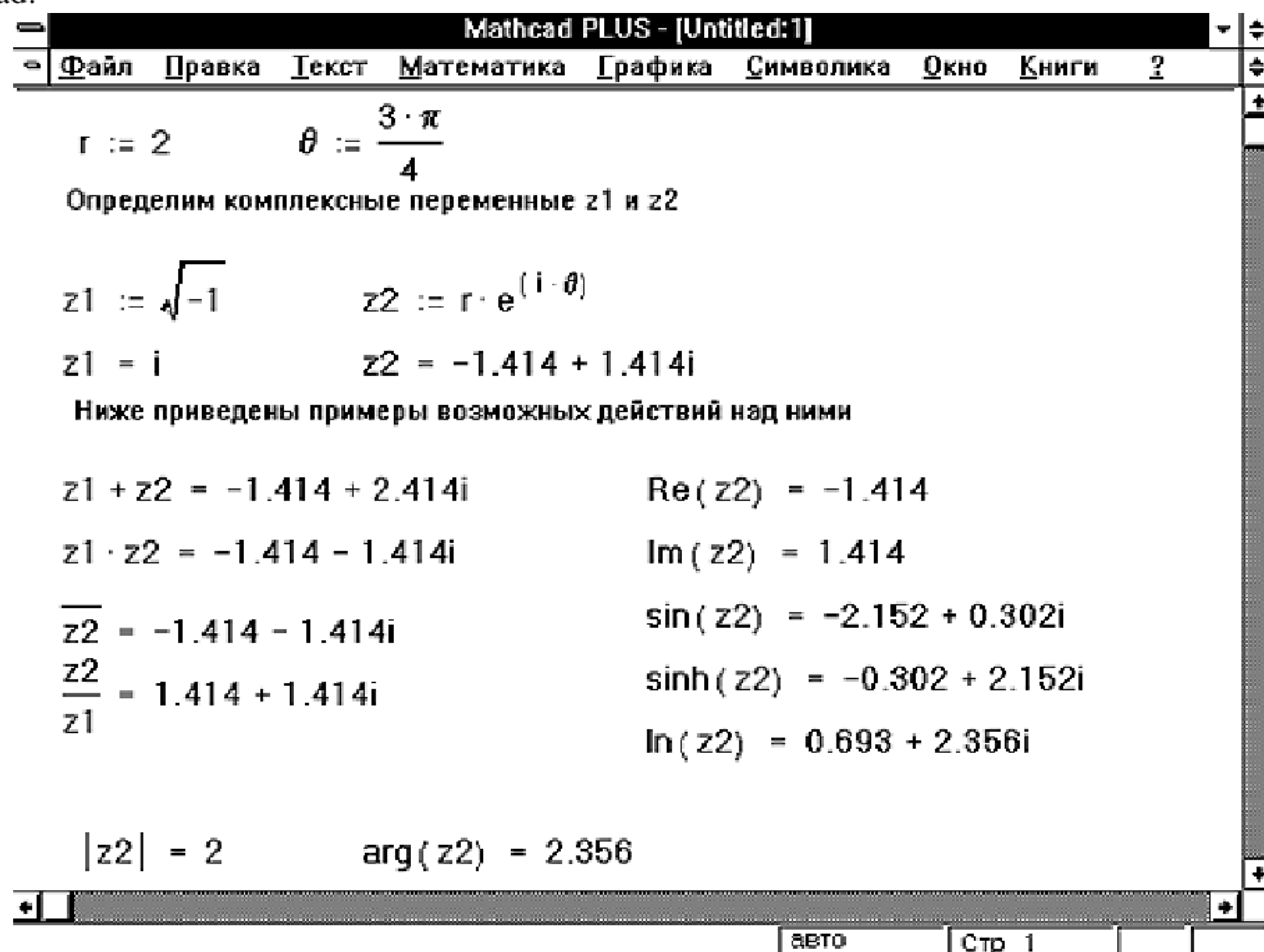


Рисунок 2: Комплексные числа в Mathcad.

Многозначные функции

При использовании в комплексной области многие функции, о которых мы привыкли думать как о возвращающих одно значение, становятся многозначными.

Общее правило состоит в том, что для многозначной функции Mathcad всегда возвращает значение, составляющее на комплексной плоскости самый маленький положительный угол с положительным направлением действительной оси. Оно называется главным значением.

На документе подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
-1 составляет 180 градусов.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$(-1)^{1/3}$, Mathcad вернёт $.5 + .866i$, хотя мы
1. Дело в том, что $.5 + .866i$ составляет с
оси угол только в 60 градусов, в то время как

Единственное исключение из этого правила — оператор n -ого корня. Этот оператор возвращает вещественный корень всякий раз, когда это возможно. Рисунок 3 показывает эту особенность.

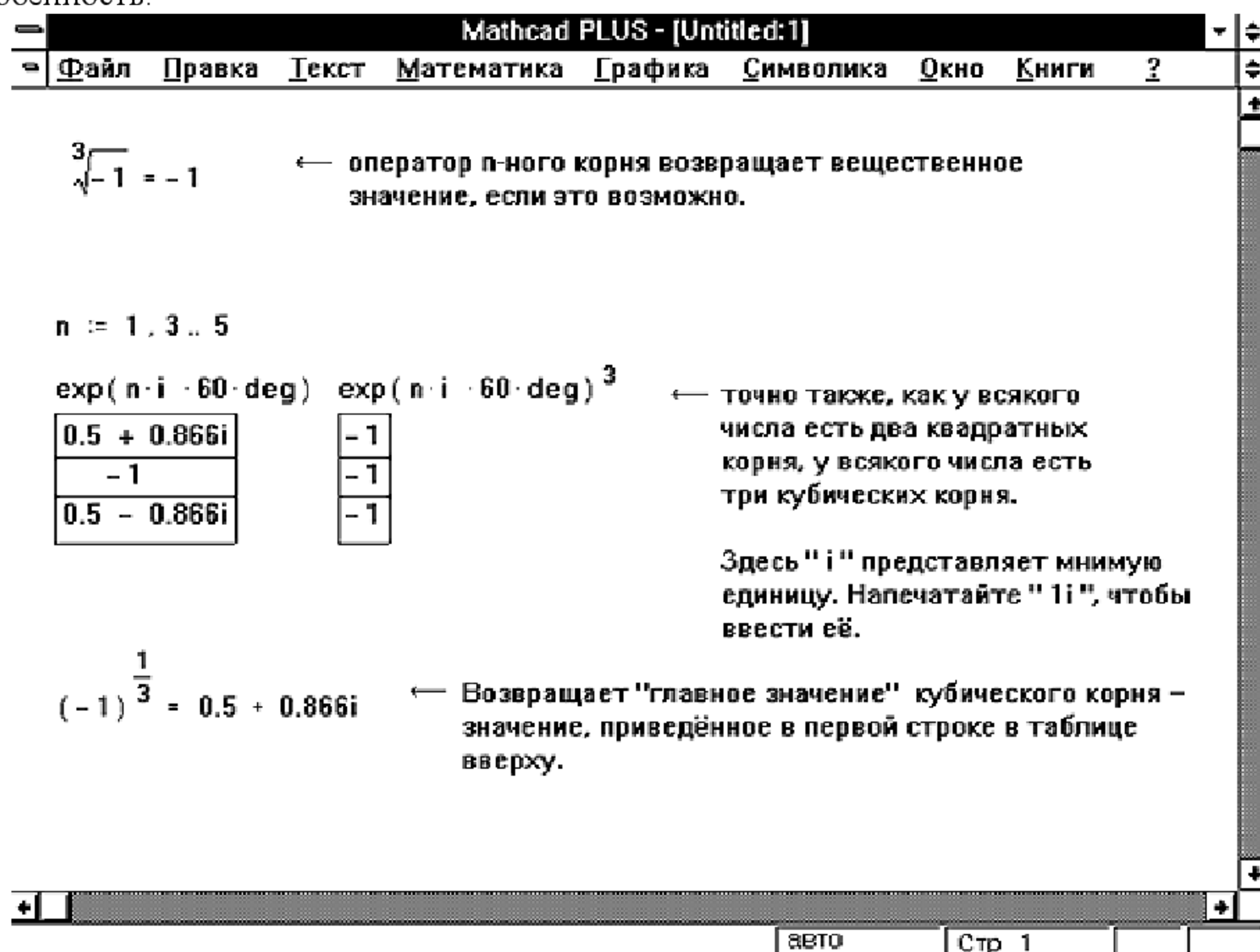


Рисунок 3: Нахождение вещественных корней n -ой степени из отрицательного числа.

Оборудование и материалы

Персональный компьютер, программа MathCAD.

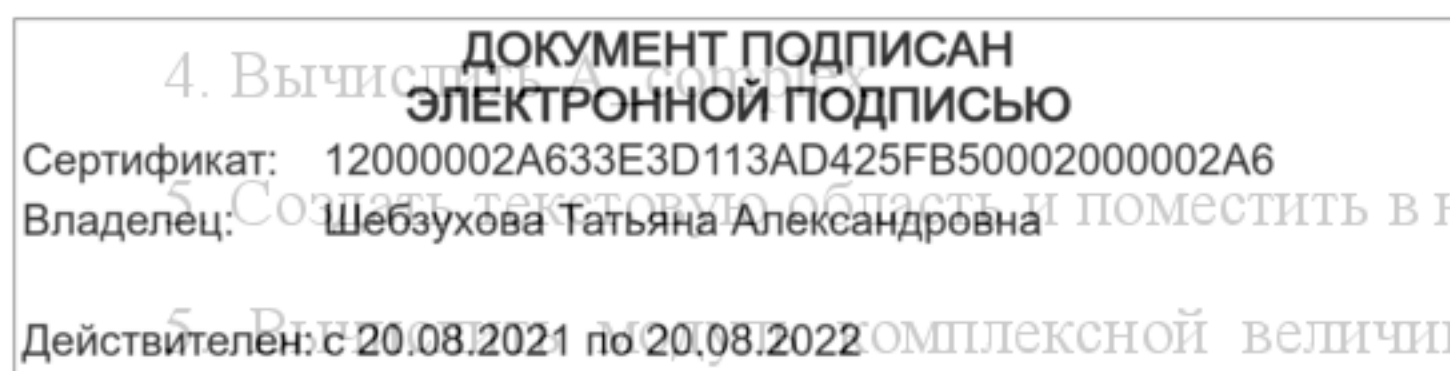
Указания по технике безопасности:

Соответствуют технике безопасности по работе с компьютерной техникой.

Задания

Требуется выполнить вычисления приведённого примера и своего варианта

1. Создать новый файл. Организовать текстовую область (см. пример 2).
2. Задать мнимую единицу в виде $i = -1$ или $j = -1$.
3. В выражении A (см. самостоятельную работу №1) одну из переменных (например, x) сделать мнимой (умножить на i или j). Поместить значение выражения в переменную A_{complex} .



4. Вычислить A_{complex} и поместить в нее надпись (см. пример 2).
5. Создать текстовую область и поместить в нее надпись (см. пример 2).

Вычислить модуль комплексной величины, поместив его в переменную $modul$.

Набрать имя переменной `modul`, затем оператор присваивания `:=`, затем имя переменной `A_complex`, затем знак модуля (взять с панели Арифметика или ввести знак `|` с клавиатуры).

6. Вычислить действительную и мнимую части комплексной величины с помощью встроенных функций `Re()` и `Im()`, поместив значения в переменные `real_part` и `imag_part`.

7. Вычислить аргумент комплексной величины с помощью встроенной функции `arg()`, поместив значение в переменную `argument`.

8. Создать текстовую область и поместить в нее надпись (см. пример 2).

9. Вычислить модуль, аргумент и само комплексное число, используя математические

представления $|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$, $\varphi = \arctg \frac{y}{x}$, $z = |z|e^{i\varphi}$, где z – комплексное число, x , y – действительная и мнимая части, φ – аргумент. Значения поместить в переменные `modul1`, `argument1`, `A_complex1`. Сравнить со значениями, рассчитанными с использованием встроенных функций.

10. Второй вариант задания мнимой единицы. Удалить область с записью $i = -1$. Переменные i в выражениях будут красного цвета, что означает ошибку. Поставить курсор перед переменной i и набрать 1 , т.е. $1i$. Выполнить щелчок вне области выражения, при этом 1 исчезнет. Исправить таким образом все ошибки.

11. Сохранить файл с именем `task2_фамилия`.

Комплексные числа в ЭЭ

Комплексное число в алгебраической форме может быть задано с помощью функции присваивания в виде `Z1:=3 + 4i` или `Z2:= 3 + 4j`. Выводиться оба числа будут одинаково в зависимости от того, какое обозначение (i или j) установлено для мнимой единицы.

В случае, если комплексное число задается не численными значениями, а математическим выражением, то ввод j после мнимой части даст ошибку. В этом случае для мнимой части перед j надо поставить знак умножения ($\cdot$). Но перед этим обязательно надо определить i как мнимую единицу. Комплекс в этом случае задается так:

на вводе	на экране
<code>i:=-1</code>	<code>j:=√-1</code>
<code>Z3: 120*cos(1) + 120* sin(1)*j</code>	<code>Z3 := 120 cos(1) + 120 sin(1) j</code>
	(присваивание)
<code>Z3 =</code>	<code>Z3 = 64.836 + 100.977j (вывод)</code>

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Пример 2.

Задание №2, вариант 1

$$i := \sqrt{-1} \quad x := 1$$

$$A_{\text{complex}} := \frac{(x \cdot i)^2 + y^2}{\sqrt{1 \cdot x - y}} + i \cdot x^{\frac{-1}{2}} y^{\frac{1}{5}}$$

$$A_{\text{complex}} = 0.461 - 0.804i$$

Вычисления с помощью встроенных функций

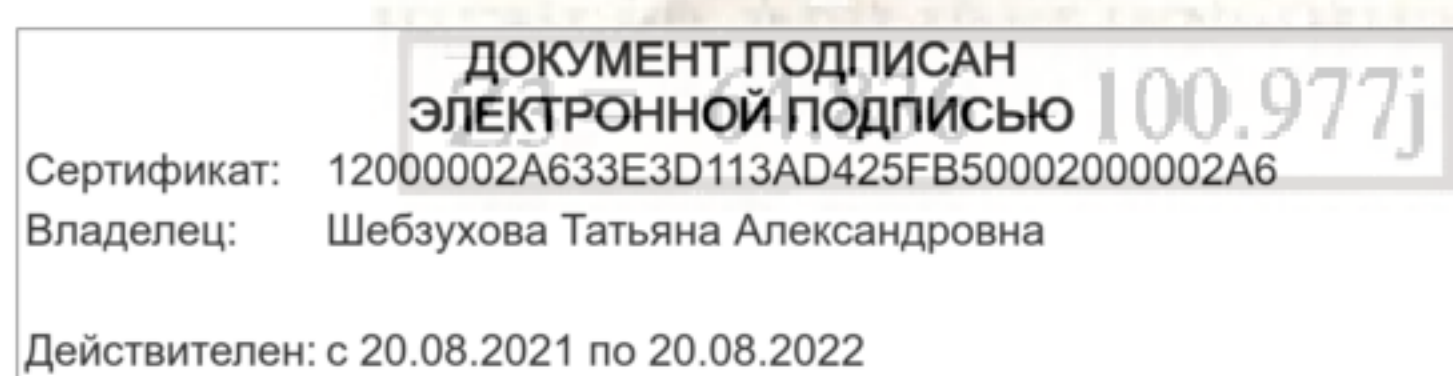
$\text{modul} := A_{\text{complex}} $	$\text{modul} = 0.927$
$\text{real_part} := \text{Re}(A_{\text{complex}})$	$\text{real_part} = 0.461$
$\text{imag_part} := \text{Im}(A_{\text{complex}})$	$\text{imag_part} = -0.804$
$\text{argument} := \text{arg}(A_{\text{complex}})$	$\text{argument} = -1.05$

Вычисления по формулам

$\text{modul1} := \sqrt{\text{real_part}^2 + \text{imag_part}^2}$	$\text{modul1} = 0.927$
$\text{argument1} := \text{atan}\left(\frac{\text{imag_part}}{\text{real_part}}\right)$	$\text{argument1} = -1.05$
$A_{\text{complex1}} := \text{modul} \cdot e^{i \cdot \text{argument}}$	$A_{\text{complex1}} = 0.461 - 0.804i$

Отметим, что в новых версиях MATHCAD знак умножения между числом 120 и функциями — синусом и косинусом можно не ставить. Это не будет восприниматься как ошибка.

Действительная часть комплексного числа берется с помощью функции Re (например, $\text{Re}(Z3)=64.836$), а мнимая часть — с помощью функции Im (например, $\text{Im}(Z3)=100.977$). Модуль комплексного числа выделяется с помощью функции $|Z3|=120$, которая вводится нажатием клавиш $[[]]$ Z3. Аргумент комплексного числа, т.е. показатель степени при показательной форме записи, который равен начальной фазе соответствующей синусоидальной функции, выделяется с помощью функции $\text{arg}(Z3)=1$. Здесь аргумент указан в радианах. Чтобы получить сопряженное комплексное число (принятое в MATHCAD обозначение с верхней чертой), нужно после комплексного числа поставить кавычки. Например, если ввести $Z3''=$, то на экране дисплея получим



Комплексные числа можно вводить и в показательной форме, например, $Z:50*\exp(1.2j)$ или $Z:50*e^{1.2j}$.

Далее действия с комплексными числами рассмотрим при расчете электрической цепи, схема которой приведена на рис. 1.5 и 1.6.

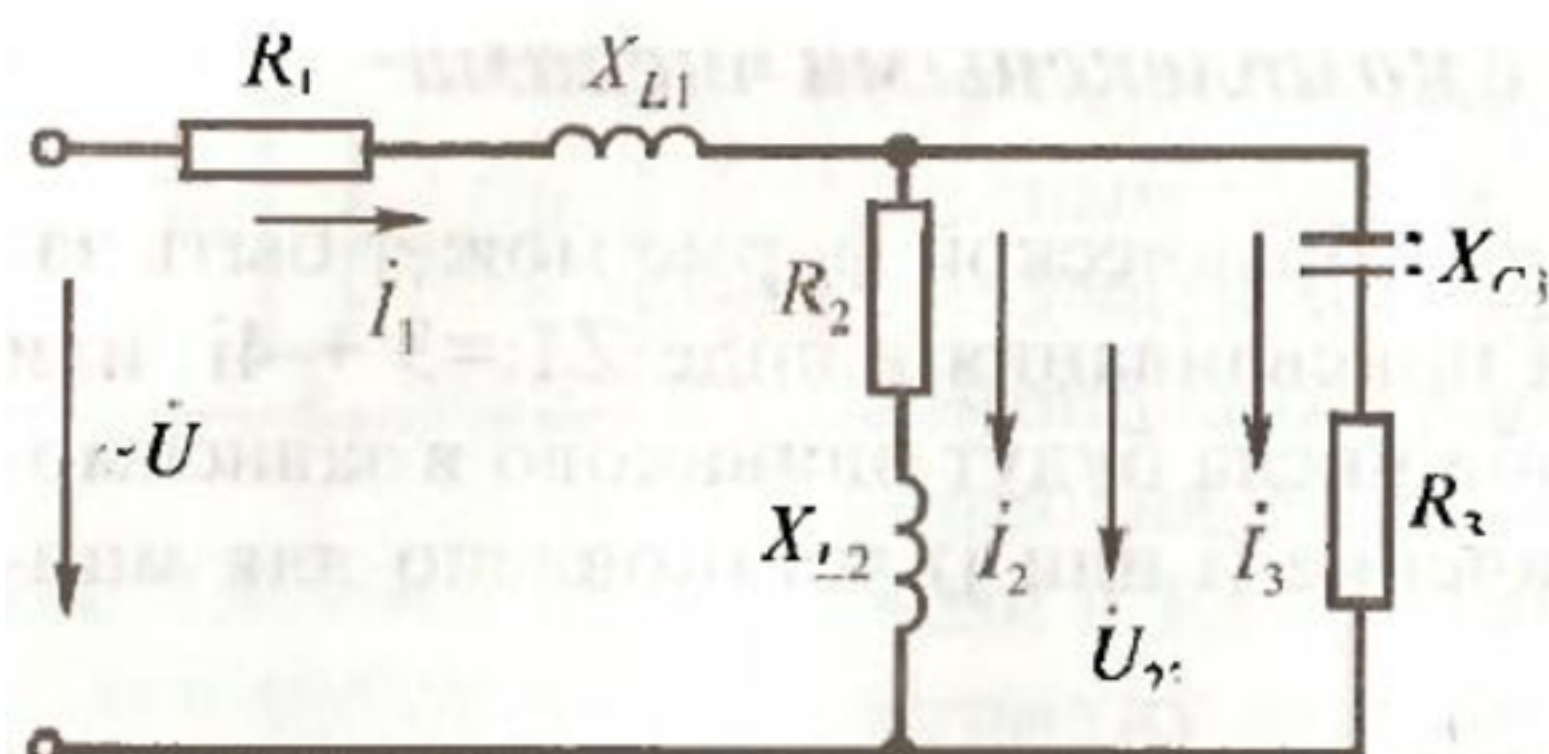


Рис. 1.5. Электрическая цепь со смешанным соединением приемников

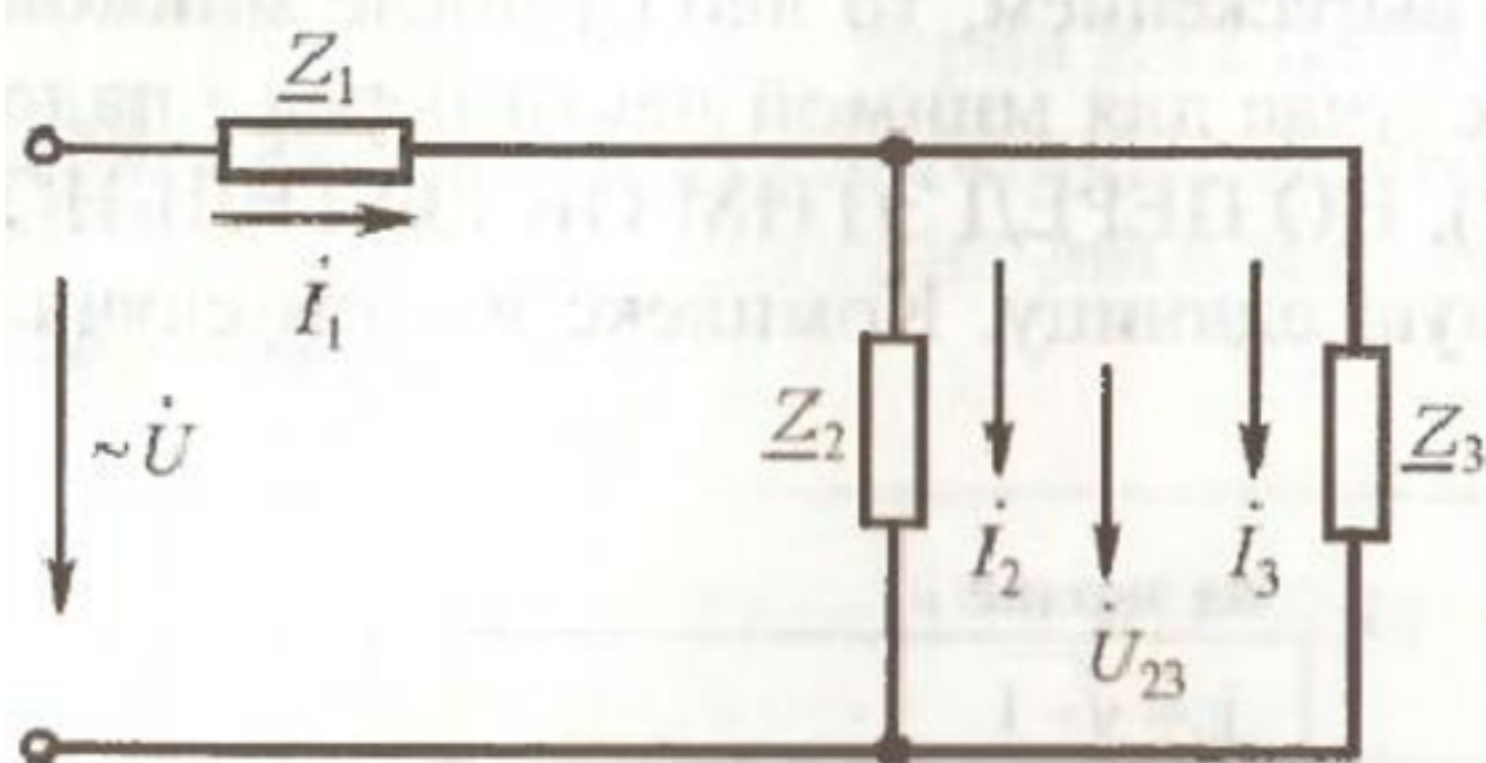


Рис. 1.6. Электрическая цепь со смешанным соединением приемников при расчете ее комплексным методом

На рис. 1.7 представлена копия экрана в системе MATHCAD с расчетом указанной цепи, введите самостоятельно приведенные на рис. 1.7 выражения.

Пример 1. Расчет электрической цепи переменного тока, представленной на рис. 1.5 и 1.6 комплексным методом.

Дано: $U := 220$ $Z_1 := 2 + 3j$ $Z_2 := 3 + 4j$ $Z_3 := 5 - 12j$

Значения сопротивлений даны в омах, а напряжение в вольтах.
Найти токи в каждой ветви и мощность, потребляемую из сети.

Решение:

Эквивалентное
сопротивление всей цепи: $Z_e := Z_1 + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3}$ $Z_e = 6.938 + 5.938j$

Ток в неразветвленной части: $I_1 := \frac{U}{Z_e}$ $I_1 = 18.304 - 15.666j$

Напряжение на разветвленном участке цепи:

$U_{23} := U - I_1 \cdot Z_1$ $U_{23} = 136.395 - 23.581j$

Токи в параллельных ветвях: $I_2 := \frac{U_{23}}{Z_2}$ $I_3 := \frac{U_{23}}{Z_3}$

$I_2 = 12.594 - 24.653j$ $I_3 = 5.71 + 8.987j$

Полная мощность: $S := U \cdot \overline{I_1}$ $S = 4.027 \times 10^3 + 3.446j \times 10^3$

Активная мощность в ваттах (действит. часть) $\text{Re}(S) = 4.027 \times 10^3$

Реактивная мощность в варах (мнимая часть) $\text{Im}(S) = 3.446 \times 10^3$

Модули токов (действующие значения в амперах)

$|I_1| = 24.093$ $|I_2| = 27.684$ $|I_3| = 10.648$

Аргументы токов (начальные фазы в радианах)

$\arg(I_1) = -0.708$ $\arg(I_2) = -1.098$ $\arg(I_3) = 1.005$

Рис. 1.7. Расчет электрической цепи переменного тока

Индексы у сопротивлений и токов можно вводить либо открывающей квадратной

скобкой (Z_1 , I_1). Надо только помнить, что в первом случае Z_j задается как

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Поскольку многие привыкли выражать углы не в радианах, а в градусах, то в MATHCAD предусмотрена и такая возможность. Аргументы тригонометрических функций можно записывать в градусах, ставя после них наименование deg. Например:

синус 30 градусов $\sin(30\text{deg})=0.5$,

косинус 30 градусов $\cos(30\text{deg})=0.866$,

синусоидальная функция $\sin(\omega t + 30\text{deg})$,

показательная функция $e^{j15\text{deg}}$

Чтобы перевести радианы в электрические градусы, нужно функцию разделить на deg. Например, арксинус от 0,5 равен 0,524 радиана или 30 градусов:

$$\text{asin}(0.5) = 0.524 \qquad \frac{\text{asin}(0.5)}{\text{deg}} = 30$$

В тексте комплексные величины обозначаются с точками наверху (/) или подчеркнуты прямой линией (z), а на экране дисплея в системе MATHCAD эти величины не имеют таких дополнительных обозначений. Отметим, что символы и идентификаторы, набранные в тексте курсивом, в системе MATHCAD набраны прямым шрифтом.

Контрольные вопросы

1. Как получить действительную часть комплексного числа?
2. Как получить мнимую часть комплексного числа?
3. Как перевести радианы в градусы?
4. Как найти модуль комплексного числа?
5. Как найти аргумент комплексного числа?
6. Как задается мнимая единица?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва : Форум, 2014. – 448 с.
2. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : [учеб. пособие*]. – М. : КНОРУС, 2013. – 330 с.
3. Хлебников, А. А. Информационные технологии : учебник / А. А. Хлебников. – М. : КноРус, 2014. – 472 с.
4. MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии Пожарская Г. И., Назаров Д. М. Издатель: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016

Практическая работа 4. Графики функций

Цель работы:

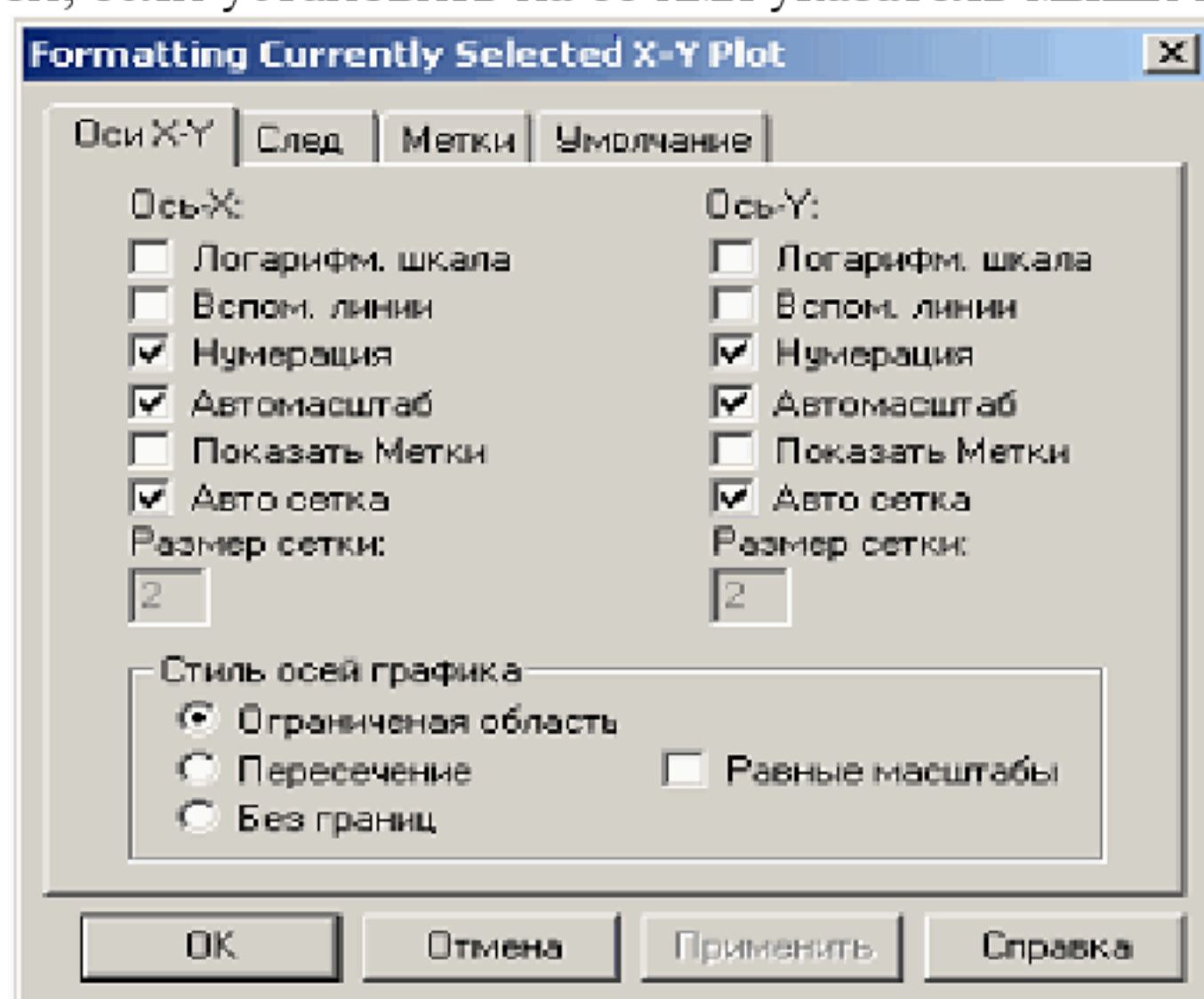
Изучить **ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ** редактирования графиков функций одной и двух переменных. Графиков в полярных координатах.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Форматирование двумерных графиков.

Для вывода окна форматирования двумерного графика достаточно поместить указатель мыши в область графика и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. В окне документа появится окно форматирования. Оно имеет ряд вкладок. Вкладка становится активной, если установить на ее имя указатель мыши и щелкнуть левой кнопкой.



Как видно на рисунке окно форматирования имеет четыре вкладки:
оси X-Y- задание параметров форматирования осей;
линии графика – задание параметров форматирования линий графика;
надписи – задание параметров форматирования меток осей;
по умолчанию – назначение установленных параметров форматирования параметрами по умолчанию.

1. Форматирование осей графика.

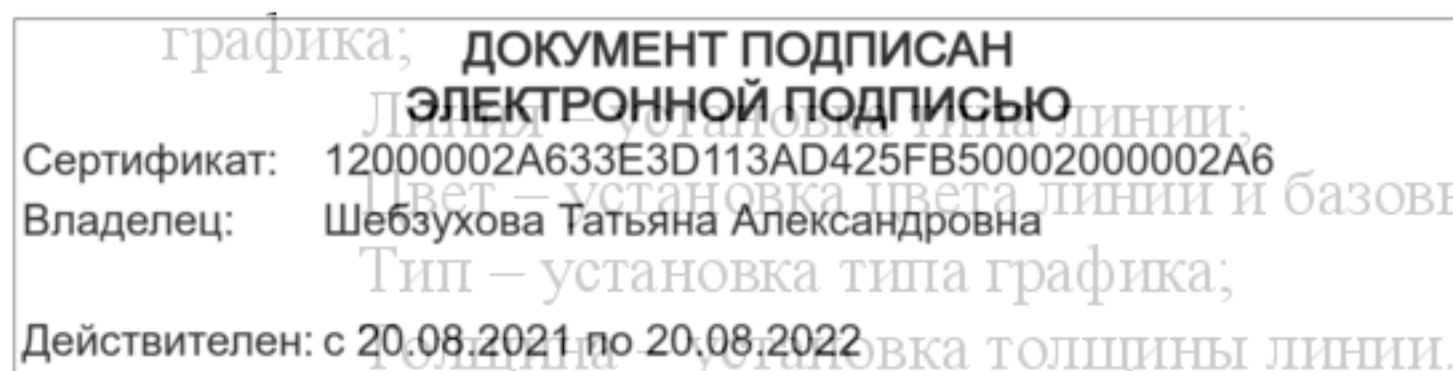
На вкладке X-Y оси содержатся следующие основные параметры, относящиеся к осям X и Y (Axis X и Axis Y):

- Логарифмический масштаб – установление логарифмического масштаба;
 - Линии сетки – установка линий масштабной сетки;
 - Пронумеровать – установка цифровых данных по осям;
 - Автомасштаб – автоматическое масштабирование графика;
 - Нанести риски – установка делений по осям;
 - Автосетка – автоматическая установка масштабных линий;
 - Число интервалов – установка заданного числа масштабных линий.
- Группа Стиль осей позволяет задать стиль отображения координатных осей:
- Рамка – оси в виде прямоугольника;
 - Визир – оси в виде креста;
 - Ничего – отсутствие осей;
 - Равные деления – установка одинакового масштаба по осям графика.

2. Форматирование линий графиков.

Эта вкладка служит для управления отображением линий, из которых строится график. На этой вкладке представлены следующие параметры:

- Метка легенды – выбор типа линии в легенде;
- Символ – выбор символа, который помещается на линию, для отметки базовых точек



Узловые точки (точки, для которых вычисляются координаты) графиков часто требуется выделить какой-нибудь фигурой. Список столбца Symbol позволяет выбрать следующие отметки для базовых точек графика каждой из функций:

ничего – без отметки;
 x's – наклонный крестик;
 +'x – прямой крестик;
 квадрат – квадрат;
 ромб – ромб;
 o's – окружность.

Список в столбце Линия позволяет выбрать типы линий: непрерывная, пунктирная, штрих-пунктирная.

Раскрывающийся список столбца Type позволяет выбрать следующие типы линий графика:

линия – построение линиями;
 точки – построение точками;
 интервалы – построение вертикальными черточками с оценкой интервала погрешностей;
 столбец – построение в виде столбцов гистограммы;
 ступенька – построение ступенчатой линией;
 протяжка – построение протяжкой от точки до точки.

3. Задание надписей на графиках.

Эта вкладка позволяет вводить в график дополнительные надписи. Для установки надписей служат поля ввода:

Заголовок – установка титульной надписи к рисунку;
 Ось X – установка надписи по оси X;
 Ось Y – установка надписи по оси Y.

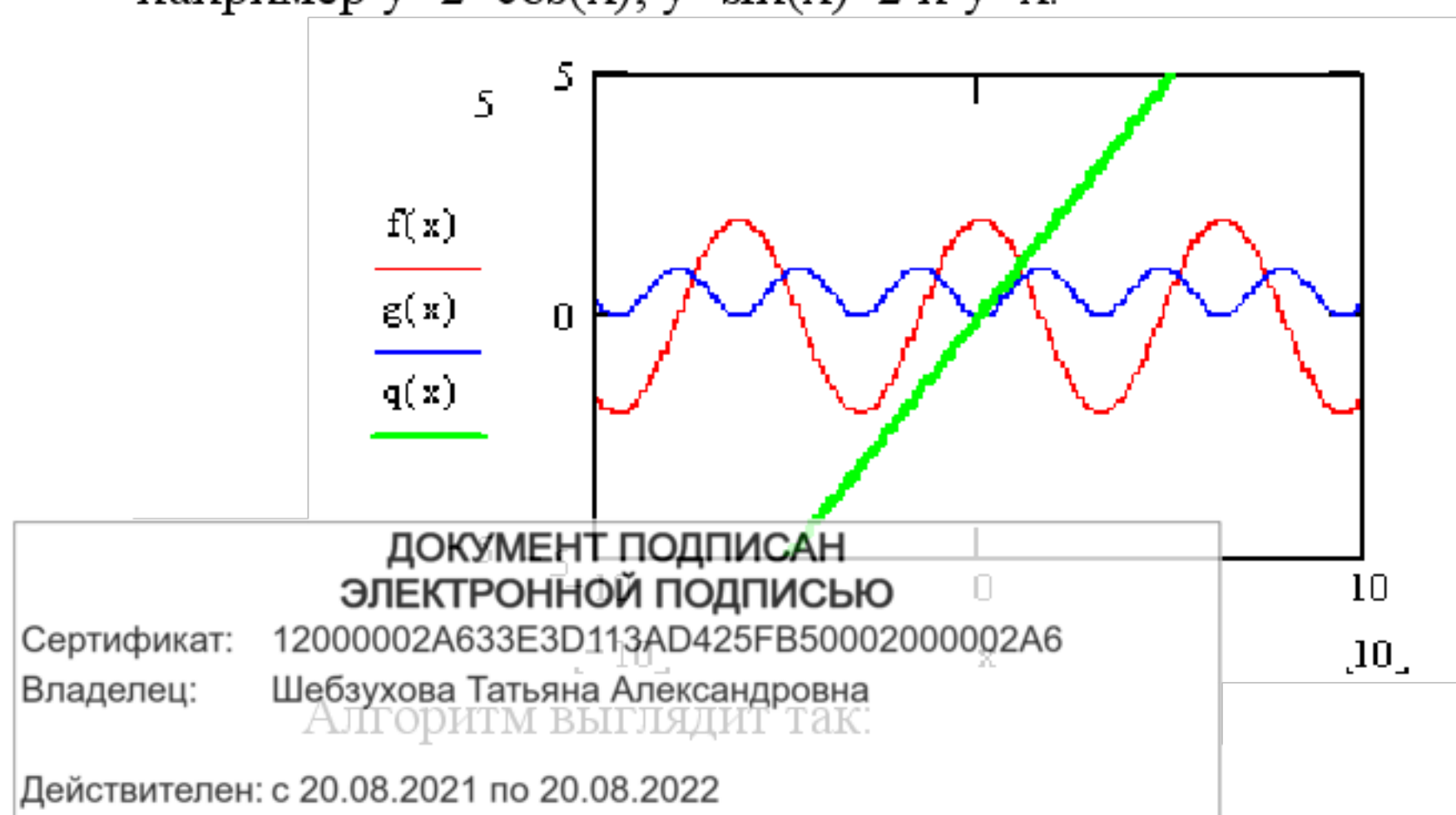
В группе Заголовок имеются переключатели сверху и снизу для установки титульной надписи либо над графиком, либо под ним.

4. Параметры графиков по умолчанию.

Вкладка "По умолчанию" позволяет назначить установленные на других вкладках параметры форматирования параметрами по умолчанию. Для этого служит флажок установки "использовать по умолчанию". Щелкнув на кнопке "вернуть значения по умолчанию" можно вернуть стандартные параметры графика.

*Постройте график функции $p(x)=5*x^6-3$, задав свой цвет и стиль кривой.*

А теперь рассмотрим, как на одном рисунке отобразить несколько графиков, например $y=2*\cos(x)$, $y=\sin(x)^2$ и $y=x$.



Задайте данные функции (обозначьте их, например $f(x)$, $g(x)$, $q(x)$):

$$f(x) := 2 \cdot \cos(x) \quad g(x) := \sin(x)^2 \quad q(x) := x$$

Вызвав шаблон графика, введите по оси X имя независимой переменной (или переменных, если их несколько), по оси Y введите $f(x)$, поставьте запятую (при этом первое выражение уходит вверх, а под ним появляется место ввода), введите $g(x)$, знак запятой и следующее выражение $q(x)$.

Отведя указатель мыши за пределы графика, щелкните левой кнопкой мыши – появится график с тремя кривыми.

*Постройте на одном рисунке графики функций $y=x^2+2*x$, $y=\operatorname{tg}(x)$, $y=x-5$.*

После того, как мы освоили построение двумерных графиков одной или нескольких функций, рассмотрим построение графиков поверхностей (трехмерные или 3D-графики). С помощью системы MathCad такие графики строятся даже проще, чем двумерные.

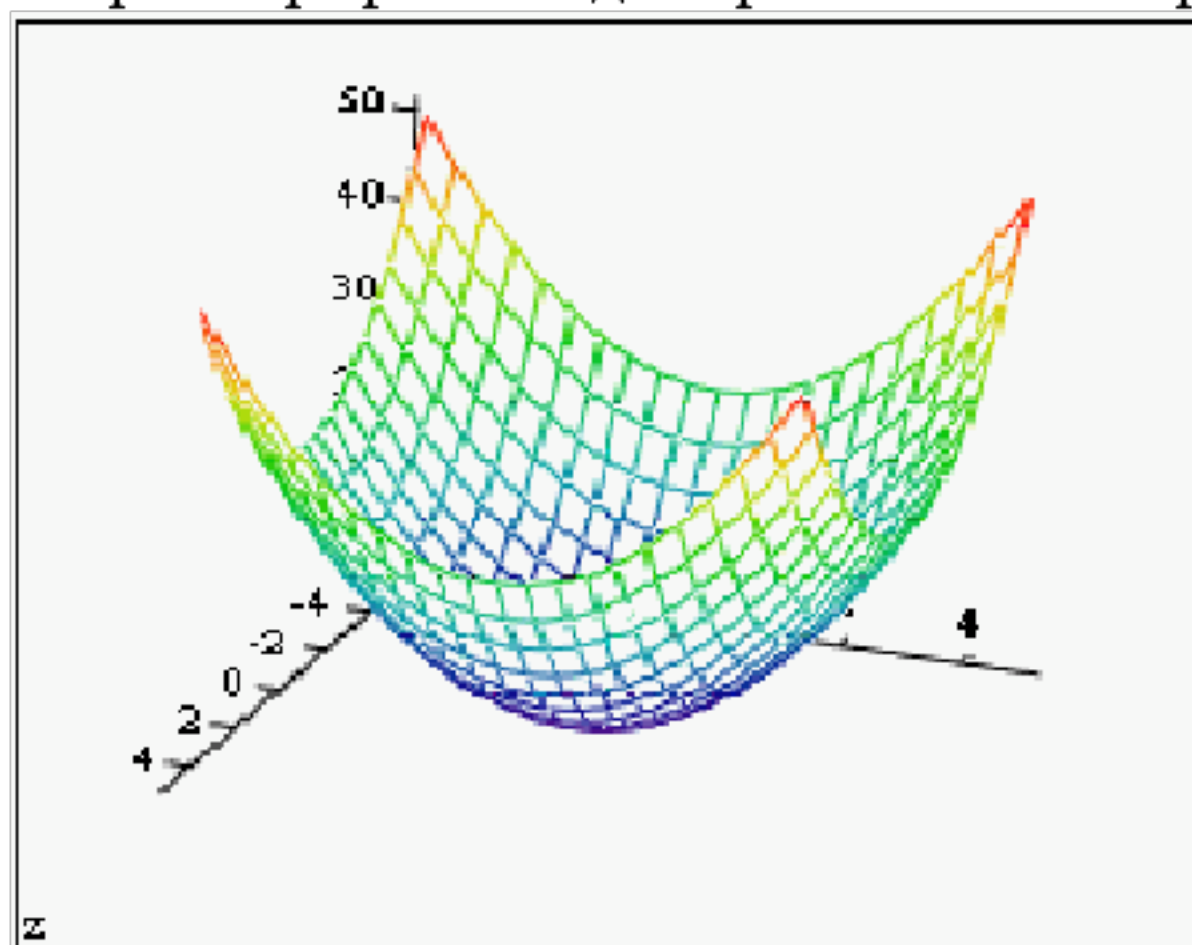
Построим график функции $z(x,y)=x^2+y^2$, для этого:

Задайте функцию двух переменных: $z(x,y) := x^2 + y^2$.

Используя палитру графики, введите шаблон трехмерного графика.

На единственное место ввода под шаблоном введите z .

Выведите курсор мыши за пределы графика и щелкните левой клавишей мыши – будет построен график в виде "проволочного каркаса".



Оборудование и материалы.

Персональный компьютер, программа MathCAD.

Указания по технике безопасности:

Соответствуют технике безопасности по работе с компьютерной техникой.

Задания

Построение графиков функции одной переменной.

На панели инструментов для ввода математических объектов щелкните на кнопке  - на экране появится панель построения графиков. На этой панели щелкните на кнопке с изображением двумерного графика  - на экране появится шаблон графика, как это показано на рисунке. Шаблон графика можно вывести также нажатием клавиши $[@]$. Введите на месте метки слева от оси X функцию, для которой строится график, например $\sin(x)^3$.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

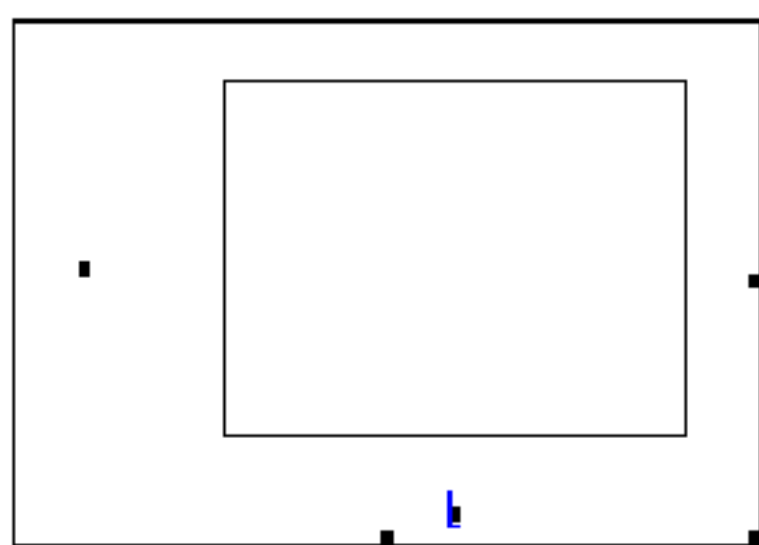


Рис.51.4

Поместите указатель мыши на область построения графика и щелкните левой кнопкой мыши – график будет построен (см. Рис.51.5).

Для перемещения графика в другое место листа необходимо поместить указатель мыши на рамку, чтобы появилась черная ладошка, и нажав левую кнопку мыши, перетащить график в другое место.

Для изменения размеров графика используются черные квадратики по центру и в углу рамки, при этом направление изменения границы графика указывается стрелкой.

На одной плоскости графика можно построить графики нескольких функций. Добавим к уже построенному графику на рис.51.5 еще один график $\cos(x)$. Для этого на выражении $\sin(x)^3$ рис.51.5 щелкните левой кнопкой мыши, появится маркер ввода в виде синего уголка. Добейтесь, чтобы этот маркер охватил все выражение $\sin(x)^3$. На клавиатуре наберите символ запятой, при этом маркер ввода переместится вниз на новое место. Наберите функцию нового графика $\cos(x)$. Выведите курсор мыши за поле графика и щелкните левой кнопкой. На графике будут построены две функции $\sin(x)^3$ и $\cos(x)$. Новый график к уже построенным функциям добавляется аналогично.

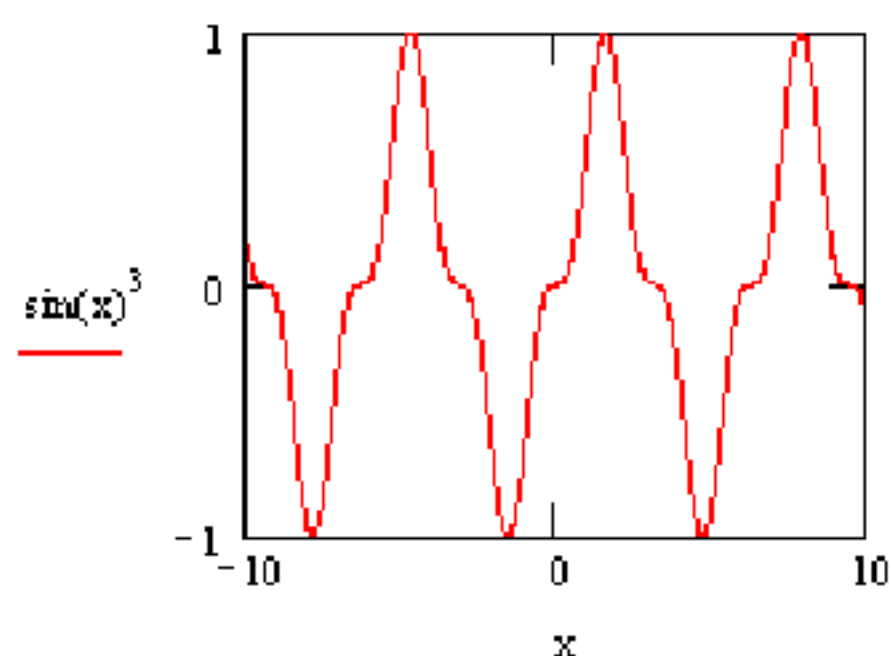


Рис.51.5

Стандартно диапазон изменения функций по оси Y определяется автоматически, а по оси X задается диапазон от -10 до +10. Диапазон по X можно изменить следующим образом. Подведите указатель мыши к шкале по оси X и щелкните левой кнопкой мыши. При этом ниже появятся метки для ввода пределов по оси X. Измените эти пределы. Аналогично меняется диапазон по оси Y.

По умолчанию графики строятся по точкам с автоматическим изменением шага по оси X. При очень сложных функциях возможна потеря информации и поэтому для них необходимо задавать свой шаг изменения по оси X. Это делается с использованием ранжированной переменной x, как это показано, например, на рис.51.6.

В случае, когда необходимо точное определение координат линии графика, переместите курсор мыши в поле графика и вызовите меню След. Выберите пункт меню След. Появится окно

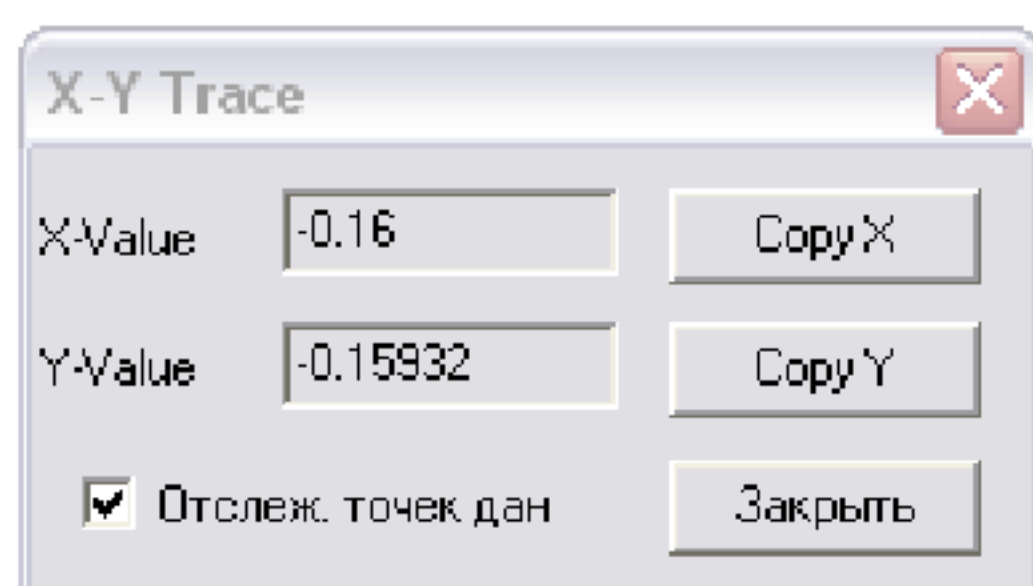
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

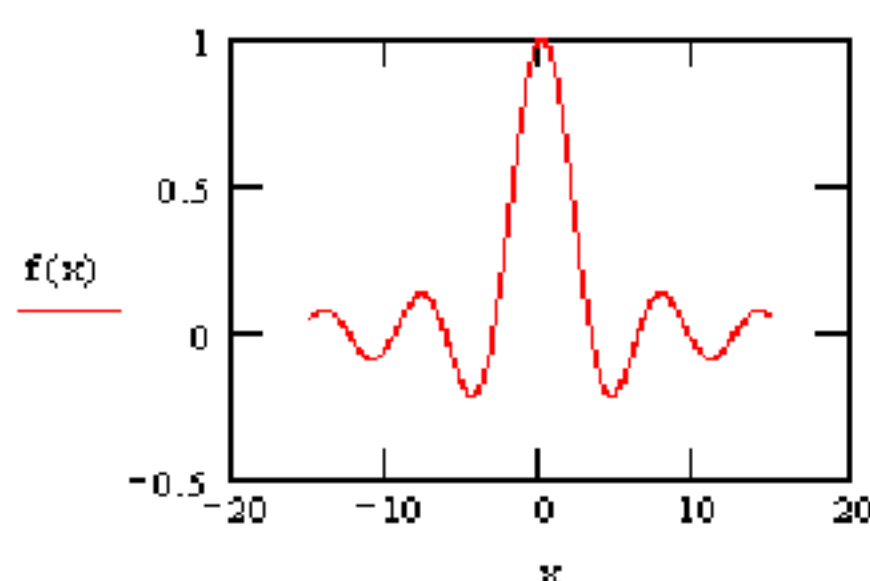
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН



Установите флажок *Отслеж.точек дан*, чтобы выбиралась ближайшая линия графика к указателю мыши. Указатель мыши поместите в нужную точку графика (эта точка будет отображаться на пересечении двух пунктирных линий). В окне трассировки появятся координаты отмеченной точки графика. Эти координаты можно переместить в буфер обмена и потом поместить их в документ Mathcad или другой документ, например Word.

$$f(x) := \frac{\sin(x)}{x} \quad x := -15, -14.95..15$$



Заканчивается трассировка нажатием клавиши *Заккрыть*.

Выделение области построения графиков с помощью мыши.

Правой кнопкой мыши выведите контекстное меню. Выберите пункт меню *Масштаб*. При этом на графике появится дополнительное диалоговое окно, как это показано на рис.51.7.



Рис.51.7

Подведите указатель мыши в левый верхний угол выделяемой области на графике, нажмите левую кнопку мыши и протяните мышь вниз и вправо. На графике выделенная область будет отмечена пунктирной линией. Отпустите левую кнопку мыши и нажмите в диалоговом окне кнопку *Масштаб*. Построится график выделенной области. В этой области можно задать новую область и т.д. Кнопка *Назад* возвращает на предыдущий шаг. Кнопка *Полный* восстанавливает исходную область.

Форматирование двумерных графиков.

Поместите указатель мыши в область графика и дважды щелкните левой кнопкой мыши. Появится окно форматирования, показанное на рис.51.8. Выберите вкладку Оси X-Y. Как видно из рис.51.8, эта вкладка позволяет задать характер отображения осей.

Флажки по осям X и Y задают следующее:

Сетка – устанавливает линии масштабной сетки;

Нумерация – установка цифровых данных по осям;

№ сеток – установка заданного числа масштабных линий (при установленном флажке Сетка);

- флажки *Коробкой*, *Пересечение*, *Нет* задают место расположения координатных осей;

- флажок *Одинаковые* устанавливает одинаковый масштаб по осям графика.

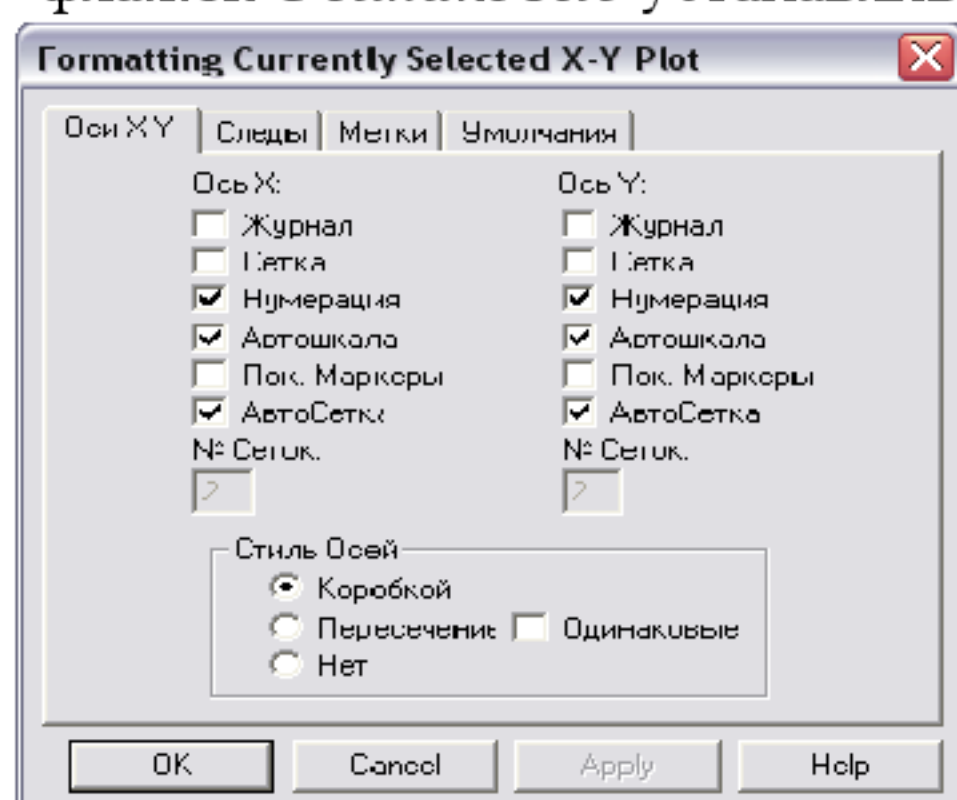


Рис. 51.8

Вкладка *Следы* диалогового окна рис.51.9 устанавливает цвет и тип линий каждого графика. Использование этой вкладки очевидно и здесь не объясняется.

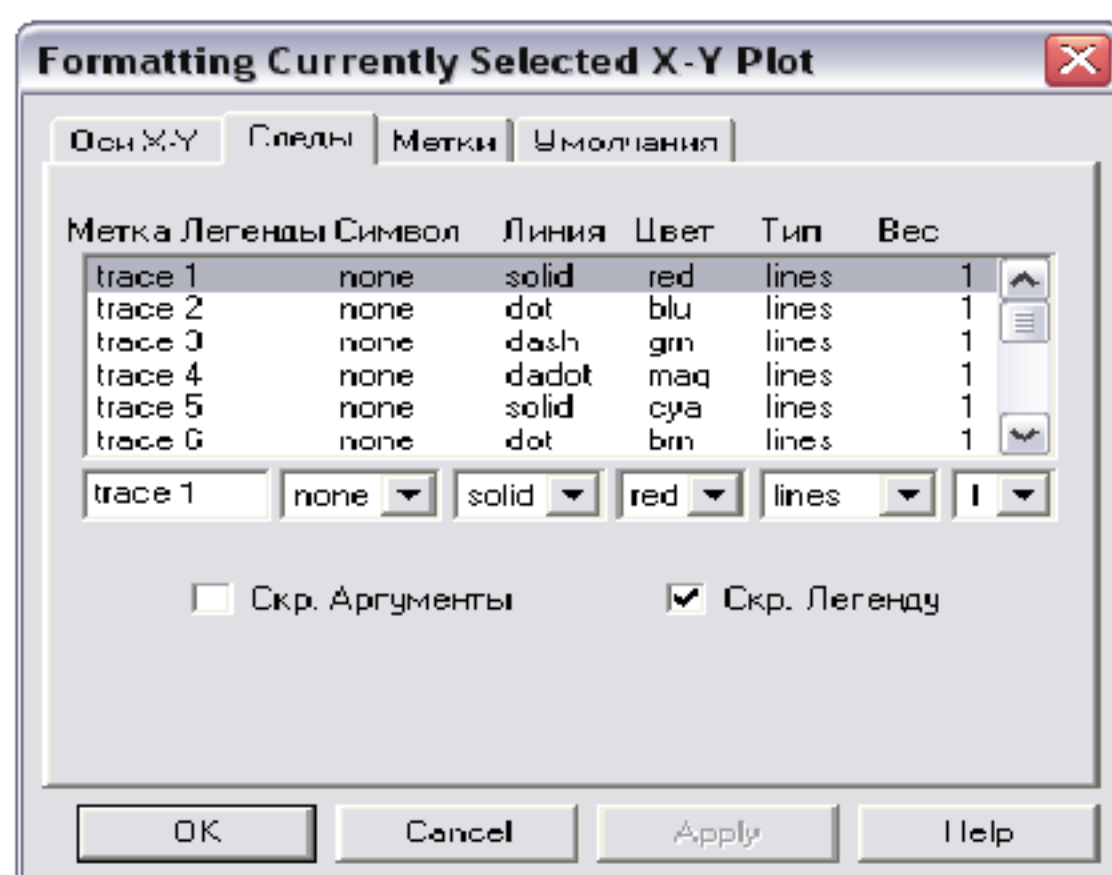
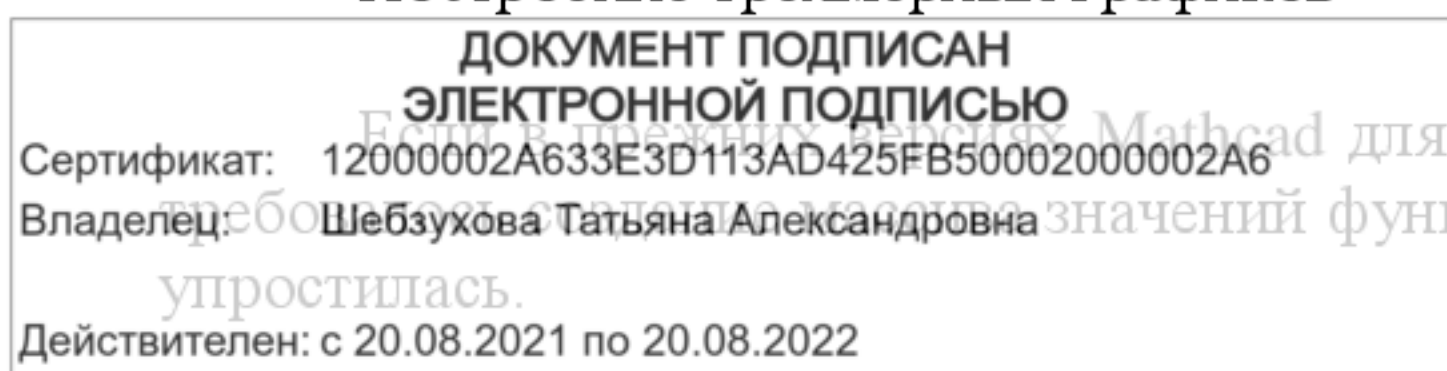


Рис.51.9

Вкладка *Метки* позволяет задавать надписи по осям координат и для всего графика. Использование этой вкладки очевидно.

Вкладка *Умолчания* позволяет устанавливать все заданные параметры графика по умолчанию.

Построение трехмерных графиков



построения трехмерного графика обязательно
функции, то теперь процедура построения графика

Наберите имя функции двух переменных, оператор присваивания ($:=$) и выражение функции.

Установите курсор в то место, где вы хотите построить график.

На математической панели Graph (График) щелкните на кнопке Surface Plot (Трехмерный график). На месте курсора появится шаблон трехмерного графика.

В единственное место ввода шаблона графика введите имя функции.

Щелкните мышью вне области шаблона. График будет построен (рис. 1)

Кроме ускоренного построения графика поверхности по функции двух переменных существует и часто применяется другой способ создания графика поверхности с использованием массива численных значений функции.

С помощью дискретных переменных введите значения обоих аргументов заданной функции.

Введите массив, элементами которого являются значения функции, вычисленные при заданных значениях аргументов.

Установите курсор в то место, где вы хотите построить график.

На математической панели Graph щелкните на кнопке Surface Plot. На месте курсора появится шаблон трехмерного графика.

В единственном месте ввода шаблона графика введите имя функции.

Щелкните мышью вне области шаблона. График будет построен (рис 2)

Построенный таким образом график оказывается черно-белым,

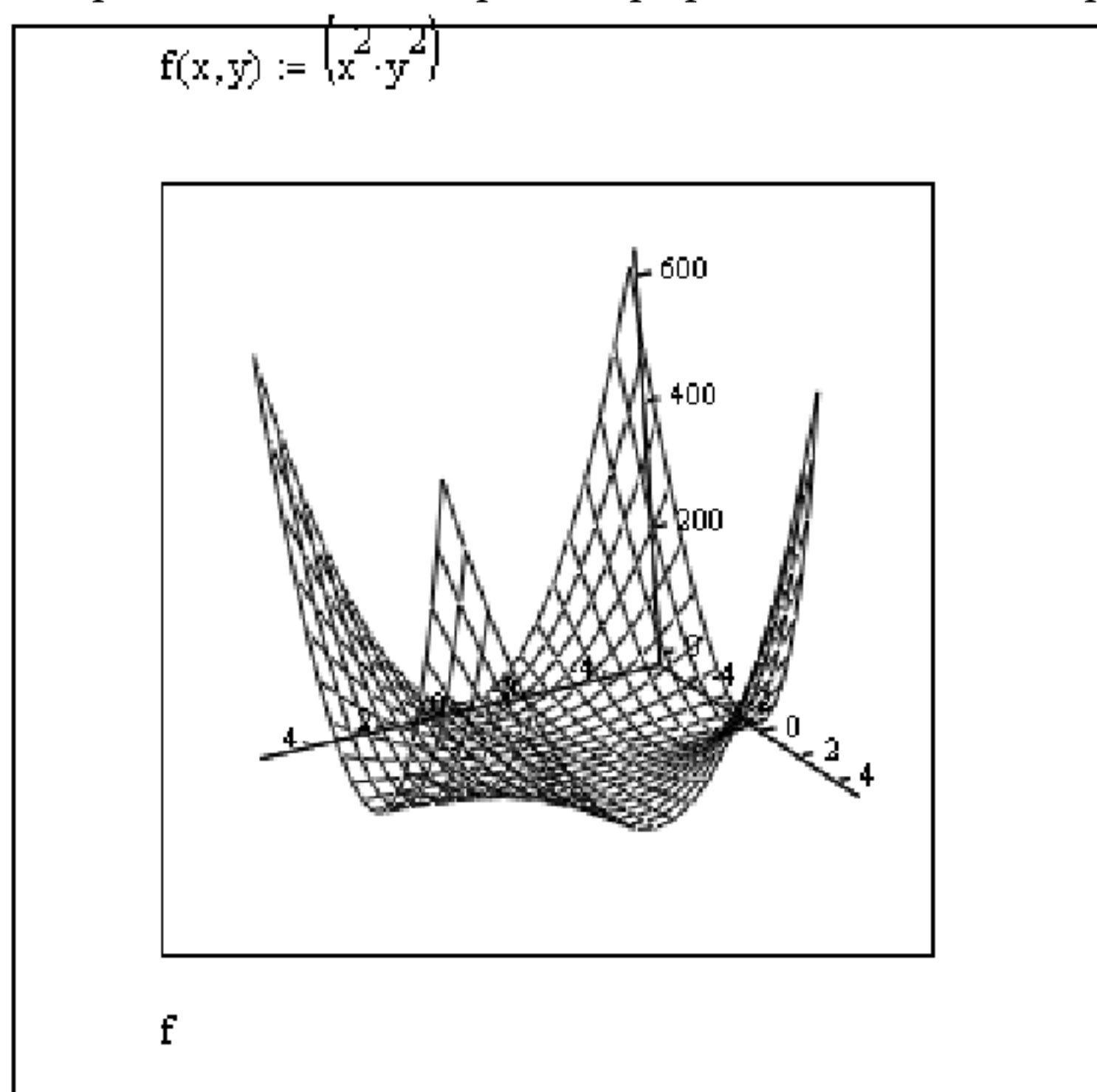


Рис. 1. Построение трехмерного графика

а потому не слишком красивым.. Mathcad позволяет сделать из него почти произведение искусства.

Выполните описанную ниже процедуру.

Дважды щелкните мышью в области графика — появится окно форматирования графика (рис. 3).

Перейдите на вкладку Appearance (Оформление) и установите переключатели Fill

Surface (Заливка) и Colormap (Цветовая карта). Щелкните мышью на кнопке Apply (Применить), чтобы сделать график цветным.

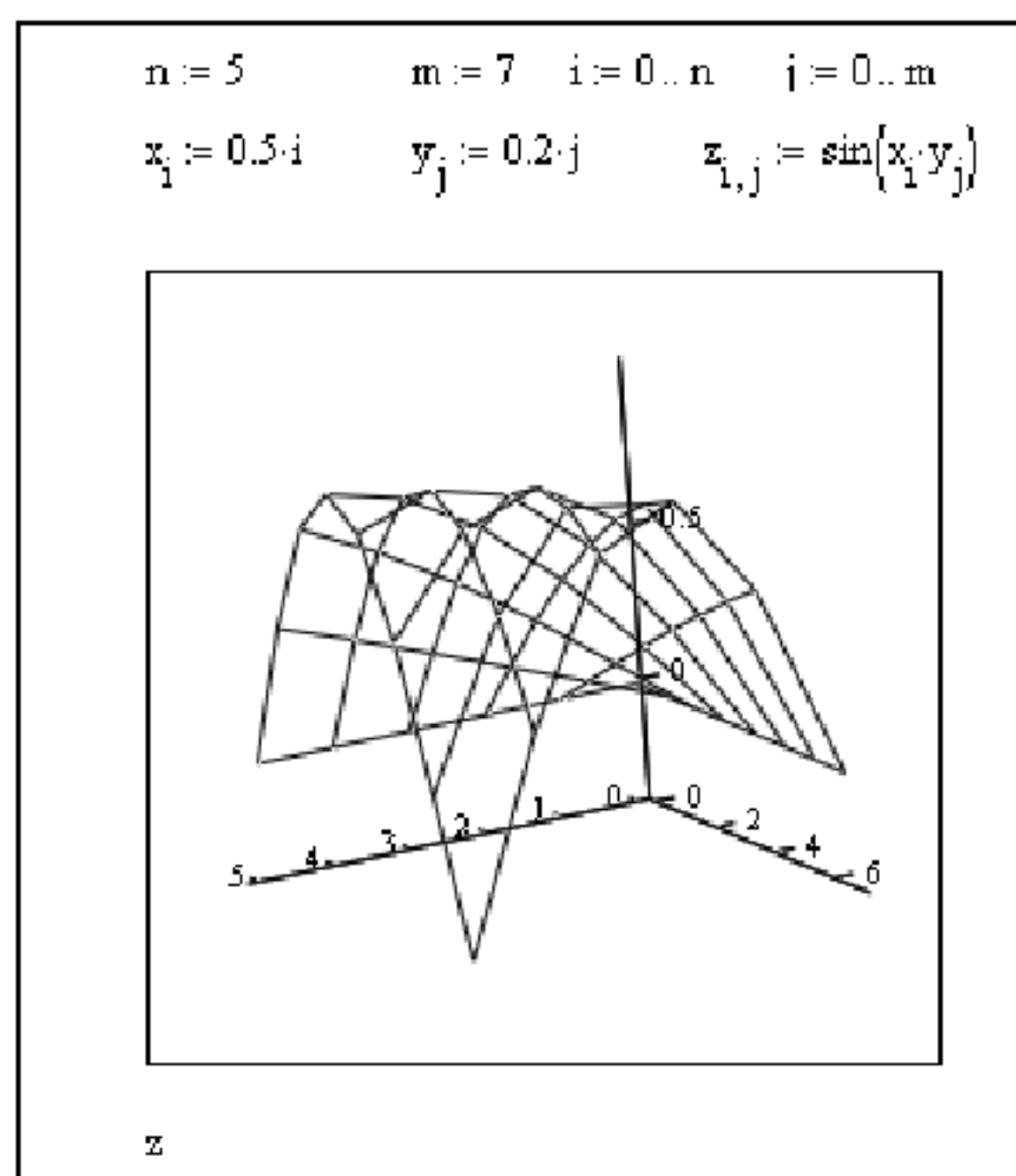


Рис.2. Создание графика с использованием массива численных значений

В окне форматирования перейдите на вкладку Lighting (Освещение) и установите флажок Enable Lighting (Включить освещение) и переключатель On (Включить). Выберите одну из 6 возможных схем в списке Lighting scheme (Схема освещения) и щелкните на кнопке Apply (Применить) или OK.

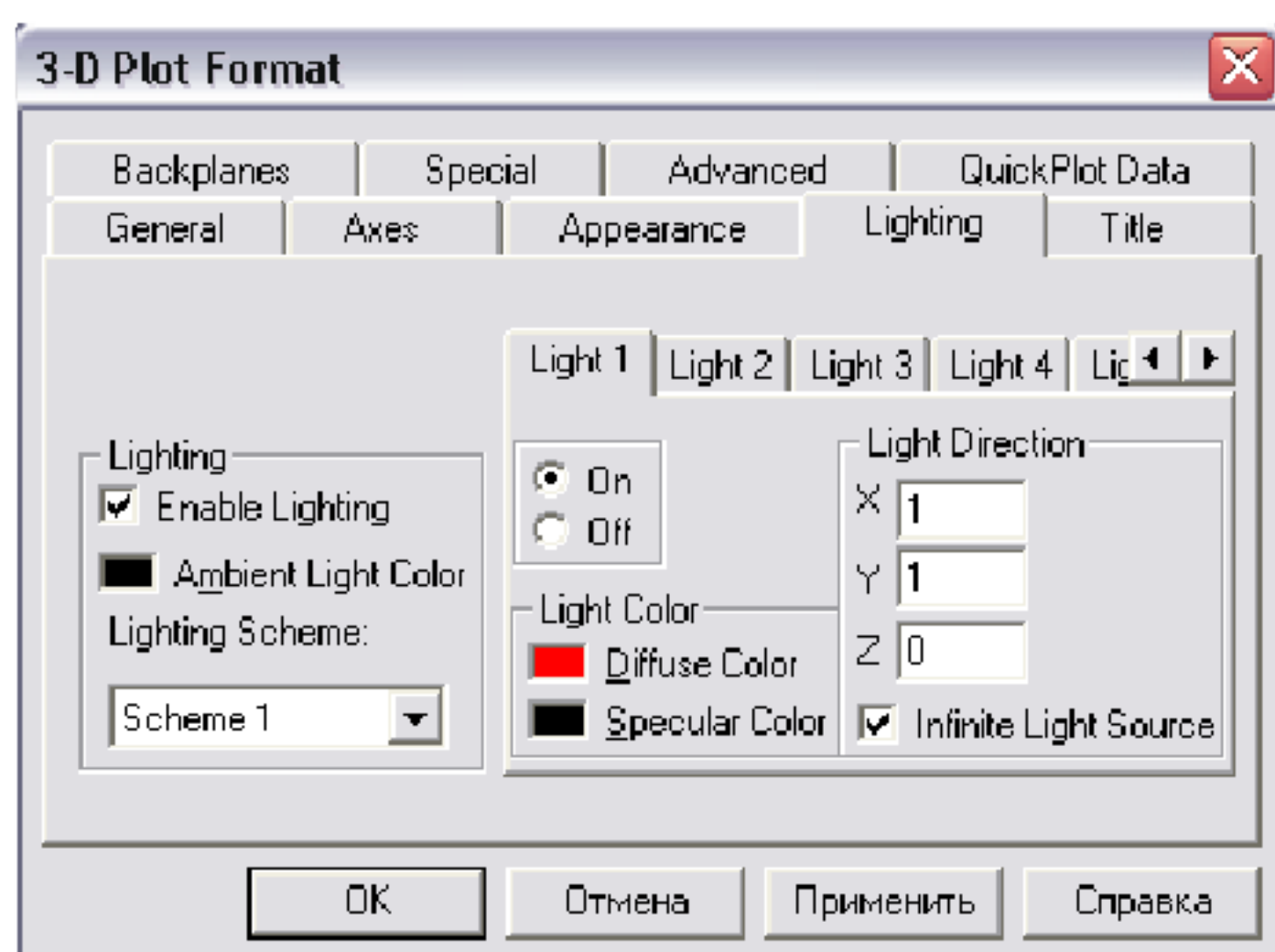


Рис.3. Окно форматирования графика

4. Щелкните правой кнопкой мыши на графике — откроется контекстное меню, дающее дополнительные возможности по улучшению вида графика. Выбирая разные команды, смотрите, как они влияют на вид графика (Рис. 4).

5. В окне форматирования на вкладке General (Общие) в группе Display as (Показать как) имеется 6 переключателей, позволяющих выбрать тип графика (см. рис. 3):

Surface plot — график поверхности;

Contour plot — график линий уровня;

Electron plot — график векторного поля;

Bar plot — график трехмерной гистограммы;

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

только расчетные точки;

только расчетные точки;

только расчетные точки;

Patch plot — площадки расчетных значений.

Чтобы выбрать тот или иной тип графика, нужно установить соответствующий переключатель и щелкнуть на кнопке Apply. Оцените все типы графиков.

Существуют дополнительные способы управления графиком.

Вращение графика выполняется после наведения на него указателя мыши при нажатой левой кнопке мыши.

Масштабирование графика выполняется аналогично, но при нажатой дополнительно клавише Ctrl.

Анимация графика выполняется аналогично, но при нажатой дополнительно клавише Shift. Для остановки вращения следует щелкнуть левой кнопкой мыши внутри области графика.

Окно, приведенное на рис. 3, содержит 9 вкладок, открывающих широкие возможности по форматированию графиков

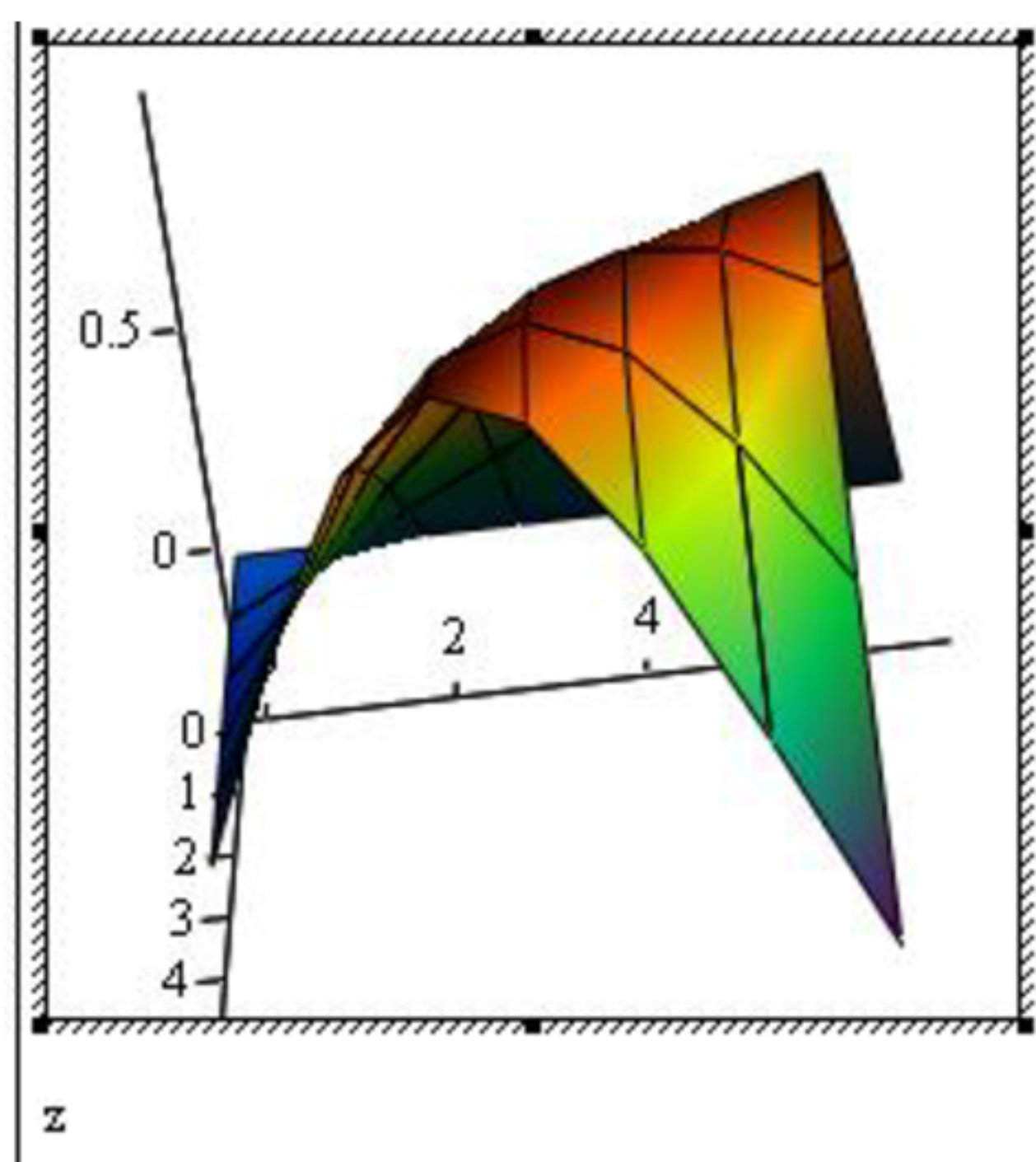
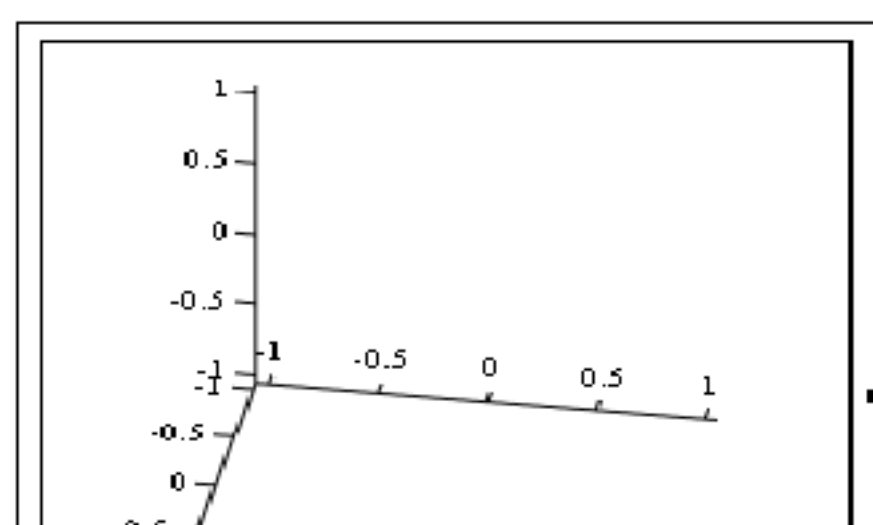


Рис.4. Вид графика после форматирования.

Построение графиков функций двух переменных (поверхностей).

Определите функцию $Z(X,Y)$ двух переменных X и Y . На панели построения графиков щелкните по кнопке  построения поверхностей. На экране появится шаблон построения поверхностей, как показано на рис. 5. Единственным полем ввода этого шаблона



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис.5

является левый нижний угол, где наберите имя функции Z. Переместите указатель мыши за поле графика и нажмите левую кнопку мыши, поверхность для Z(X,Y) будет построена (см. рис. 6).

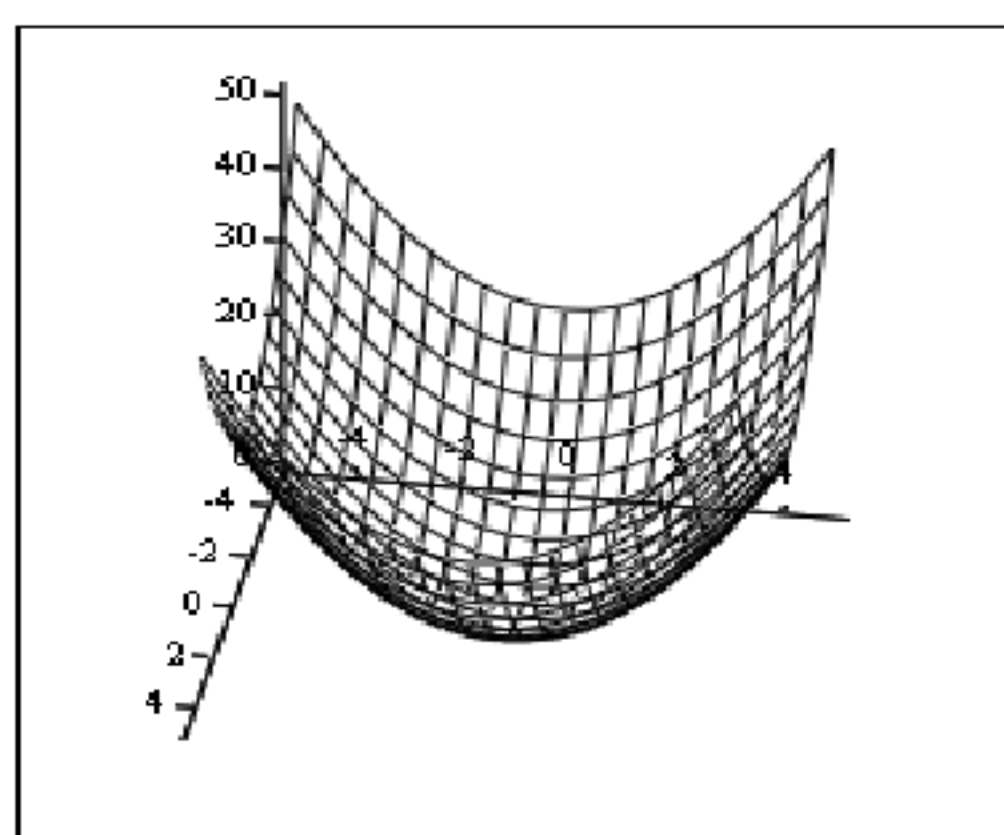
На одном графике можно построить несколько поверхностей. Для этого необходимо перед графиком определить функции строимых поверхностей. В левом нижнем углу шаблона графика указать через запятую все функции.

Вращение поверхностей.

Поместить указатель мыши в область графика и, удерживая левую кнопку мыши, передвигать мышь в том или ином направлении.

Если оперировать мышью при нажатой клавише Ctrl, можно с ее помощью отдалять и приближать объект.

$$z(x,y) := x^2 + y^2$$



z

Рис. 6

Форматирование трехмерных графиков.

Окно диалога форматирования выводится нажатием левой кнопки мыши в поле координат поверхности. Окно форматирования представлено на рис.3.

Вкладки *Plot1*, *Plot2*, *Plot3* означают соответственно поверхности 1,2,3 в порядке, определенном при указании функций в шаблоне при построении поверхностей.

Вкладка *Axes* служит для установки параметров координатных осей. Назначение флажков и режимов этой вкладки очевидно.

Вкладка *Lighting* позволяет задать эффект подсветки поверхности. Режим *Enable Lighting* позволяет включить определенные варианты схемы подсветки. Имеется возможность подсветки различными источниками света *Ligth I*, помещенными в точку с координатами X,Y,Z.

Кроме непосредственно построения поверхности возможно построение линий уровня поверхности. Для этого откройте вкладку *Special* и установите флажок *Draw lines*. Пример построения линий уровня приведен на рис 7.

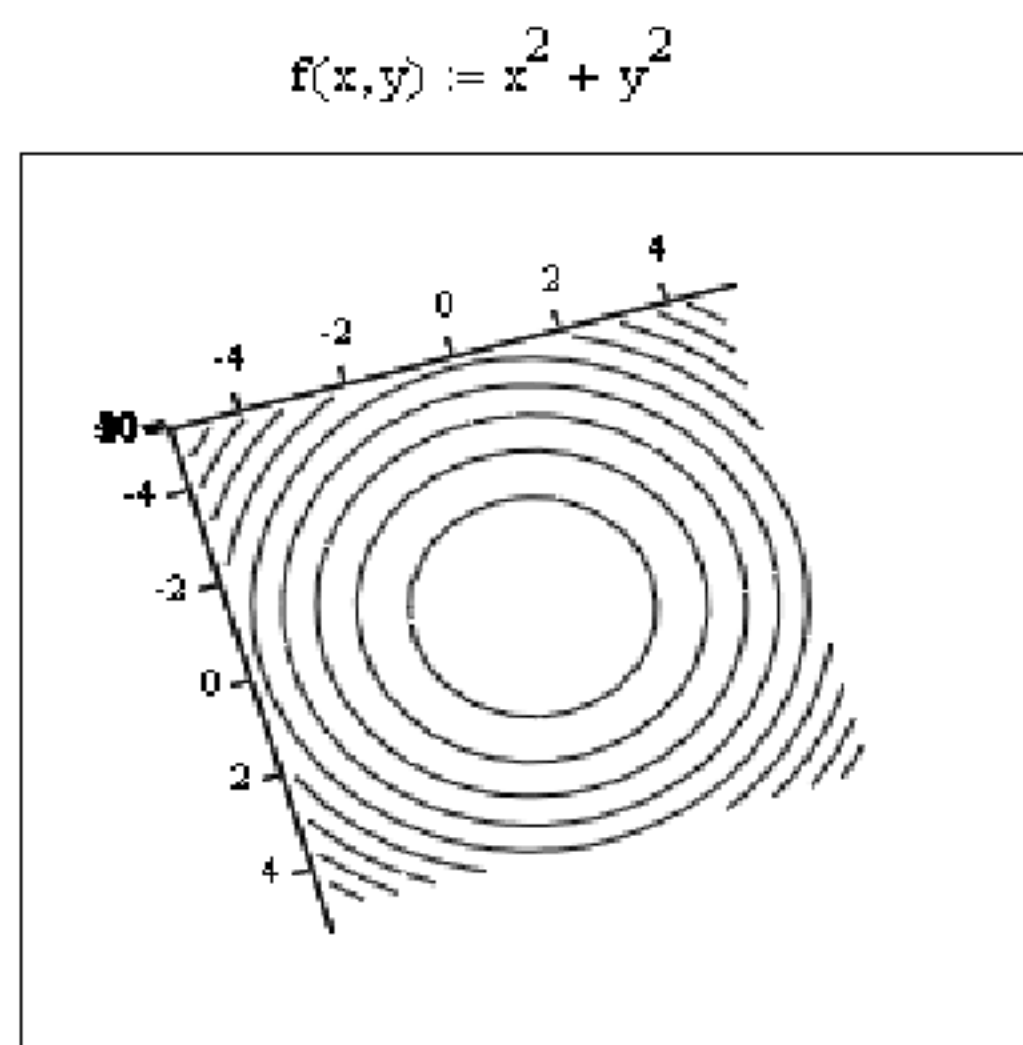
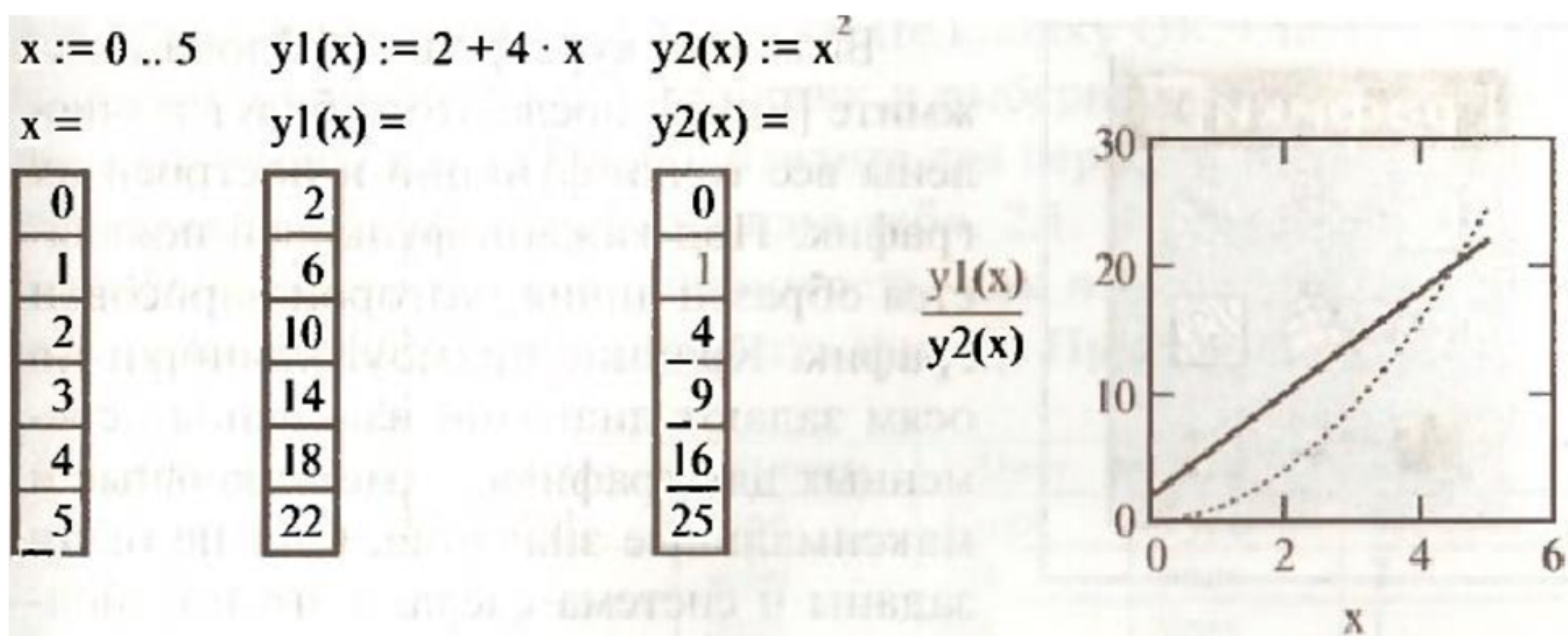


Рис. 7

Построение графиков функций дискретного аргумента

Познакомимся с работой графического процессора. Зададим две функции дискретного аргумента x : линейную функцию $y_1(x) = 2 + 4x$ и параболу $y_2(x) = x^2$. Дискретный аргумент x изменяется в диапазоне от нуля до пяти. Требуется построить графики этих функций. На рис. 2.4 показано, как задаются и выводятся дискретный аргумент и его функции. Если аргумент не будет определен заранее, то это воспримется как ошибка.



Для задания шаблона графика следует вывести курсор из вычислительного блока и поместить его в то место, которое будет левым верхним углом графика. Это место должно быть обязательно ниже строчек задания аргумента и определения функций. В противном случае будет сообщение об ошибке (не определены переменные). Затем нужно: выбрать в меню **Вставка** (Insert) пункт **График (Graph)** и в ней **X—Y зависимость @ (X—Y Plot @)**, либо в панели инструментов (рис. 2.5) выбрать кнопку **Инструменты графиков (Graph Toolbar)** (кнопка с графиками, выделенная более светлым тоном), щелкнув мышью по этой

кнопке и в открывшейся панели Графики (Graph) (рис. 2.6) выбрать Декартов график (X—Y Plot Shift+2) (верхняя левая кнопка), либо просто ввести символ @ (Shift + 2).

На экране появится шаблон для графика. Средние прямоугольники, расположенные вдоль осей x и y , служат для указания переменных — аргумента и функции (или нескольких функций). В качестве аргумента введите по горизонтальной оси x , а в качестве функций по вертикальной оси $y_1(x)$ и $y_2(x)$ через запятую. Чтобы управлять курсором, следует использовать указатель мыши или клавишу [Tab]. Если функций больше двух, то все они перечисляются по списку через запятую.

Выведите курсор вне шаблона и нажмите [Enter], после этого будут вычислены все точки функций и построен их график. Под каждой функцией появляется образец линии, которой нарисован график. Крайние прямоугольники по осям задают диапазон изменения переменных для графика — минимальные и максимальные значения. Они не были заданы и система сделала это по умолчанию сама, автоматически, отмечая цифры уголками. Если ввести нужные цифры вручную, то уголки будут отсутствовать. Поставьте курсор внутрь графика и щелкните кнопкой мыши. Измените верхний предел по оси x , заменив цифру 6 на цифру 5. Посмотрите, как изменится график.

Форматирование графика

График, показанный на рис. 2.4, был нарисован по умолчанию. График можно изменить по своему желанию, форматировав его. Рассмотрим основные этапы форматирования. Поставьте указатель мыши в область графика и щелкните правой клавишей мыши. В появившемся диалоговом окне выберите опцию Формат (Format). После этого открывается страница выбора характеристик кривых. Или ее можно вызвать, щелкнув дважды по левой клавише мыши, когда указатель мыши находится в области графика.

В верхней линейке страницы выберите опцию Оси X—Y (X—Y Axes) (если она не открылась автоматически). Установите активными только две опции: Вспом. Линии (Grid Lines или Линии сетки) и Нумерация (Numbered) (в окнах этих опций должны быть установлены галочки, а остальные окна пустые). В окне Размер сетки (Number of Grids) для обеих осей установите 5 и нажмите кнопку ОК. Снова войдите на страницу выбора характеристик и выберите теперь в верхней линейке опцию След (Traces). Введите для первой кривой y_1 и второй кривой y_2 установки согласно табл. 2.1. Чтобы не выходя из режима форматирования посмотреть, как изменяются графики, вместо кнопки ОК следует нажать кнопку Применить.

Таблица 2.1

Имя в легенде	Символ	Линия	Цвет	Тип	Вес
Legend Label	Symbol	Line	Color	Type	Weight
$y_1(x)$	o's	solid	blk	lines	2
$y_2(x)$	none	dash	blk	lines	1

Иногда бывает необходимо подписать узловые точки графика для наглядности какой-либо фигурой, кружком, ромбом и т.д.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Опция Символ позволяет задать следующие отметки базовых точек графика:

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

попе (без отметки), x's (наклонный крестик), +'s (прямой крестик), box (квадрат), dnmnd (ромб), o's (окружность). Узловые точки первой кривой отмечены окружностями, а второй — начерчены без отметок. Для выделения графиков используются линии (Line) различного типа: попе (линия не строится), solid (сплошная), dash (пунктир), dadot штрих-пунктир). Первая кривая построена сплошной линией, а вторая — пунктирной. Цвет у обоих графиков выбран черный (blk). Отформатированный график показан на рис. 2.7. Можно поэкспериментировать, задавая различную толщину линий графиков (Вес) и линии различного типа.

$$x := 0 \dots 5 \quad y1(x) := 2 + 4 \cdot x \quad y2(x) := x^2$$

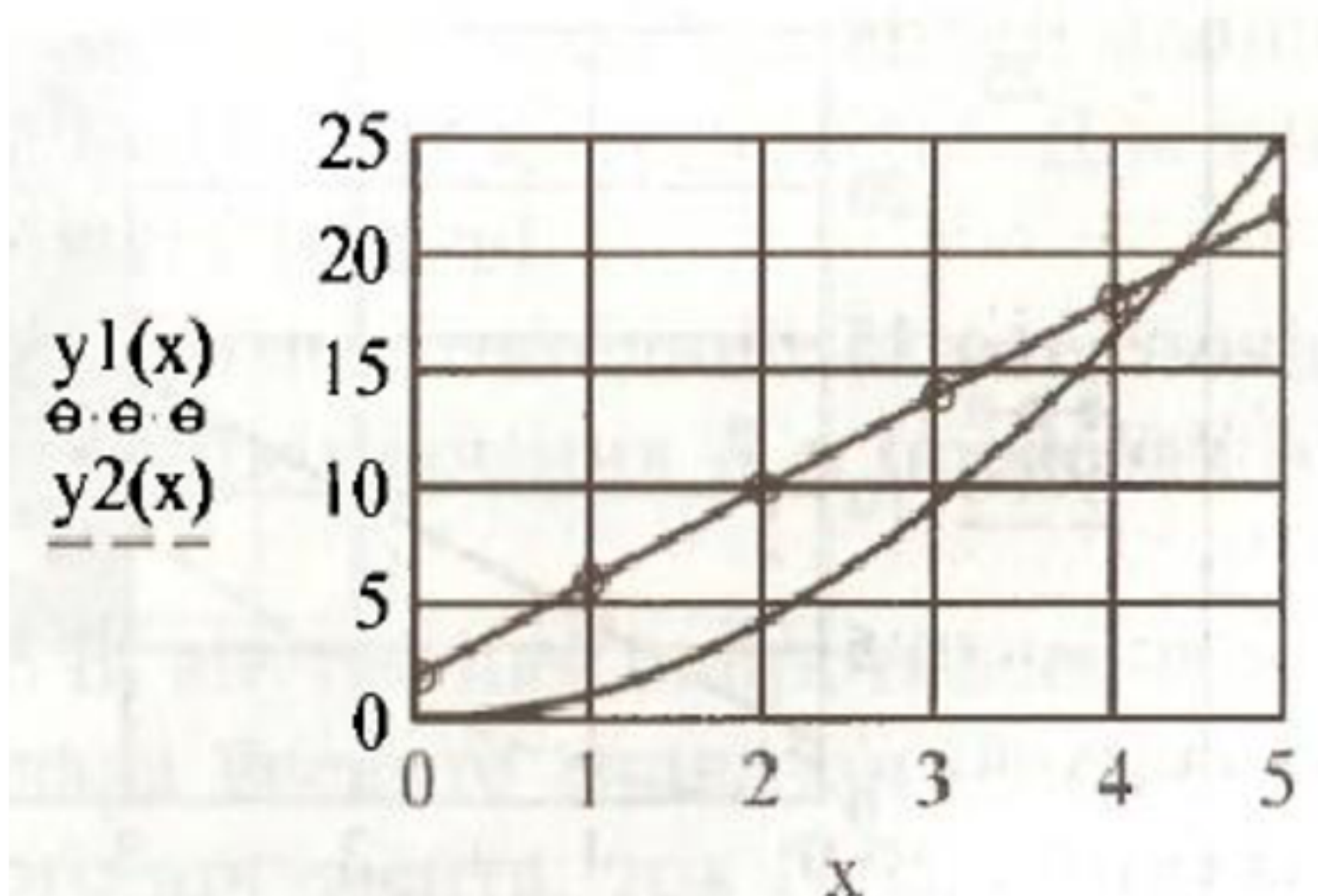


Рис. 2.7. Отформатированный график

Можно войти еще раз на страницу выбора характеристик и выбрать теперь в верхней линейке опцию Метки (Labels). После этого можно ввести название графика и названия осей X и Y.

Часть графика можно просмотреть в увеличенном виде. Для этого поставьте указатель мыши в область графика и щелкните правой клавишей мыши. В открывшемся окне выберите опцию Масштаб (Zoom). При этом откроется информационное окно X—Y Zoom. Поставьте указатель мыши на график и с его помощью выделите (двигая мышь при нажатой левой клавише) участок графика, который хотите увеличить. После выделения нажмите кнопку Масштаб+ (Zoom) и просмотрите выделенную часть графика в увеличенном масштабе, затем нажмите кнопку Масштаб- (Unzoom) или Обзор (Full View). График примет первоначальный вид.

Чтобы увидеть координаты любой точки на графике, необходимо установить указатель мыши в область графика и щелкнуть правой клавишей мыши. В открывшемся окне выберите опцию Трассировка (Trace). При этом откроется информационное окно X—Y

Trace. Если опция След точек данных (Track Data Points) включен, то показываются координаты точек данных (Track Data Points) включен, то могут быть показаны координаты любой точки, лежащей на графике. Включить и выключить След точек данных можно, щелкнув мышью

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

по этой надписи или по белому квадратику, расположенному перед ней. Когда След точек данных включен, то в квадратике появляется галочка, а когда выключен — квадратик пустой (рис. 2.8). Выключите След точек данных, поместите курсор мыши в любую точку графика и нажмите левую кнопку мыши.

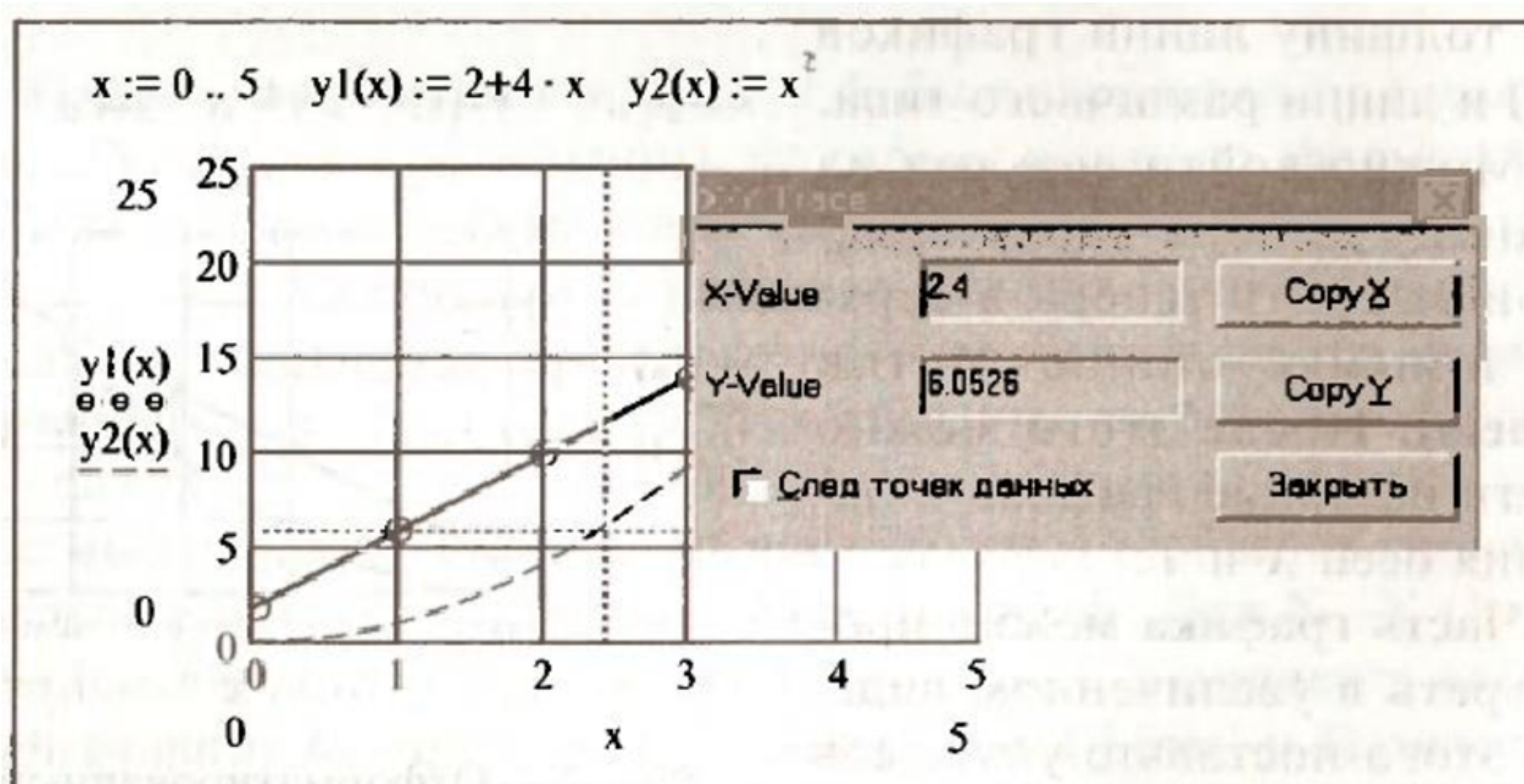


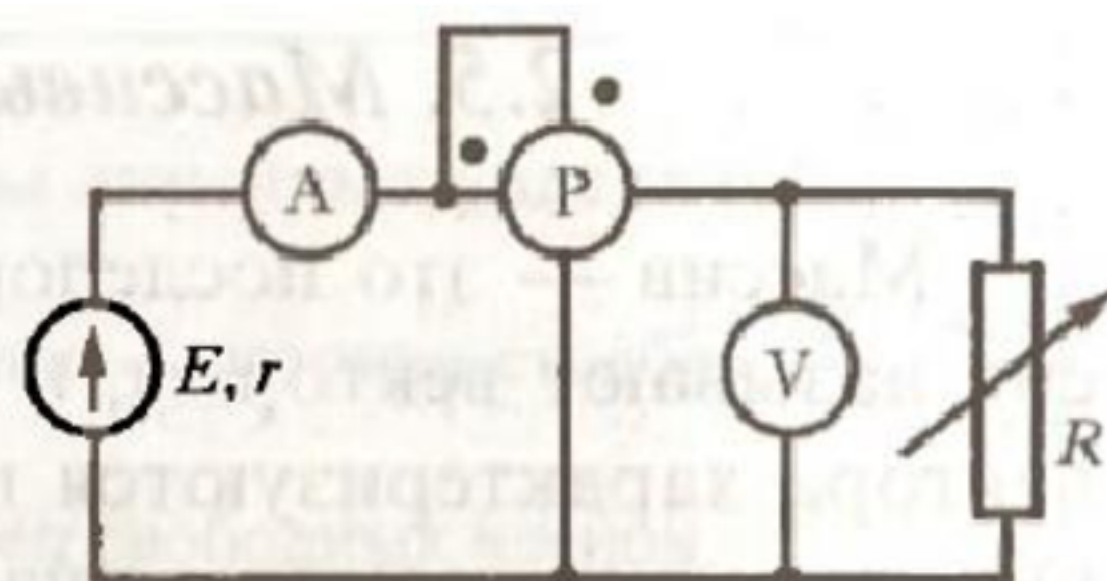
Рис. 2.8. Определение координат одной из точек на графике

На рис. 2.8 курсор установлен на точке графика y_2 с координатами: $x=2,4$ и $y=6,0526$.

Переместите курсор в любую другую точку графика y_1 или y_2 и снова нажмите левую клавишу мыши. Выведутся ординаты новой точки. Можно перемещать курсор и с нажатой клавишей мыши. Понаблюдайте, как в этом случае меняются координаты. Для выхода из окна нажмите кнопку Закреть (Close).

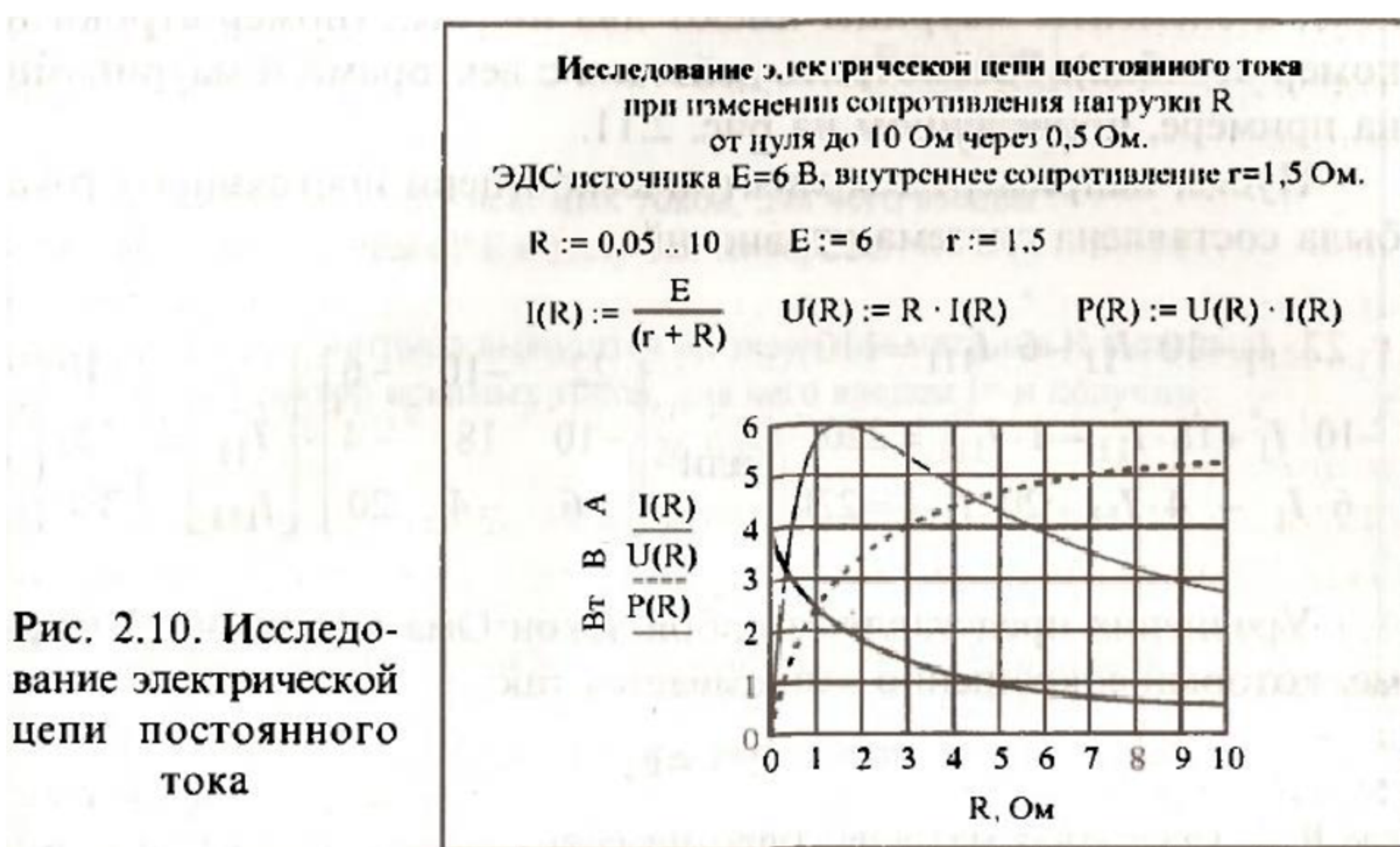
В качестве примера исследуйте самостоятельно схему, показанную на рис. 2.9 при изменении сопротивления R в пределах от 0 до 10 Ом через 0,5 Ом

Рис. 2.9. Цепь постоянного тока с регулируемым сопротивлением нагрузочного резистора



ЭДС источника питания $E = 6$ В, внутреннее сопротивление источника питания $r = 1,5$ Ом. Сначала введите диапазон изменения аргумента R , а затем функции этого аргумента: ток $I(R)$, напряжение $U(R)$ и мощность $P(R)$. Покажите эти зависимости на графике.

Результат должен быть таким, как это показано на рис. 2.10.



Контрольные вопросы

1. Какие способы форматирования графиков вы знаете?
2. Как выделить узловые точки графика?
3. Как изменить диапазон графика?
4. Как задать несколько аргументов функции на графике?
5. Как построить несколько графиков функций на одном рисунке?
6. Как построить график поверхности?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва : Форум, 2014. – 448 с.
2. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : [учеб. пособие*]. – М. : КНОРУС, 2013. – 330 с.
3. Хлебников, А. А. Информационные технологии : учебник / А. А. Хлебников. – М. : КноРус, 2014. – 472 с.
4. МATHCAD 14: Основные сервисы и технологии Пожарская Г. И., Назаров Д. М. Издатель: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»
для студентов направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация
общественного питания
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	40
2. Цель и задачи самостоятельной работы.....	41
3. Технологическая карта самостоятельной работы студента	42
4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом.....	42
4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой	42
4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям.....	44
4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний.....	45
4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)	45
4.5. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам	48
5. Контроль самостоятельной работы студентов	49
6. Список литературы для выполнения СРС	49

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Общие положения

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Основы компьютерного проектирования» направлена на формирование следующих **компетенций**:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	Осуществляет поиск, отбор и систематизацию	Выбирает и применяет прикладное программное

критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации	обеспечение для решения конкретных инженерных задач; оценивает эффективность применения альтернативных элементов математического обеспечения САПР в конкретных ситуациях
ОПК-1 Способен понимать принципы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1 ОПК - 1 Использует современные средства сбора, передачи и обработки информации для моделирования, проектирования, разработки и оформления проектной, конструкторской и технической документации в профессиональной деятельности ИД-2 ОПК - 1 Применяет информационные технологии для решения технологических задач в области профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развитие профессиональных умений;

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и

Действителен с 20.08.2021 по 20.08.2022

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
4 семестр					
УК-1 ОПК-1	Подготовка к практическим работам	Собеседование	1,62	0,18	1,8
УК-1 ОПК-1	Подготовка к лекционным занятиям	Собеседование	0,4	0,05	0,45
УК-1 ОПК-1	Подготовка доклада	Доклад	61,42	6,83	68,25
Итого за 4 семестр			63,45	7,05	70,5
Итого			63,45	7,05	70,5

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может

служить пособием при подготовке к экзамену для студента.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста учебной информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные

сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Вопросы для собеседования

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Базовый уровень

проектирования, их использование в

инженерных расчетах.

Системы автоматизированного проектирования MathCAD. Основные функции.

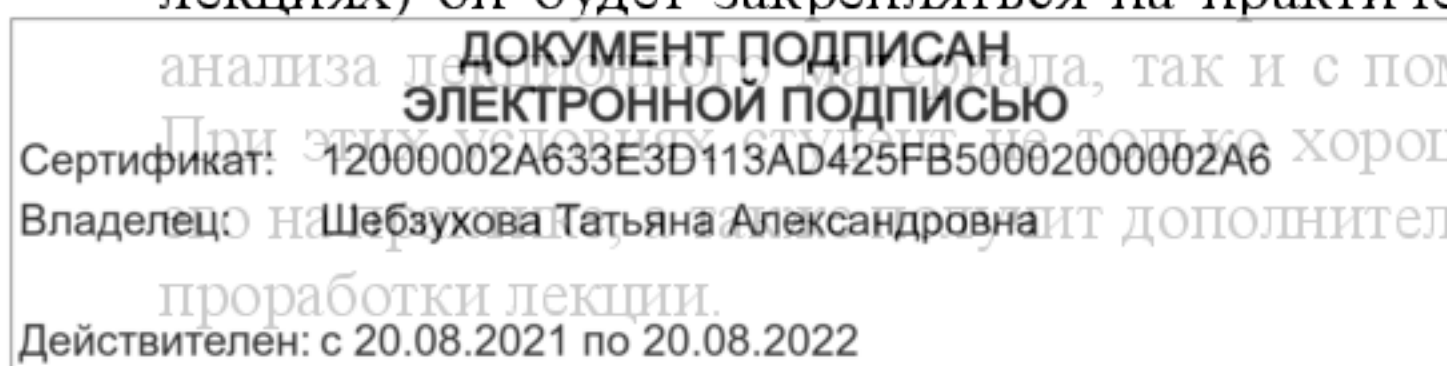
3. Характеристика и возможности пакета Mathcad. Особенности документа Mathcad.
4. Интерфейс пользователя в системе MathCAD.
5. Ввод и редактирование формул в MathCAD.
6. Использование функций дискретного аргумента.
7. Документ в системе MathCAD(заголовок, расширение при сохранении на диск, типы и расположение блоков, точка привязки блока, размеры блоков, сквозная передача данных в документе).
8. Использование встроенных функций.
9. Перечислите основные объекты входного языка системы MathCAD. Расскажите об алфавите языка и о встроенных и пользовательских функциях системы MathCAD.
10. Константы и переменные в системе MathCAD?
11. Как задаются типы данных в MathCAD? Что такое глобальное и локальное присваивание переменных в документе MathCAD?
12. Комплексные числа. Как вставляется мнимая единица для комплексных чисел?
13. Как задаются массивы в MathCAD? Как можно добавлять строки и столбцы в готовые матрицы? Как удаляются строки и столбцы из матриц?
14. Работа с массивами. Основные операции для работы с векторами и матрицами.
15. Загрузка данных из текстового файла.

Повышенный уровень

1. Получение диагональной матрицы. Объединение матриц. Получение подматрицы из матрицы. Получение векторов из матриц. Выделение миноров вычеркиванием столбцов и строк.
2. Как осуществляется вывод результатов в системе MathCAD? Как можно настроить формат вывода результатов?
3. Как работать с единицами измерений физических величин в системе MathCAD?
4. Построение графиков одной переменной в MathCAD.
5. Построение графиков двух переменных.
6. Настройка графиков в MathCAD.
7. Решение уравнений в MathCAD.
8. Нахождение корней полинома.
9. Решение систем уравнений.
10. Основные проблемы, возникающие при решении уравнений и систем. Способы их разрешения.
11. Решение дифференциальных уравнений.
12. Решение систем дифференциальных уравнений.
13. Символьные вычисления.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этом студент должен не только хорошо усвоить материал, но и научиться применять его на практике. Дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.



При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относился по-другому). Написание научных текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного мусора»).

Соблюдение вышеуказанных требований во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Реферат (доклад) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Реферат не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в реферате должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки реферата студентом.

Выполнение реферата начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания реферата. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста реферата предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки реферат сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию реферата

Написание 1 реферата является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Реферат должен быть написан научным языком.

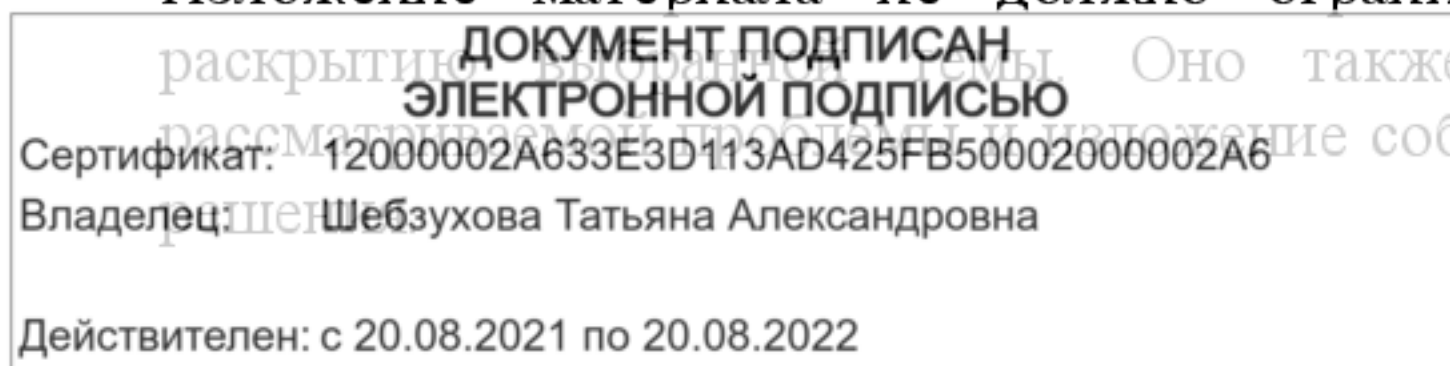
Объем реферата должен составлять 20-25 стр.

Структура реферата:

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к

раскрытию проблемы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы, обоснование собственной точки зрения на возможные пути ее



- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты реферата:

Защита реферата проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту реферата отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите реферата приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка реферата

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

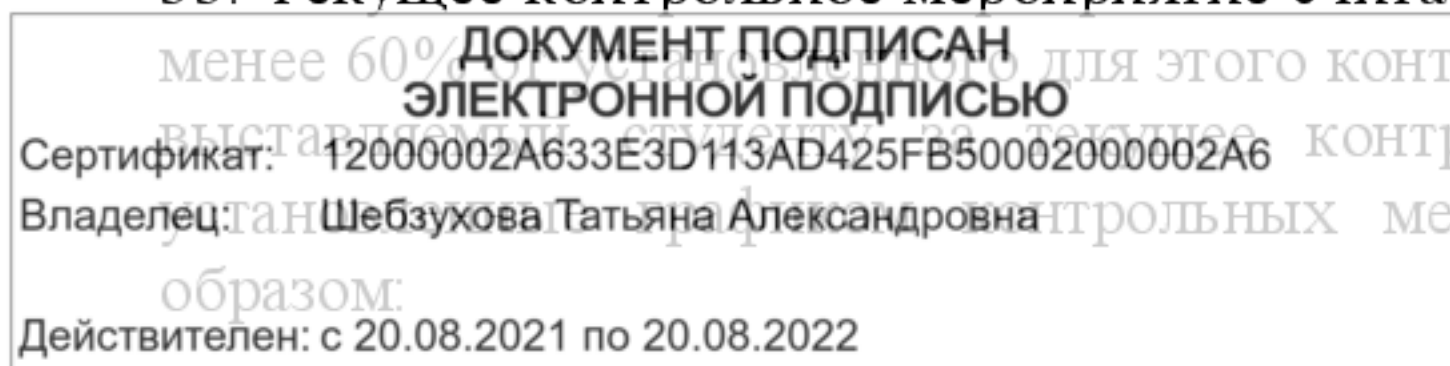
Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от максимального балла. Рейтинговый балл, контрольное мероприятие, сданное студентом в текущий семестр, учитывается при расчете рейтингового балла. Сроки, определяются следующим образом:



Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Темы докладов

Базовый уровень

1. BIM технологии в проектировании.
2. Автоматизация проектирования электронных устройств EDA.
3. Архитектурно-строительные САПР.
4. Виды обеспечения САПР.
5. Выбор концепции работы над проектами в САД системах.
6. Использование САПР в игровой индустрии.
7. Использование САПР в машиностроении.
8. Использование САПР для решения задач проектирования объектов инфраструктуры.
9. Использование САПР при разработке видеоигр.
10. История развития САПР.
11. Классификации САПР.
12. Методы улучшения качества проектирования.
13. Мобильные приложения САПР.
14. Назначение ПО Autodesk Map 3D и его основные модули.
15. Назначение ПО RasterDesk.
16. Назначение САПР ArchiCAD.
17. Назначение САПР Autodesk AutoCAD.
18. Назначение САПР Autodesk Civil 3D.
19. Назначение САПР Autodesk Fusion 360.
20. Назначение САПР Autodesk Inventor.
21. Назначение САПР Autodesk Revit.
22. Назначение САПР Bentley MicroStation.
23. Назначение САПР

Повышенный уровень

24. Назначение САПР nanoCAD.
25. Назначение САПР SolidWorks.
26. Назначение САПР КОМПАС-3D.
27. Обзор и сравнение отечественных САПР.
28. Общие сведения о САПР.
29. Основные модули САПР и возможности их применения.
30. Параметрическое моделирование.
31. Работа с трассами (создание, редактирование) в среде САПР.
32. Работа с цифровой моделью рельефа, [редактирование поверхностей](#), в среде САПР.
33. Работа со сложными объектами в среде САПР.
34. Развитие облачных технологий САПР.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен с:	20.08.2021 по 20.08.2022

4.3. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению

знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

5. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка реферата, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

6. Список литературы для выполнения СРС

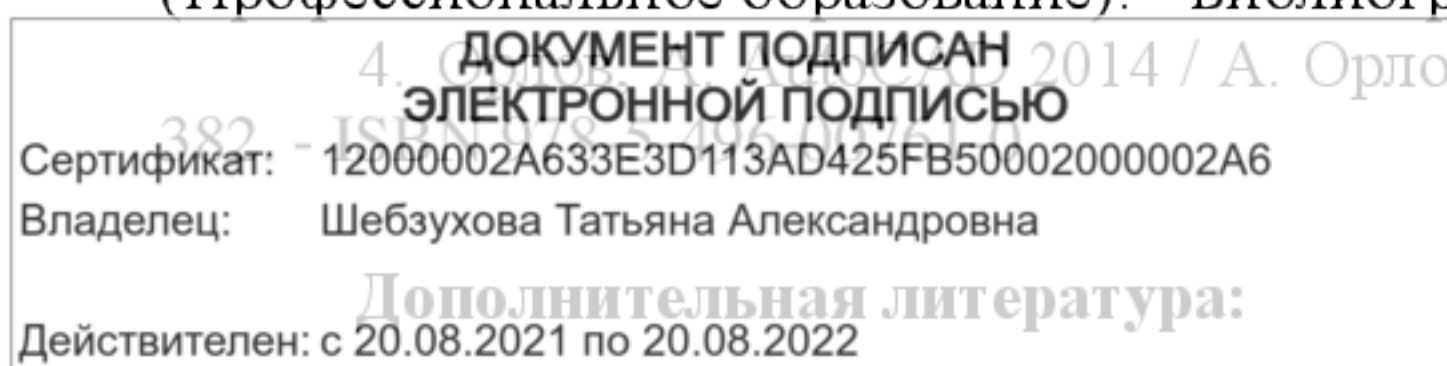
Основная литература:

1. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва : Форум, 2014. – 448 с.

2. Инженерная и компьютерная графика : лабораторный практикум / авт.-сост. Т.И. Дровосекова ; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 2015. - Библиогр.: с. 159

3. Михеева, Е. В. Информационные технологии в профессиональной деятельности : учеб. пособие / Е.В. Михеева. - 14-е изд., стер. - М. : Академия, 2016. - 384 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 371-372. - ISBN 978-5-4468-2647-6

4. Орлов, А. В. САПР в машиностроении : учебник для вузов / А. В. Орлов. - СПб. : Питер, 2014. - 384 с. : ил. - Прил.: с.



1. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : [учеб. пособие*]. – М. : КНОРУС, 2013. – 330 с.
2. Полещук, Н. Н. Самоучитель AutoCAD 2013 / Н.Н. Полещук. - СПб. : БХВ-Петербург, 2013. - 464 с. : ил. - (Самоучитель). - Прил.: с. 136-444. - Библиогр.: с. 445. - ISBN 978-5-9775-0889-6
3. Серебряков, А. С. MATHCAD и решение задач электротехники : [учеб. пособие] / А.С. Серебряков, В.В. Шумейко. - М. : Маршрут, 2005. - 240 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 235. - ISBN 5-89035-209-1
4. Хлебников, А. А. Информационные технологии : учебник / А. А. Хлебников. – М. : КноРус, 2014. – 472 с.

Методическая литература:

1. Методические указания к практическим занятиям
2. Методические указания к самостоятельной работе

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biblioclub.ru/> - электронная библиотека
2. <http://www.uts-edu.ru/> - «Электронные курсы»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022