Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

Факультет дистанционного обучения (ФДО)

М. Ю. Перминова

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Учебное методическое пособие

Томск 2022

Корректор: А. Н. Миронова

Перминова М. Ю.

Компьютерное моделирование экономических процессов : учебное методическое пособие / М. Ю. Перминова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2022. – 74 с.

© Перминова М. Ю., 2022
© Оформление.
ФДО, ТУСУР, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 4
1 Организация самостоятельной работы 5
1.1 Общие положения 5
1.2 Рабочая программа и план обучения 5
1.3 Теоретический материал 6
1.4 Контрольная работа 9
1.5 Промежуточная аттестация 10
1.6 Консультации 10
2 Методические указания по выполнению контрольной работы 12
2.1 Основы работы в Mathcad 13
2.1.1 Mathcad и его компоненты 13
2.1.2 Интерфейс пользователя 14
2.1.3 Работа с документом Mathcad 19
2.1.4 Типы областей Mathcad 20
2.1.5 Типы данных 23
2.1.6 Операторы 23
2.1.7 Переменные 25
2.1.8 Функции Mathcad 27
2.1.9 Вывод данных в Mathcad 30
2.1.10 Матричные вычисления 40
2.1.11 Решение уравнений и систем уравнений 46
2.2 Примеры решения типовых задач 49
2.3 Задания на контрольную работу 61
2.4 Критерии оценивания работы 71
Литература 73
Приложение А Шаблон титульного листа 74

ВВЕДЕНИЕ

Целью самостоятельной и контрольной работ студентов в рамках изучения дисциплины «Компьютерное моделирование экономических процессов» является закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков работы с программными средствами компьютерного моделирования.

Задачи самостоятельной и контрольной работ студентов:

- систематизация, расширение и закрепление полученных теоретических знаний;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- приобретение навыков математического и компьютерного моделирования;
- формирование практических навыков работы с программными средствами компьютерного моделирования.

Контрольная работа, описание которой приведено в настоящем пособии, выполняется в среде Mathcad (версия 13 и старше). Доступ к ПО осуществляется через раздел «Дополнительное ПО» личного кабинета студента ФДО. Отчет по контрольной работе может быть выполнен в любом доступном и удобном для обучающегося текстовом редакторе.

1 ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1 Общие положения

Целями самостоятельной работы являются систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний, приобретение навыков математического и компьютерного моделирования.

Самостоятельная работа по дисциплине включает следующие виды деятельности обучающегося:

- знакомство с рабочей программой дисциплины;
- составление плана обучения по дисциплине;
- изучение и проработка теоретического материала;
- подготовка и выполнение контрольной работы;
- подготовка и прохождение промежуточной аттестации (зачет с оценкой).

Все теоретические и вспомогательные материалы по дисциплине размещаются в соответствующем электронном курсе.

1.2 Рабочая программа и план обучения

Рабочая программа дисциплины – программа освоения учебного материала, соответствующая требованиям государственного образовательного стандарта высшего образования и учитывающая специфику подготовки студентов по выбранному направлению.

В рабочей программе дана общая информация по дисциплине: цели и задачи, место в образовательной программе, требование к результатам освоения дисциплины (на формирование каких компетенций направлена), объем и виды учебной работы, формы аттестации, основная и дополнительная литература, примерные оценочные материалы.

Рабочая программа позволяет представить объем предстоящей работы по освоению дисциплины и составить план самостоятельного обучения.

План должен включать следующие важные составляющие: 1) изучение теоретического материала дисциплины, освоение терминологии, ознакомление с классификациями и др. (для этого необходимо оценить объем материалов электронного курса и дополнительной литературы); 2) подготовка и выполнение контрольной работы; 3) подготовка и прохождение промежуточной аттестации по дисциплине.

Рабочая программа дисциплины доступна из рабочего учебного плана соответствующей основной профессиональной образовательной программы (https://edu.tusur.ru/opops).

1.3 Теоретический материал

Изучение теоретического материала

Теоретический материал включает:

- *тексто-графические материалы;*
- *видеоматериалы.*

Тексто-графические материалы

Учебное пособие (теоретический материал электронного курса) содержит основную теоретическую информацию по дисциплине. Деление на главы (темы) позволяет проследить логику изложения материала и равномерно распределить его в своем плане обучения. Составление конспектов по каждой теме поможет закрепить материал. Особое внимание следует обращать на блоки теоретического материала, выделенные пиктограммами. Данный материал обязателен для усвоения и запоминания. Рекомендуется уделить внимание содержанию таблиц и рисунков, являющихся источниками важной наглядной и структурированной информации.

Для углубленного изучения тем необходимо использовать дополнительные литературные источники.

Для удобства обучающихся предоставляется доступ из личного кабинета в электронную библиотеку ФДО, в которой содержатся все разработанные на факультете учебные материалы.

Студенты ФДО имеют доступ к полным текстам изданий электронных библиотечных систем «ЮРАЙТ» и «ЛАНЬ».

Видеоматериалы

Электронный курс «Компьютерное моделирование экономических процессов» снабжен вводной видеолекцией, где преподаватель знакомит студентов с дисциплиной, представляет структуру и особенности курса, обосновывает его практическую и теоретическую значимость, приводит наглядные примеры и т. д. Видеолекция сопровождается графическим материалом и наглядным представлением тезисов.

Проработка теоретического материала

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
- цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, отражающих ту или иную мысль автора;
- конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Методические рекомендации по составлению конспекта

Внимательно прочитайте текст. Уточните в глоссарии или справочной литературе непонятные слова. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта.

Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис – это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать.

Третий элемент конспекта – основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры.

Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

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 уточнений и дополнений необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном обращении к работе.

Самоконтроль

Самоконтроль – один из важнейших факторов, обеспечивающих самостоятельную деятельность обучающихся. Самоконтроль необходим для проверки остаточных знаний по итогам изучения каждой темы. Большинство курсов снабжены двумя уровнями самоконтроля. В текстовом материале

после каждой главы представлен перечень вопросов и заданий, позволяющих проконтролировать усвоение ключевых вопросов темы. Если ответы на вопросы вызывают затруднение, следует еще раз перечитать материал.

Второй уровень самоконтроля – тестовые задания в электронном курсе. Тестирование является наиболее эффективной формой контроля и имеет ряд преимуществ перед другими формами контроля:

- затрата небольшого количества времени на выполнение тестовых заданий;
- возможность оперативного получения информации о степени усвоения знаний;
- возможность оперативной корректировки знаний и умений и др.

Формат электронных тестов максимально приближен к тем заданиям, которые необходимо будет выполнить в рамках итоговой аттестации по дисциплине.

1.4 Контрольная работа

Цель выполнения контрольной работы – закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретического материала, а также сформировать навыки работы с программными средствами компьютерного моделирования. К выполнению контрольной работы следует серьезно подготовиться, повторив весь теоретический материал и потренировавшись в решении задач.

Дистанционное обучение ориентировано на повышенные требования к системе контроля, которая при этом имеет свою специфику. По данной дисциплине предусмотрена текстовая контрольная работа.

Задание на текстовую контрольную работу размещено в учебных материалах. Изучив текст задания, выберите свой вариант. Отчет по контрольной работе оформляется в строгом соответствии с Образовательным стандартом ТУСУР и требованиями методических указаний. По итогам проверки отчета преподаватель может задать несколько вопросов по выполненной работе.

Контрольная работа оценивается, получение зачета по ней является обязательным условием для аттестации по дисциплине.

Для выполнения контрольной работы будет полезно разобрать несколько примеров решения задач в Mathcad (см. п. 2.2).

1.5 Промежуточная аттестация

По дисциплине предусмотрен компьютерный зачет с оценкой.

Компьютерный зачет с оценкой представляет собой совокупность тестовых заданий. Здесь представлены в основном теоретические вопросы. Тестовые вопросы могут быть разных типов: как на выбор одного либо нескольких вариантов, так и на ввод ответа.

Для успешного прохождения промежуточной аттестации необходимо изучить все материалы курса.

Результат оценивается по пятибалльной шкале.

1.6 Консультации

В связи с тем, что не всегда возможно самостоятельно найти ответы на возникшие в ходе изучения дисциплины вопросы, на факультете существует возможность задать вопрос преподавателю, записавшись к нему на консультацию. Вопросы можно задавать как по теоретическому материалу, так и по подготовке и выполнению контрольной работы, а также оформлению отчета.

Предусмотрено несколько ресурсов, где можно задать вопрос.

Для вопросов по контрольной работе:

- электронный курс. Сформулируйте свой вопрос, оформите его в текстовом файле. Если вопрос относится к методическим указаниям, то обязательно приведите текст, к которому относится ваш вопрос. Если вопрос относится к расчетной части, приведите скриншот своих расчетов

в Mathcad или вместе с текстом вопроса отправьте файл Mathcad[1]. Зайдите в электронный курс, откройте элемент для отправки работы на проверку, загрузите необходимые файлы и отправьте их преподавателю.

Для вопросов по теоретическому материалу и промежуточной аттестации:

- учебный форум (https://study.tusur.ru/forum/). Здесь существует возможность обсудить любой учебный вопрос с другими студентами, коллективно найти решение. Однако следует помнить, что мнения других студентов могут быть ошибочными, и критически относиться к высказанным идеям;
- кабинет студента (воспользовавшись формой отправки из учебного плана или почтового агента);
- письмо с любого почтового сервера на адрес problems@fdo.tusur.ru.

[1] Можно оформить свой вопрос непосредственно в файле Mathcad и отправить только его.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель работы: научить строить финансовые и оптимизационные модели средствами Mathcad, представлять результаты моделирования графически и анализировать их.

Рекомендации по подготовке к работе: перед выполнением контрольной работы рекомендуется повторить теоретический материал глав 2 и 4 учебного пособия [1], п. 2.1 и 2.2 настоящего учебного методического пособия.

Содержание и порядок выполнения работы: работа состоит из 2 заданий, которые выполняются в Mathcad в соответствии со своим номером варианта. По итогу выполнения контрольной работы необходимо написать и оформить отчет. На проверку преподавателю отправляются **два файла**: отчет (в MS Word или его аналогах) и файл .xmcd.

Указанные файлы необходимо загрузить в соответствующий элемент электронного курса. При отсутствии одного из файлов работа возвращается студенту на доработку без проверки преподавателя.

Требования к отчету

Отчет выполняется в текстовом редакторе MS Word или его аналогах.

Требования к содержанию отчета. Структурные элементы отчета:

- титульный лист;
- оглавление;
- основная часть:
  - номер варианта;
  - формулировка задания с исходными данными;
  - скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним;
- заключение (выводы по контрольной работе).

Требования к оформлению отчета: отчет по контрольной работе оформляется в соответствии с ОС ТУСУР 02-2021. Шаблон титульного листа представлен в приложении А.

2.1 Основы работы в Mathcad

2.1.1 Mathcad и его компоненты

Для решения задач компьютерного моделирования экономических процессов используются различные программные средства. Одним из них является Mathcad.

Mathcad – математическое программное обеспечение (система компьютерной алгебры), которое позволяет выполнять и анализировать различные математические и технические расчеты и предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами, снабженное простым в освоении графическим интерфейсом. Это мощная и в то же время простая универсальная среда для решения задач в различных отраслях науки и техники, финансов и экономики, физики и астрономии, математики и статистики.

В состав Mathcad входит несколько компонентов:

- текстовый редактор, позволяющий вводить, редактировать и форматировать как текст, так и математические выражения;
- вычислительный процессор, умеющий проводить расчеты по введенным формулам, используя встроенные численные методы;
- символьный процессор, позволяющий проводить аналитические вычисления и фактически являющийся системой искусственного интеллекта;
- набор шаблонов, который ускоряет ввод исходных данных и обеспечивает удобную и эффективную систему ввода;
- огромное хранилище справочной информации, как математической, так и инженерной, оформленной в качестве интерактивной электронной книги.

2.1.2 Интерфейс пользователя

Основное окно Mathcad[2] (рис. 2.1) имеет ту же структуру, что и большинство приложений операционной системы Microsoft Windows. Сверху вниз располагаются заголовок окна (*1*), строка главного меню (*2*), панели инструментов (*3*), рабочий лист (рабочая область) документа (*4*) с маркером ввода (*5*), окно трассировки (*6*), строка состояния (*7*). Новый документ создается автоматически при запуске Mathcad. Файлы документов в Mathcad могут иметь расширение .mcd или .xmcd (в зависимости от версии программы). В нашем случае это будет .xmcd.

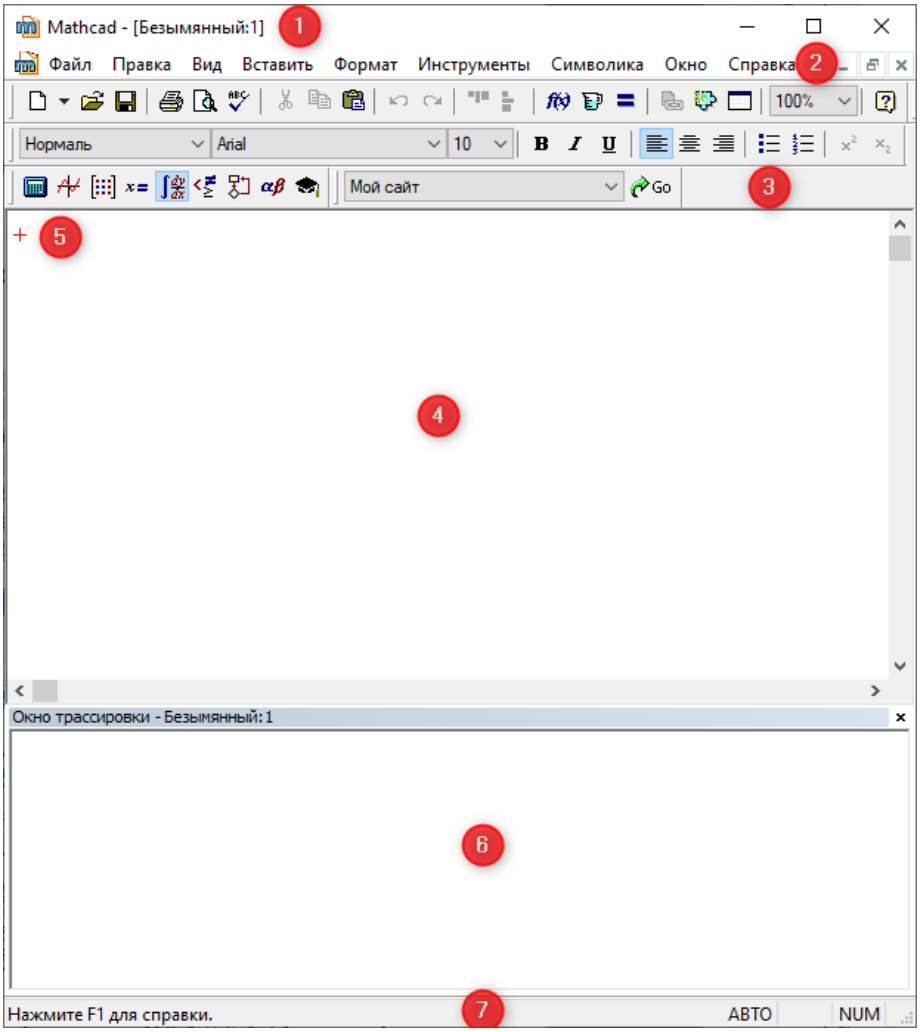


Рис. 2.1 – Основное окно Mathcad

[2] В учебном методическом пособии приведены скриншоты программы Mathcad 13. Интерфейс более старших версий Mathcad может отличаться.

Большинство команд можно выполнить с помощью меню (верхнего или контекстного) или панелей инструментов или клавиатуры.

Главное меню

Главное меню (рис. 2.2) – это набор пунктов, расположенный во второй строке окна программы, который служит для вызова выпадающих меню с перечнем команд. Приведем краткое описание каждого пункта (табл. 2.1).

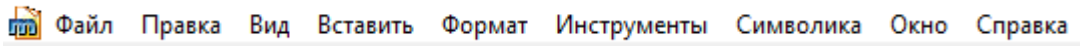


Рис. 2.2 – Главное меню Mathcad

Таблица 2.1 – Пункты главного меню

Пункт меню	Описание
Файл (File)	Команды, связанные с созданием (Создать), открытием (Открыть), сохранением (Сохранить как), пересылкой по электронной почте (Отправить) и распечаткой файлов (Печать)
Правка (Edit)	Команды, относящиеся к правке документа: копирование (Копировать), вставка (Вставить), удаление фрагментов (Удалить) и т. п.
Вид (View)	Команды, управляющие внешним видом документа в окне редактора Mathcad: показать или скрыть панели (Панели инструментов), линейку (Линейка), окно трассировки (Окно трассировки), границы регионов (Области) и т. п.
Вставить (Insert)	Команды вставки различных объектов в документы: графика (Графики), матрицы (Матрицы), встроенной функции (Функции), единицы измерения размерной величины (Единица измерения), объекта (Объект), гиперссылки (Гиперссылка) и т. п.
Формат (Format)	Команды форматирования текста, формул и графиков
Инструменты (Tools)	Команды управления вычислительным процессом и дополнительными возможностями
Символика (Symbolics)	Команды символьных вычислений

Окончание таблицы 2.1

Пункт меню	Описание
Окно (Window)	Команды управления расположением окон с различными документами на экране
Справка (Help)	Команды вызова справочной информации, сведений о версии программы, а также доступа к ресурсам и электронным книгам

Панели инструментов

Панели инструментов служат для быстрого выполнения наиболее часто применяемых команд. Основные панели инструментов располагаются в окне Mathcad под строкой главного меню. Вызвать любую панель на экран или скрыть ее можно из меню *Вид (View)* с помощью команды *Панели инструментов (Toolbars)*.

1. Стандартная (Standard) панель (рис. 2.3) служит для выполнения операций с файлами, вставки объектов и получения доступа к справке.



Рис. 2.3 – Панель инструментов *Стандартная*

Назначение кнопок данной панели интуитивно понятно и не требует дополнительных пояснений.

2. Панель *Форматирование* (Formatting) (рис. 2.4) служит для форматирования текста и формул.



Рис. 2.4 – Панель инструментов *Форматирование*

Назначение кнопок данной панели интуитивно понятно и не требует дополнительных пояснений.

3. Математическая (Math) панель (рис. 2.5) служит для вызова на экран девяти математических панелей, с помощью которых происходит вставка математических символов и операторов в документы.

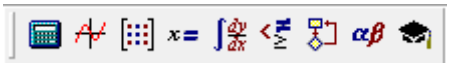
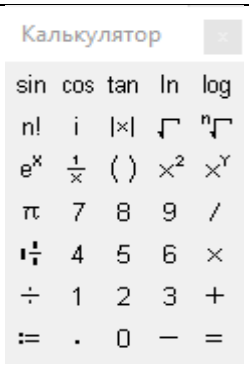
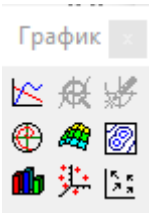
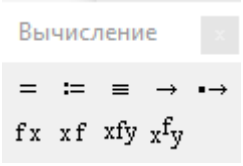


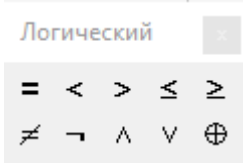
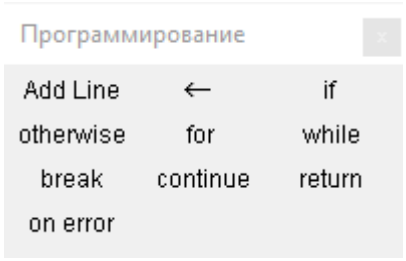
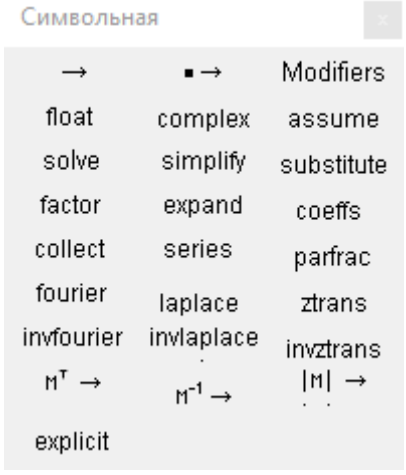
Рис. 2.5 – Панель инструментов *Математическая*

Приведем краткое описание назначения кнопок данной панели (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Кнопки математической панели инструментов

Кнопка	**Вид вызываемой панели**
– панель калькулятора	
– панель графиков	
– панель векторов и матриц	
– панель вычисления	

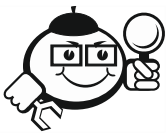
Окончание таблицы 2.2

Кнопка	Вид вызываемой панели
– панель исчисления	
– панель логики	
– панель программирования	
– панель греческих символов	
– панель символьных ключевых слов	

2.1.3 Работа с документом Mathcad

Документ Mathcad состоит из отдельных областей (блоков) прямоугольной формы: текстовых, математических, графических и т. п. Порядок вычислений в Mathcad – слева направо и сверху вниз. По умолчанию границы областей не видны, так как фон созданных областей и всего окна белый.

Блоки не должны взаимно перекрываться.



Пример

В документе Mathcad имеется запись: $x := 3$ $x := 2$ – дважды задано значение для переменной x. Итоговым значением переменной будет 2, так как присвоение этого значения переменной находится ниже, чем присвоение значения 3. Проверить это можно следующим образом:

$x := 3$ $x := 2$

$x = 2$ (введя еще ниже «x = »)[3].

В документе Mathcad присутствует указатель мыши, курсор ввода, местозаполнитель.

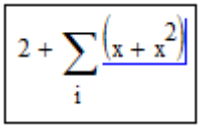
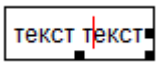
Курсор ввода может принимать одну их трех форм (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Формы курсора в Mathcad

Форма курсора	Описание	Пример
+	Курсор ввода указывает место ввода текста или формулы	+ $x := 2$

[3] Далее будет дано более подробное описание данных действий.

Окончание таблицы 2.3

Форма курсора	Описание	Пример
	Курсор ввода математических выражений, выделяющий нужную часть выражения. Размер маркера можно изменять клавишей *Пробел*	
	Курсор ввода определяет позицию ввода текста	

Местозаполнители имеют вид ▪ и появляются внутри незавершенных формул в местах, которые должны быть заполнены символом или оператором. Например: .

2.1.4 Типы областей Mathcad

1. *Математическая область* – это область, содержащая исполняемое математическое выражение (формулу, уравнение, равенство, неравенство и т. п.). Создается автоматически при вводе математического выражения на месте курсора ввода. В процессе редактирования формулы границы математической области видны в виде прямоугольника.



Пример

$x^2 - 2$ – математическая область с невидимыми границами.

 – математическая область с видимыми границами.

Для создания математических выражений применяются редактор формул, наборные математические панели, вызываемые с панели *Математическая* (см. табл. 2.2), а также клавиатура.



Пример

Записать математическое выражение: $3^4+\sqrt{10}-\frac{3}{13}$.

Решение

1. Установите курсор ввода в место ввода выражения:  .

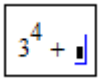
2. Введите цифру 3:  .

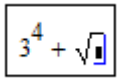
3. Введите оператор возведения в степень  одним из следующих вариантов:

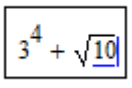
- кнопкой  панели *Калькулятор*;
- кнопкой  панели инструментов *Форматирование*;
- горячими клавишами *Shift* + ^ (при английском языке ввода).

4. В появившемся местозаполнителе введите 4:  .

5. Выделите курсором ввода все выражение, используя клавишу *Пробел*:  .

6. Введите оператор сложения («плюс») с клавиатуры или с помощью кнопки  панели *Калькулятор*:  .

7. Введите знак квадратного корня с помощью кнопки  панели *Калькулятор* или нажав на клавиатуре клавишу «\» (при любом языке ввода):  .

8. В появившемся местозаполнителе введите 10:  .

9. Выделите курсором ввода все выражение, используя клавишу *Пробел*: $3^4 + \sqrt{10}$.

10. Введите оператор разности («минус») с клавиатуры или с помощью кнопки − панели *Калькулятор*: $3^4 + \sqrt{10} - \blacksquare$.

11. В появившемся местозаполнителе введите оператор деления с клавиатуры или с помощью кнопки / панели *Калькулятор*: $3^4 + \sqrt{10} - \frac{\blacksquare}{\blacksquare}$.

12. Введите в местозаполнитель значение числителя 3. Затем указателем мышки или стрелкой вниз на клавиатуре перейдите к местозаполнителю знаменателя и введите значение 13: $3^4 + \sqrt{10} - \frac{3}{13}$. Готово.

. . . . . .

2. *Текстовая область* – это область с неисполняемыми текстовыми комментариями (краткие пояснения или отчеты). В процессе редактирования текста границы области видны в виде прямоугольника с метками. Поместив указатель мыши в одну из меток и нажав левую кнопку, можно увеличивать или уменьшать область.

текст – текстовая область с невидимыми границами.

текст – текстовая область с видимыми границами.



Пример

Напишите в Mathcad «Привет, мир!».

Решение

1. Разместите курсор ввода в месте ввода текста +.

2. В главном меню выберите *Вставить* → *Текстовую область* или нажмите на клавиши *Shift* + символ двойной кавычки («2» при вводе на русском языке и «”» – на английском):  .

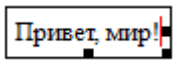
3. Для ввода текста на русском языке на панели инструментов *Форматирование* установите шрифт с кириллицей, например 

или 

.

4. Переключите клавиатуру на русский язык ввода: 

.

5. Введите в прямоугольник с метками текст: 

.

. . . . . .

2.1.5 Типы данных

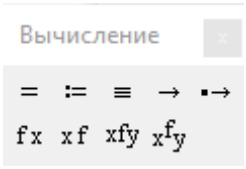
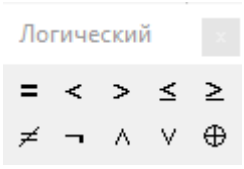
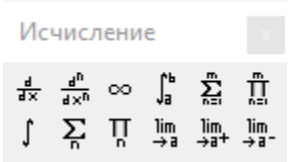
- Числа (действительные, комплексные, встроенные константы). Mathcad хранит все числа в формате двойной точности с плавающей точкой.
- Строки (любой текст, заключенный в кавычки).
- Массивы (ранжированные переменные, векторы, матрицы).

2.1.6 Операторы

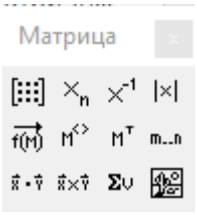
Операторы – элементы языка, с помощью которых можно создавать математические выражения. Каждый оператор Mathcad обозначает некоторое математическое действие в виде символа. Математические операторы вводятся с наборных панелей или с клавиатуры соответственно нажатием указателя мыши кнопки на панели или клавиши на клавиатуре.

В таблице 2.4 приведено описание тех операторов, которые будут использоваться при выполнении контрольной работы и для ввода которых необходима комбинация кнопок на клавиатуре или одна кнопка, но не очевидная.

Таблица 2.4 – Примеры операторов Mathcad

Кнопка на панели	**Значение**	**Клавиша / сочетание клавиш**
Операторы выражения 		
:=	Оператор присваивания для присваивания переменным значений и определения функции пользователя	:
≡	Оператор глобального присваивания для того, чтобы переменная была определена в любой части документа	~
=	Оператор численного вывода для вывода численного результата	=
→	Оператор символьного вывода для аналитических преобразований	Ctrl + .
Арифметические операторы 		
$\sqrt[n]{\square}$	Корень *n*-й степени	Ctrl + \
$\square^{\square}$	Возведение числа *x* в степень *y*	^
Логические операторы 		
=	Логический знак равенства	Ctrl+=
≤ ≥	Больше или равно и Меньше или равно	Ctrl+0 и Ctrl+9
Вычислительные операторы 		
$\sum_{\square=\square}^{\square}$ и $\sum_{\square}$	Сумма и Сумма ранжированной переменной	Ctrl+Shift+4 и Ctrl+4

Окончание таблицы 2.4

Кнопка на панели	**Значение**	**Клавиша / сочетание клавиш**
Матричные операторы		
	Матрица или Вектор	Ctrl+M
	Обратная матрица	
	Транспонирование	Ctrl+1
	Ранжированная переменная	;
	Выделение из матрицы столбца	Ctrl+6

2.1.7 Переменные

В имени переменных и функций допустимо использовать символы:

- любые латинские и греческие буквы, различающиеся по регистру (так, имена x и X определяют различные переменные);
- числа от 0 до 9, символы бесконечности, подчеркивания, процента.

Имя не может начинаться с цифры и не должно совпадать с именами встроенных функций, констант. Mathcad не различает имена переменных и функций.

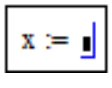


Пример

Определить переменную *x*, равную 2.

Решение

1. Ввести имя переменной  .

2. Ввести оператор присваивания  .

3. Ввести значение переменной в местозаполнитель $x := 2$. Готово.

Ранжированные переменные – это переменные, имеющие ряд фиксированных значений, с определенным шагом меняющихся от начального значения до конечного. Такие переменные применяются при построении графиков и создании циклов.



Пример

Определить ранжированную переменную x, изменяющуюся на интервале [0;8] с шагом 1.

Решение

1. Ввести имя переменной и оператор присваивания: $x :=$.

2. Нажмите кнопку $m..n$ (ранжированная переменная) на панели *Матрица* или на клавишу «;» (при английском языке ввода): $x := \blacksquare .. \blacksquare$.

В шаблоне этой переменной левый местозаполнитель отвечает за начальное значение и закон изменения переменной, которые указываются через запятую. Правый местозаполнитель указывает на конечное значение.

3. В соответствующие местозаполнители шаблона введите заданные параметры изменения переменной $x := 0..8$ (так как шаг равен 1, то после 0 можно не указывать следующее значение). Готово.

2.1.8 Функции Mathcad

Функции записываются в обычной математической форме:

f(*x*, . . .) – функция, в которой *f* – имя функции, *x*,... – список аргументов.

В Mathcad имеется два типа функций: функции, определенные пользователем, и встроенные функции.

Функции, определенные пользователем



Пример

Определить функцию $f(x,y) = x^2 + \sin(y)$.

Решение

1. Определите переменные, являющиеся аргументами функции $x := 2$ $y := 10$.

2. Введите имя функции: f.

3. Введите в скобках имена аргументов функции: f(x,y).

4. Введите оператор присваивания: f(x,y) :=.

5. Введите выражение, определяющее функцию: $f(x,y) := x^2 + \sin(y)$. Готово.

Встроенные функции

Большинство численных методов, запрограммированных в Mathcad, реализованы в виде встроенных функций. Такие функции встроены в систему и готовы к немедленному выполнению при обращении к ним по имени с указанием ее аргументов.

Основные категории встроенных функций:

- Все (All) – все функции в алфавитном порядке.
- Векторы и матрицы (Vector and Matrix) – функции работы с векторами и матрицами.
- Гиперболические (Hyperbolic) – гиперболические функции.
- Логарифм и экспонента (Log and Exponential) – логарифмические и экспоненциальные функции.
- Решение (Solving) – функции решения алгебраических уравнений и систем.
- Решение диф. уравнений (Differential Equation Solving) – функции для решения дифференциальных уравнений.
- Тригонометрические (Trigonometric) – тригонометрические функции.
- Усечение и округление (Truncation and Round-Off) – функции округления чисел.
- Финансовые (Finance) – функции, облегчающие финансовый анализ.



Пример

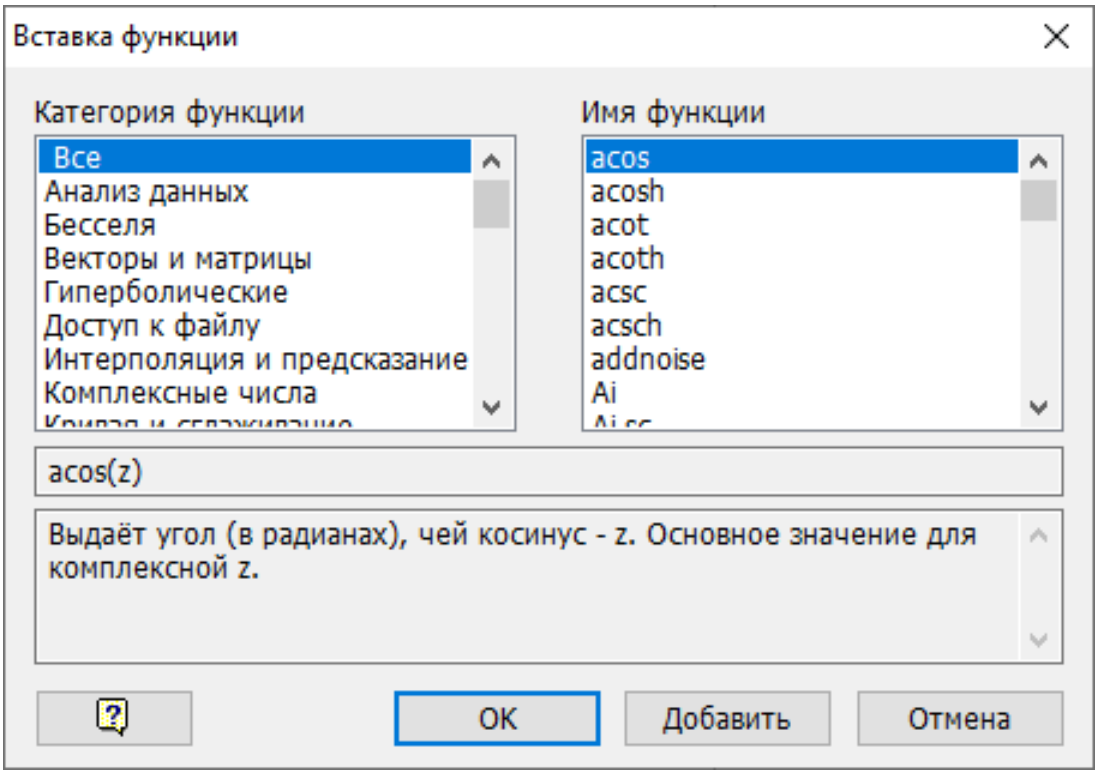
Вставьте в документ Mathcad встроенную функцию acos(x).

Решение

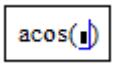
1. Определите место, куда следует вставить функцию.

2. Нажмите кнопку  (вставить функцию) на стандартной панели инструментов или выполните команду *Вставить → Функцию*.

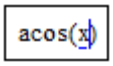
3. В диалоговом окне *Вставка функции* в списке *Категория функции* выберите категорию, к которой принадлежит функция.



4. В списке *Имя функции* выберите имя встроенной функции.

5. Нажмите кнопку *OK*. Появится запись 

.

6. Введите аргументы функции в местозаполнитель: 

. Готово.

. . . . . .

Далее приведено описание некоторых финансовых функций Mathcad, которые могут понадобиться при выполнении контрольной работы:

- cnper(rate, pv, fv) – выдаёт число составных периодов для инвестиций, необходимых для получения будущего значения вклада fv при заданных текущем значении вклада pv и проценте начислений rate;
- eff(rate, npery) – выдаёт эффективную процентную ставку в годовом исчислении, учитывая номинальную ставку процента rate и число периодов для начисления процента ежегодно npery;
- pv(rate, nper, pmt, [[fv], [type]]) – выдаёт текущую стоимость инвестиций или ссуды, основанной на периодических постоянных платежах pmt

по данному числу периодов nper для начисления процента, используя фиксированную процентную ставку rate и указанную оплату;

- irr(v,[guess]) – возвращает внутреннюю норму доходности для серии денежных потоков (v – вектор, должен иметь одно положительное и одно отрицательное значение), происходящих через регулярные промежутки времени. Guess – численное значение, которым предполагаете аппроксимировать ответ, если им пренебрегается, то guess=0.1(10%);
- pmt(rate, nper, pv, [[fv], [type]]) – возвращает платеж за инвестиции/вклад или кредит/заем на основе периодичных, постоянных платежей в течение заданного количества периодов nper с использованием фиксированной процентной ставки rate и определенной текущей стоимости pv.

Обратите внимание, что у встроенных функций есть необязательные параметры, они указываются в квадратных скобках, то есть когда вы используете такую функцию, их вы можете не указывать. При этом не нужно и оставлять пустые места, разделенные запятыми.

Например:

$\mathrm{irr}\left(\begin{pmatrix}-2\\3\\4\end{pmatrix}\right) = 1.351$ – корректный пример,

$\mathrm{irr}\left[\begin{pmatrix}-2\\3\\4\end{pmatrix}, \blacksquare\right] =$ – некорректный пример, что показывает красный местозаполнитель и отсутствие результата работы функции.

2.1.9 Вывод данных в Mathcad

Вывод данных в Mathcad осуществляется тремя видами: числовой, символьный и графический. В рамках данного курса будут рассматриваться только числовой и графический выводы.

Числовой вывод данных

Численное вычисление математического выражения заключается в расчете по формулам и численным методам, скрытого от глаз пользователя. Для численных вычислений применяется оператор численного вывода (=), который вызывается с панелей *Калькулятор* или *Определение*.



Пример

Продолжим пример с вводом математического выражения (п. 2.1.4):

13. Выделите маркером ввода все выражение, используя клавишу *Пробел*: $3^4 + \sqrt{10} - \frac{3}{13}$.

14. Введите оператор численного вывода («равно») с помощью кнопки = панели *Калькулятор* или с клавиатуры. Получили численный расчет выражения: $3^4 + \sqrt{10} - \frac{3}{13} = 83.932$.

Аналогичным образом можно вычислить значение функции при заданных значениях аргументов.



Пример

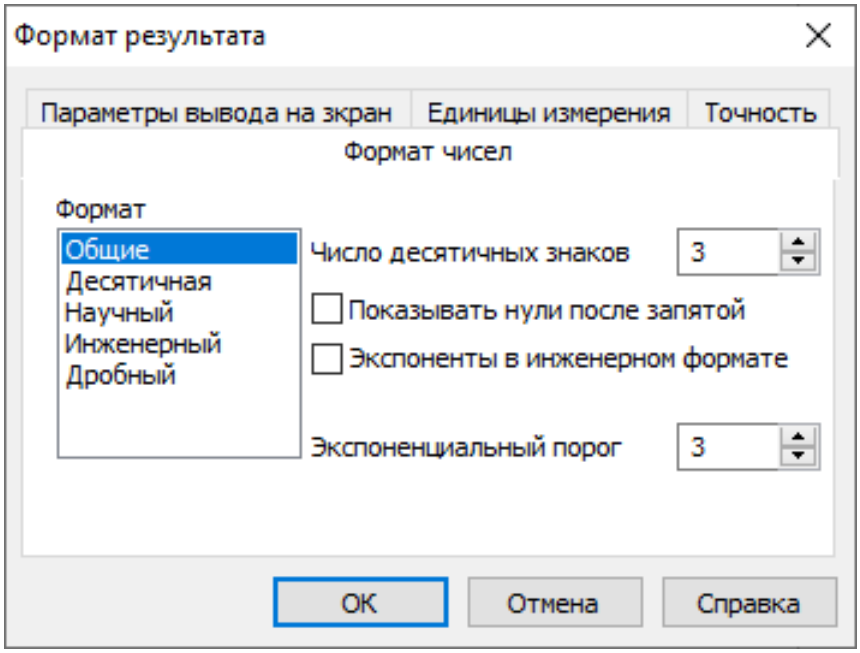
Продолжим пример с определением функции (п. 2.1.8):

6. Введем функцию с ее аргументами и введем оператор численного вывода (=) $f(x,y) = 3.456$ и автоматически получим значение функции при заданных x и y.

Форматирование результатов

Способ, которым Mathcad выводит числа, называется форматом результата. Формат результата может быть установлен для всего документа (глобальный формат) или для отдельного результата (локальный формат).

Глобальный формат устанавливается командой главного меню *Формат →Результат*.



В диалоговом окне, появляющемся после выбора этой команды, устанавливается выводимая точность числа, диапазон показателя степени (если вывод чисел нужен в форме с плавающей запятой) и точность нуля. После внесения требуемых изменений нужно нажать кнопку *OK*.

Для установки формата отдельного числа нужно: щелкнуть мышью на выражении, результат которого нужно переформатировать; вызвать команду форматирования и проделать вышеописанные действия.

Графический вывод данных в Mathcad

Наиболее мощными средствами вывода результатов в Mathcad являются графики. Для создания графиков в системе Mathcad имеется графический процессор. Он позволяет строить двумерные и трехмерные графики с помощью встроенных шаблонов.

Выбор типа графика и его построения осуществляется с помощью панели *График* или команды *Вставить* → *Графики* (рис. 2.6).

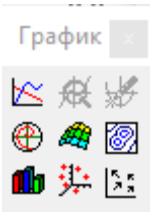


Рис. 2.6 – Панель инструментов *График*

Двумерные графики

К двумерным графикам относятся графики в декартовой и полярной системе координат (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Кнопки панели графиков для построения двумерных графиков

Кнопка	Значение
	График в декартовой системе координат
	График в полярной системе координат

Остановимся на первой из перечисленных системе координат.



Пример

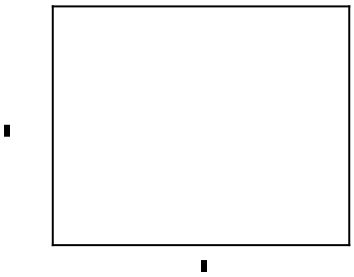
Быстро построить график функции в декартовой системе координат.

Решение

1. Установите курсор ввода в место построения графика.

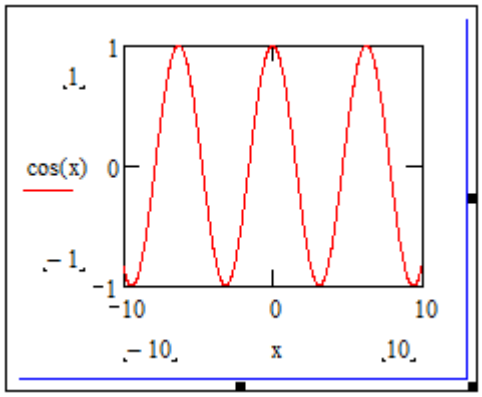
2. Выведите на экран панель *График*.

3. Выведите с помощью кнопки  панели *График* шаблон декартового графика.



4. В левый местозаполнитель (по оси ординат) введите выражение, определяющее функцию $f(x)$, в нижний (по оси абсцисс) – имя аргумента x.

5. Для построения графика щелкните левой кнопкой мыши вне шаблона.





Пример

Построение графика функции на заданном интервале значений.

Решение

1. Задайте диапазон изменения и шаг независимой переменной *x* с помощью определения ранжированной переменной *x*: $x := 0, 0.5 .. 4$.

2. Задайте функцию *f*(*x*): $f(x) := \cos(x)$.

3. Установите курсор ввода в место построения графика.

4. Выведите шаблон декартового графика кнопкой .

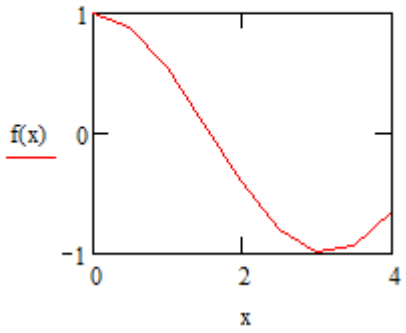
5. Введите в местозаполнители осей *x* и *f*(*x*).

6. Щелкните левой кнопкой мыши вне шаблона.

7. Отформатируйте график (при необходимости).

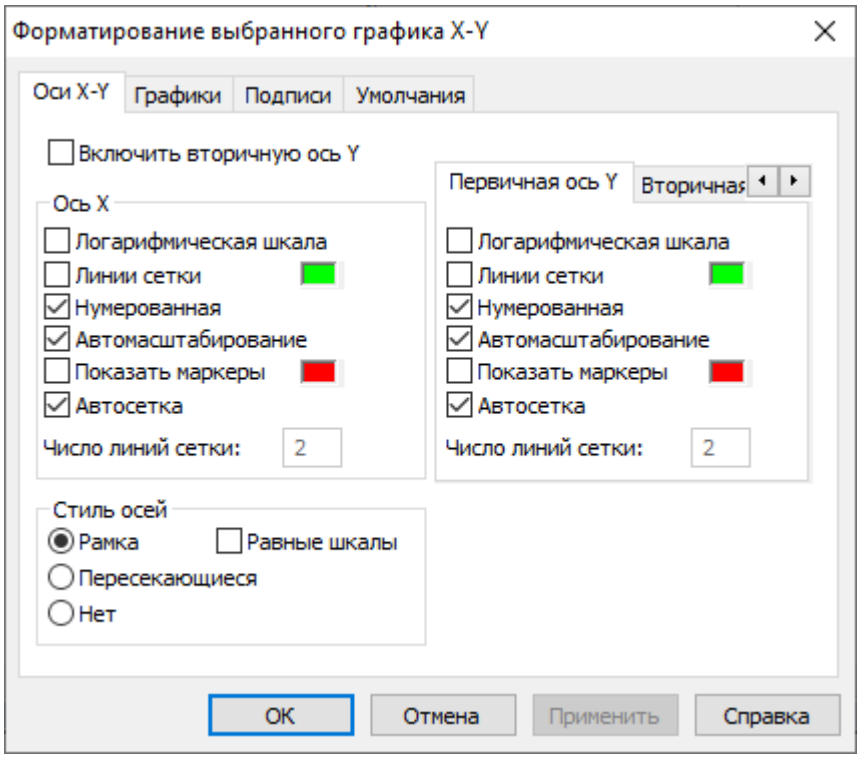
$f(x) := \cos(x)$

$x := 0, 0.5 .. 4$



Форматирование графика

Форматирование графика производится с помощью окна *Форматирование выбранного графика X-Y* (*Formatting Currently Selected X-Y Plot*), которое активизируется двойным щелчком мыши по графику.



Параметры форматирования:

- *Оси X-Y* (*X-Y Axes*) – установки параметров осей координат;
- *Графики* (*Traces*) – установки параметров рядов данных;
- *Подписи* (*Labels*) – установки заголовка и надписей по осям графика;
- *Умолчания* (*Defaults*) – возврат к стандартным установкам.

Построение нескольких рядов данных

На одном графике может быть отложено до 16 различных зависимостей, которые для наглядности отображаются разными цветами и помечаются разными значками.

При построении на одном и том же графике нескольких зависимостей разных аргументов нужно позаботиться о соответствии типа данных для каждой пары точек в отдельности.

Для разделения аргументов и функций, графики которых строятся в одном шаблоне, используются запятые.

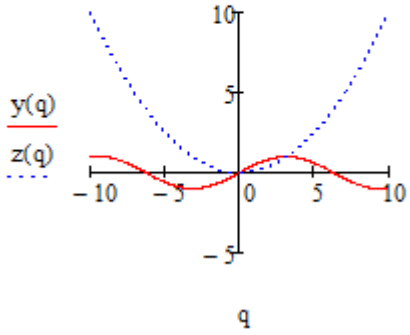


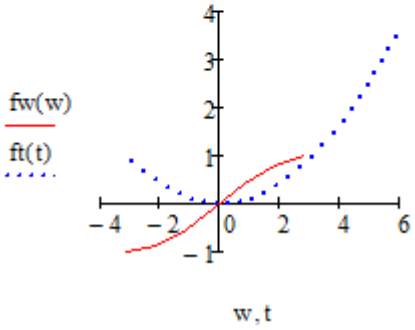
Пример

Пример построения нескольких зависимостей на одном графике:

$$y(q) := \sin\left(\frac{q}{2}\right) \qquad z(q) := \frac{q^2}{10}$$

$$w := -\pi .. \pi \qquad t := -3 .. 6 \qquad fw(w) := \sin\left(\frac{w}{2}\right) \qquad ft(t) := \frac{t^2}{10}$$







Важно помнить, что для появления нового местозаполнителя (при перечислении функций и переменных для отображения их на осях графика) используется запятая «,».

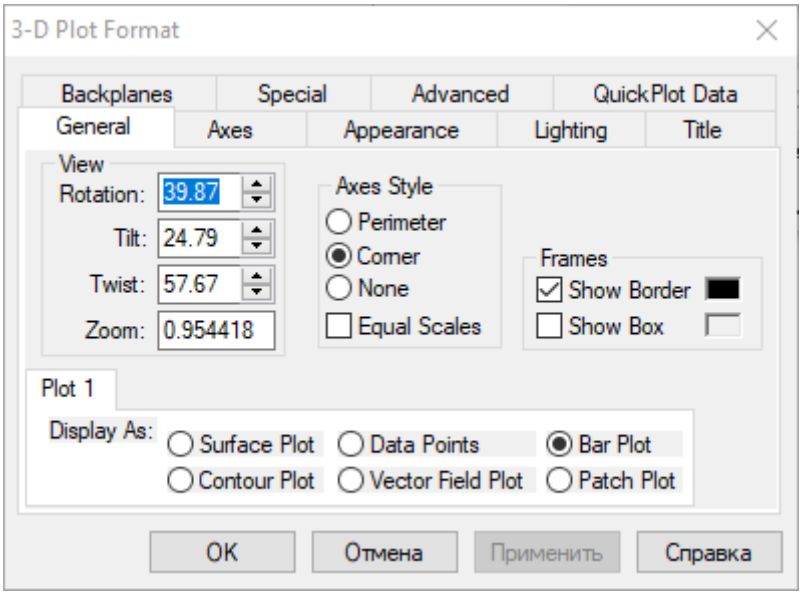
Трехмерные графики

Трехмерные графики, или *3D-графики* (табл. 2.6), отображают функции двух переменных вида F(x,y).

Таблица 2.6 – Кнопки панели графиков для построения трехмерных графиков

Кнопка	**Значение**
	Трехмерная поверхность (график поверхности) (*SurFace Plot*)
	График линий уровня (контурный график поверхности) (*Contour Plot*)
	3D-гистограмма (*Bar Plot*)
	3D-график рассеяния (трехмерное множество точек) (*Data Points*)
	Векторное поле (*Vector Field Plot*)

Изменение типа трехмерного графика осуществляется с помощью вкладки *Общее* (*General*) окна форматирования графика.



Вращение трехмерных графиков мышью

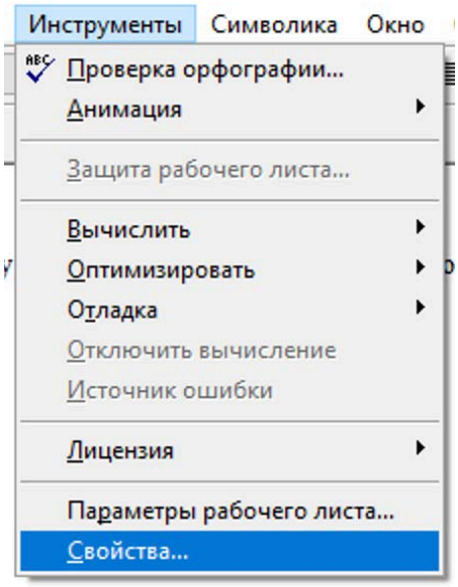
Для вращения любой трехмерной фигуры достаточно выделить ее изображение, нажать и удерживать левую кнопку мыши, при этом перемещать мышь.

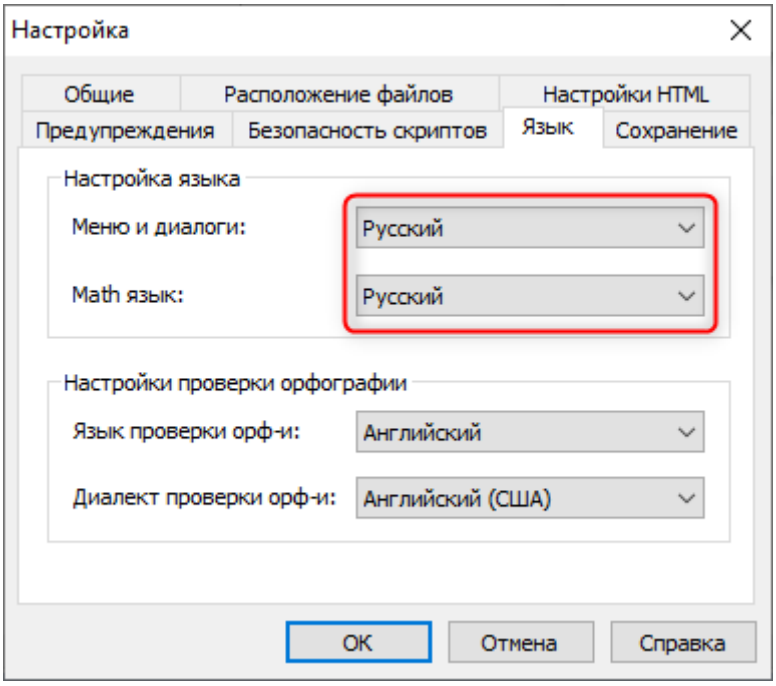
Пример построения 3D-гистограммы см. здесь.



Если в Mathcad выбран русский язык интерфейса, то могут возникнуть проблемы с отображением 3D-графиков. В случае возникновения ошибок смените язык на английский, переоткройте Mathcad и попробуйте построить 3D-график повторно.

Сменить язык необходимо здесь: *Инструменты* → *Свойства* → вкладка *Язык*.





2.1.10 Матричные вычисления

Достоинства Mathcad особенно наглядно проявляются при операциях с матрицами и векторами. Эти операции чрезвычайно трудоемки и, как правило, требуют компьютерного программирования. В системе Mathcad для получения численного или символьного ответа достаточно традиционной записи матричных выражений, как на листе бумаги.

Численные матричные вычисления осуществляются с панели *Матрица* (*Matrix*) (рис. 2.7).

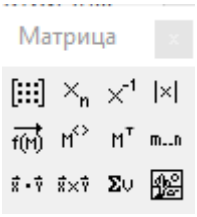
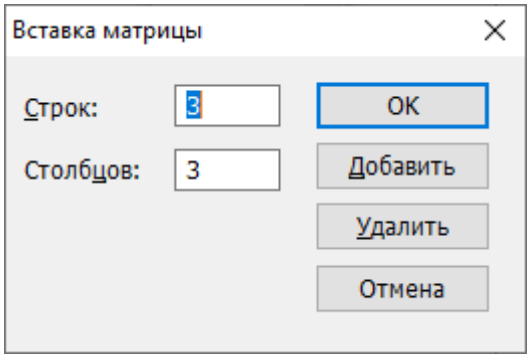


Рис. 2.7 – Панель инструментов *Матрица*

Создание матрицы путем ввода ее элементов

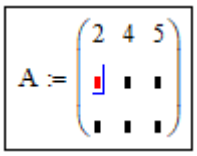
1. Введите имя матрицы и оператор присваивания (:=).

2. Нажмите на кнопку  (создать матрицу) панели *Матрицы* или *Вставить → Матрицу* либо используйте комбинацию клавиш *Ctrl+M*.

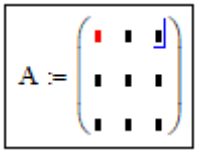


3. Задайте размеры матрицы в диалоговом окне *Вставка матрицы* и нажмите на кнопку *OK*.

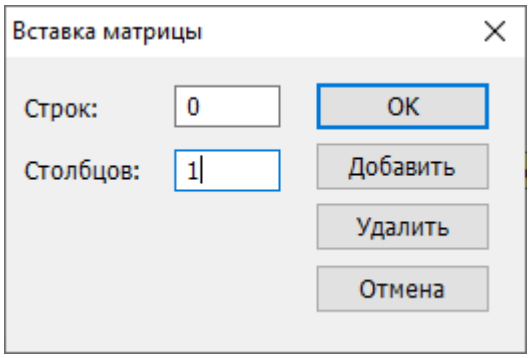
4. В шаблоне новой матрицы введите значения в местозаполнители элементов матрицы. Переход от одного места ввода к другому осуществляется клавишами управления курсором или щелчком мыши в нужное место ввода.



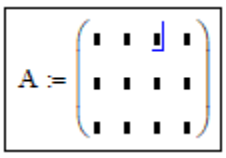
Если вы создали шаблон матрицы не той размерности, это можно исправить с помощью того же диалогового окна *Вставка матрицы*. Например, выбрана матрица *A* размерностью 3 × 3, а нужно, чтобы она стала 3 × 4. Для этого ставим курсор ввода в первую строку последнего столбца.



Затем вызываем диалоговое окно *Вставка матрицы* и указываем, что нам нужно добавить еще 1 столбец и 0 строк.



Нажимаем *OK* и получаем матрицу размерностью 3 × 4:



Нумерация элементов матрицы

Элементы матрицы определяются двумя индексами, элементы вектора – одним. Начало нумерации элементов в векторах и матрицах определяется системной переменной ORIGIN. По умолчанию ORIGIN=0, то есть первый элемент вектора, первая строка и первый столбец матрицы имеют нулевой индекс. Можно также изменить нумерацию индексов, указав, например, в первой строке документа ORIGIN:=1.

Доступ к нужному элементу матрицы можно получить через имя матрицы с двумя индексами. Первый индекс обозначает номер строки, второй – номер столбца. Произвольный элемент вектора задается одним индексом.

Для набора нижнего индекса используется кнопка x_n (нижний индекс) на панели *Матрица* или клавиша «[» (при английском языке ввода). Для выделения из матрицы столбца применяется оператор верхнего индекса < >, который вызывается с панели *Матрица* кнопкой $M^{\langle\rangle}$ (столбец матрицы).



Пример

$$B := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \qquad B_{1,1} = 5$$

или

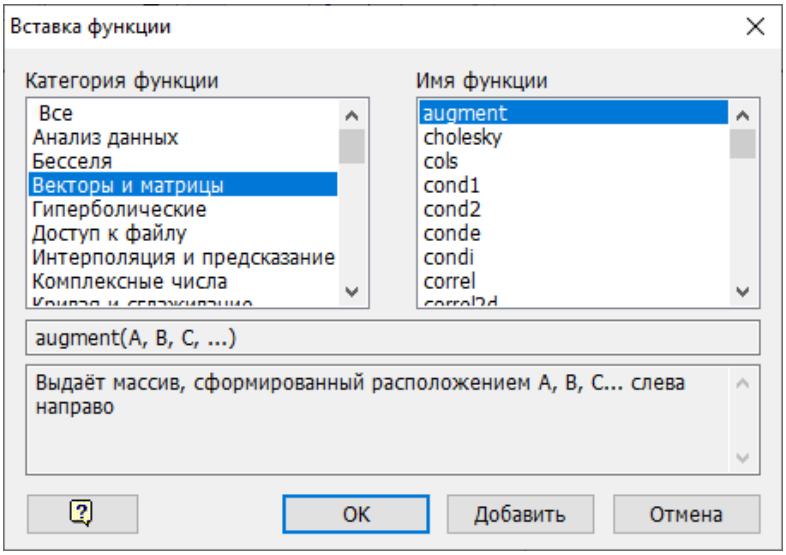
$$\text{ORIGIN} := 1 \qquad B := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \qquad B_{1,1} = 1$$

Матричные операторы

Простейшие матричные операции реализованы в Mathcad в виде операторов, кнопки которых находятся на панели *Матрица* (см. п. 2.1.6).

Встроенные матричные функции

Вставка встроенных функций обработки матриц осуществляется из категории *Векторы и матрицы* (*Vector and Matrix*) диалогового окна *Вставка функции*.



Приведем примеры встроенных функций обработки матриц (табл. 2.7).

Таблица 2.7 – Встроенные функции обработки матриц

Встроенная функция	**Описание функции**
Функции создания матриц	
matrix(M, N, f)	Создание матрицы размером M × N, каждый элемент которой есть функция f(i,j)
CreateMesh(), CreateSpase ()	Создание матрицы для графика поверхности Создание матрицы для графика пространственной кривой
Функции определения параметров матрицы	
rows(M)	Число строк в матрице или векторе
cols(M)	Число столбцов в матрице или векторе
last(M)	Индекс последнего элемента вектора
max(M), min(M)	Максимальное и минимальное значения элементов

Окончание таблицы 2.7

Встроенная функция	**Описание функции**
Функции образования новых матриц	
augment(A,B)	Объединение матрицы A и B «бок о бок». Матрицы должны иметь одинаковое число строк
stack(A, B)	Объединяет матрицы друг над другом. Матрицы должны иметь одинаковое число столбцов
Функции сортировки векторов и матриц	
sort(v)	Сортировка элементов вектора по возрастанию
reverse(v)	Перестановка элементов вектора в обратном порядке
Функции для создания матриц специального вида	
identity(N)	Создание единичной матрицы размера N × N
diag(v)	Диагональная матрица, на диагонали которой находятся элементы вектора v
Функции, возвращающие специальные характеристики матрицы	
rank(M)	Вычисление ранга матрицы
mean(M)	Возвращает среднее значение элементов матрицы



Пример

Создаем матрицу A размерностью 2 × 3: $A := \begin{pmatrix} 3 & -15 & 0 \\ 5 & 3 & 2 \end{pmatrix}$.

Находим:

- число строк: $\mathrm{rows}(A) = 2$;
- число столбцов: $\mathrm{cols}(A) = 3$;
- максимальный элемент: $\max(A) = 5$;
- минимальный элемент: $\min(A) = -15$.

Выводим первый столбец матрицы: $A^{\langle 1 \rangle} = \begin{pmatrix} -15 \\ 3 \end{pmatrix}$ (при нумерации с 0).



Пример

Пример операций с матрицами и векторами.

Создаем матрицу $A := \begin{pmatrix} 3 & -15 & 0 \\ 5 & 3 & 2 \\ 2 & 5 & 9 \end{pmatrix}$ и вектор $V := \begin{pmatrix} 3 \\ 7 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Действия с матричными операторами:

- обращение матрицы (находим обратную матрицу):

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.026 & 0.203 & -0.045 \\ -0.062 & 0.041 & -0.009 \\ 0.029 & -0.068 & 0.126 \end{pmatrix}$$

- транспонирование матрицы:

$$A^{T} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 2 \\ -15 & 3 & 5 \\ 0 & 2 & 9 \end{pmatrix}$$

- произведение матрицы и вектора:

$$A \cdot V = \begin{pmatrix} -96 \\ 38 \\ 50 \end{pmatrix}$$

Действия с матричными функциями:

- среднее значение элементов матрицы: $\mathrm{mean}(A) = 1.556$
- объединение матрицы и вектора:

$$\mathrm{augment}(A, V) = \begin{pmatrix} 3 & -15 & 0 & 3 \\ 5 & 3 & 2 & 7 \\ 2 & 5 & 9 & 1 \end{pmatrix}$$

- создание единичной матрицы:

$$\mathrm{identity}(3) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

2.1.11 Решение уравнений и систем уравнений

Пусть имеется одно алгебраическое уравнение с неизвестным x: f(x) = 0 или система N алгебраических уравнений

$$\begin{cases} f_1(x_1,...,x_M)=0 \\ ... \\ f_N(x_1,...,x_M)=0 \end{cases},$$

где f(x) и $f(x_1,\ldots, x_M)$ – некоторые функции. Требуется найти корни уравнения, т. е. все значения x, которые переводят уравнение (или систему уравнений) в верное равенство (равенства).

Численное решение уравнений и систем уравнений

Нахождение корней численными методами связано с задачами:

- исследование существования корней в принципе, определение их количества и примерного расположения. Наиболее распространен графический способ определения начальных приближений;
- нахождение корней с заданной точностью TOL (задаваемая в документе переменная, управляющая точностью сходимости некоторых функций, таких как интегралы, производные и функции odesolve и root). С помощью встроенных функций (табл. 2.8) Mathcad решает уравнения и системы уравнений итерационными методами с заданием начального приближения всех его корней.

Таблица 2.8 – Функции решения алгебраических уравнений и систем

Встроенная функция	**Описание**
root(f(x),x)	Функции реализуют итерационный метод секущих. Функция root(f(x),x) находит корень нелинейного уравнения с одним неизвестным по заданному начальному приближению с заданной точностью. Корень уравнения – это ближайшее к начальному приближению значение x, при котором f(x) = 0. Если корней несколько, для отыскания каждого корня необходимо задать свое приближение
root(f(x), x, a, b)	Функция root(f(x), x, a, b) находит корень нелинейного уравнения по заданному интервалу [a, b], который содержит единственный корень. Значения f(a) и f(b) должны иметь разные знаки. Задание начального приближения не требуется
polyroots(v)	Функция использует численный метод полиномов Лаггера. Находит решение уравнения f(x) = 0, где f(x) является полиномом N-й степени. Коэффициенты полинома образуют вектор v, начиная со свободного члена. Результатом действия функции является вектор, составленный из N корней полинома. Задание начального приближения не требуется
Find(x1,….,xn)	Реализует несколько градиентных методов, выбор которых можно осуществить с помощью контекстного меню названия функции. Используется для решения линейных и нелинейных систем уравнений по заданному начальному приближению неизвестных. Функция Find(x1,….,xn) возвращает вектор значений x={x1,…,xn}, удовлетворяющих уравнениям и неравенствам, которые определены в вычислительном блоке решения.

Окончание таблицы 2.8

Встроенная функция	**Описание**
	Вычислительный блок решения систем состоит из трех частей, идущих друг за другом: • Given – ключевое слово; • система уравнений, записанная логическими операторами в виде равенств или неравенств; • Find(x1,….,xn). Вычислительный блок Given-Find позволяет решать системы от 1 до 200 уравнений. Перед использованием этого блока необходимо задать начальные приближения для всех неизвестных
lsolve(A,B)	Функция для решения системы линейных уравнений вида AX = B по заданной матрице коэффициентов A и вектора свободных членов B
Minerr(x1,….,xn)	Возвращает вектор приближенного решения системы уравнений и неравенств, определенных в блоке с Given
Maximize(f,x1,….,xn), Minimize(f,x1,….,xn)	Функции поиска локальных экстремумов функции f. Получение вектора значений аргументов, при которых функция f достигает максимума (минимума). Дополнительные условия (ограничения) можно задавать в блоке с Given



Пример

Решение системы уравнений с помощью функции Find:

$x := 0$

$y := 0$

Given

$x + 3 \cdot y = 5$

$2 \cdot x + y = 12$

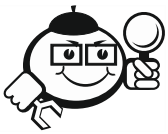
$\text{Find}(x, y) = \begin{pmatrix} 6.2 \\ -0.4 \end{pmatrix}$



Важно помнить, что при записи отдельного уравнения или системы уравнений ставится логический знак равенства (Ctrl+=).

2.2 Примеры решения типовых задач

Рассмотрим примеры решения задач из учебного пособия [1].



Пример

Пример 2.4

Начальная сумма займа равна 500 руб., годовая ставка – 10%. Найти наращенные стоимости займа через 1, 2 и 3 года по схеме простых процентов.

Решение в Mathcad

$$pv := 500 \qquad r := 10\% \qquad nper := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$fv := pv \cdot (1 + r \cdot nper)$$

$$fv = \begin{pmatrix} 550 \\ 600 \\ 650 \end{pmatrix}$$

Здесь стоит обратить внимание на несколько моментов:

- процентная ставка r может быть задана как в процентах (см. на скриншоте выше), так и в числовом значении (r := 0.01),
- число расчетных периодов nper принимает несколько значений, при этом формула для расчета будущей стоимости fv не меняется, поэтому в данном случае значения nper удобно представить в виде вектора (матрица с одним столбцом).

Обращайте внимание на переменные, которые в документе Mathcad подчеркнуты зеленой волнистой линией (например, pv). Это означает, что либо вы переопределяете переменную/функцию, которая встроена в Mathcad, либо в вашем документе уже была определена данная переменная/функция. Это может повлиять на корректность получаемых вами данных.



Пример

Пример 2.15

Пусть инвестиции в проект к концу первого года его реализации составят 20 000 руб. В последующие четыре года ожидаются годовые доходы по проекту: 6 000 руб., 8 200 руб., 12 600 руб., 18 800 руб.

Рассчитать чистую текущую стоимость проекта к началу первого года, если процентная ставка составляет 10% годовых.

Решение в Mathcad

Вариант 1

$$ORIGIN := 1$$

$$r := 10\%$$

$$I := -20000$$

$$CF := \begin{pmatrix} 6000 \\ 8200 \\ 12600 \\ 18800 \end{pmatrix}$$

$$i := 1..4$$

$$DCF_i := \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

$$DCF = \begin{pmatrix} 5454.545 \\ 6776.86 \\ 9466.566 \\ 12840.653 \end{pmatrix}$$

$$NPV := I + \sum_i DCF_i$$

$$NPV = 14538.624$$

В данном решении необходимо обратить внимание на получение дисконтированных поступлений DCF. Так как по условию задачи поступления происходят в течение 4 лет, то и дисконтированных поступлений также будет 4. Формула для их получения не меняется, поэтому в данном случае удобно хранить все эти значения в виде вектора. Для получения конкретного значения вектора вводится индекс i (индекс элемента вектора). При этом необходимо задать границы изменения i до записи формулы получения DCF, иначе Mathcad выдаст ошибку, что переменная не определена. В данном случае i принимает значения 1, 2, 3, 4 (начинается с 1, так как ранее мы записали ORIGIN := 1), поэтому удобно определить i как ранжированную переменную.

Еще один момент связан с нахождением дисконтированной стоимости потока $\sum_i DCF_i$. Так как ранее мы определили значения, которые принимает i, то в данном случае возможна запись суммы по переменной i без указания диапазона изменения ее значений. То есть альтернативным вариантом записи является $\sum_{i=1}^{4} DCF_i$.

Решение данной задачи можно представить немного иначе.

Вариант 2

$r := 10\%$

$$CF := \begin{pmatrix} -20000 \\ 6000 \\ 8200 \\ 12600 \\ 18800 \end{pmatrix}$$

$i := 0..4$

$$DCF_i := \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

$$DCF = \begin{pmatrix} -20000 \\ 5454.545 \\ 6776.86 \\ 9466.566 \\ 12840.653 \end{pmatrix}$$

$$NPV := \sum_i DCF_i$$

$NPV = 14538.624$

В данном случае начальные инвестиции входят в вектор CF. При этом нумерация элементов CF начинается с 0. Это очень важно сделать, так как иначе будет не верна формула для расчета DCF (будет производиться дисконтирование инвестиций, что неверно).

. . . . . .



Пример

Пример 2.16

Общий объем инвестиций в открытие магазина: 900 тыс. руб. Предполагается, что годовой доход будет меняться следующим образом: 1-й год – 300 тыс. руб., 2-й год – 250 тыс. руб., 3-й год – 350 тыс. руб., 4-й год – 400 тыс. руб., 5-й год – 300 тыс. руб. Необходимо рассчитать срок, за который окупятся вложенные средства (для простого потока).

Решение в Mathcad

$$P := \begin{pmatrix} 0 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix} \qquad I := \begin{pmatrix} -900000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$CF := P + I$$

$$CF = \begin{pmatrix} -900000 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix}$$

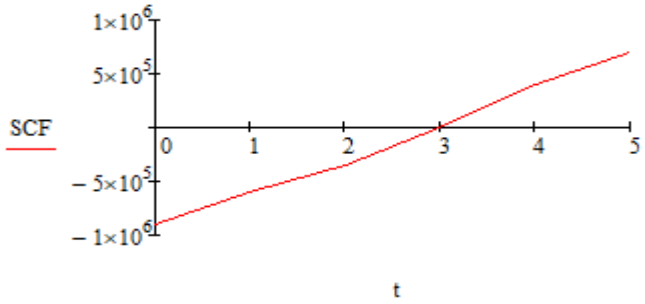
$$k := 0..5$$

$$SCF_k := \sum_{i=0}^{k} CF_i$$

$$SCF = \begin{pmatrix} -900000 \\ -600000 \\ -350000 \\ 0 \\ 400000 \\ 700000 \end{pmatrix}$$

$$pbp := 4 - 1 + \frac{-SCF_3}{CF_4} \qquad t := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$pbp = 3$$



В расчетах накопленные денежные потоки обозначены SCF. Проверить корректность найденного срока окупаемости можно графически. В данном примере явно виден срок окупаемости, так как по окончании третьего года инвестиции и доходы перекрывают все расходы (накопленный денежный поток равен 0).

. . . . . .



Пример

Пример 2.17

Условия те же, что и в примере 2.16. При этом ежегодные издержки магазина будут следующими: 1-й год – 50 тыс. руб., 2-й год – 75 тыс. руб., 3-й год – 50 тыс. руб., 4-й год – 100 тыс. руб., 5-й год – 30 тыс. руб. Необходимо рассчитать срок, за который окупятся вложенные средства.

Решение в Mathcad

$$P := \begin{pmatrix} 0 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix} \quad I := \begin{pmatrix} -900000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad Z := \begin{pmatrix} 0 \\ -50000 \\ -75000 \\ -50000 \\ -100000 \\ -30000 \end{pmatrix}$$

$CF := P + I + Z$

$$CF = \begin{pmatrix} -900000 \\ 250000 \\ 175000 \\ 300000 \\ 300000 \\ 270000 \end{pmatrix}$$

$k := 0..5$

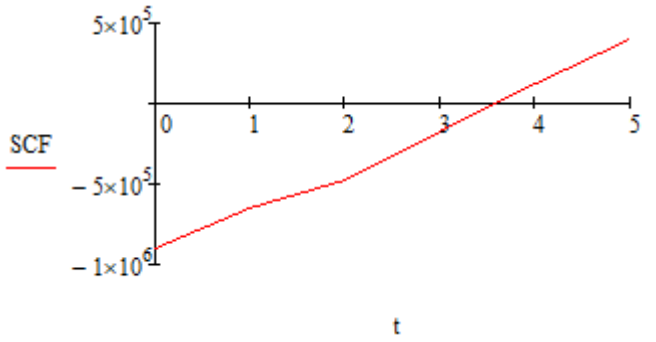
$$SCF_k := \sum_{i=0}^{k} CF_i$$

$$SCF = \begin{pmatrix} -900000 \\ -650000 \\ -475000 \\ -175000 \\ 125000 \\ 395000 \end{pmatrix}$$

$$pbp := 4 - 1 + \frac{-SCF_3}{CF_4}$$

$pbp = 3.583$

$$t := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$



Решение аналогично решению примера 2.16. Единственная разница в нахождении денежного потока CF (дополнительно учитываются издержки магазина Z).

. . . . . .



Пример 2.18

Условия те же, что и в примере 2.16. При этом ставка дисконтирования равна 5%. Необходимо рассчитать срок, за который окупятся вложенные средства.

Решение в Mathcad

$$P := \begin{pmatrix} 0 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix} \qquad I := \begin{pmatrix} -900000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$CF := P + I$$

$$CF = \begin{pmatrix} -900000 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix} \qquad t := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$k := 0..5$$

$$r := 0.05$$

$$DCF_k := \frac{CF_k}{(1+r)^{t_k}}$$

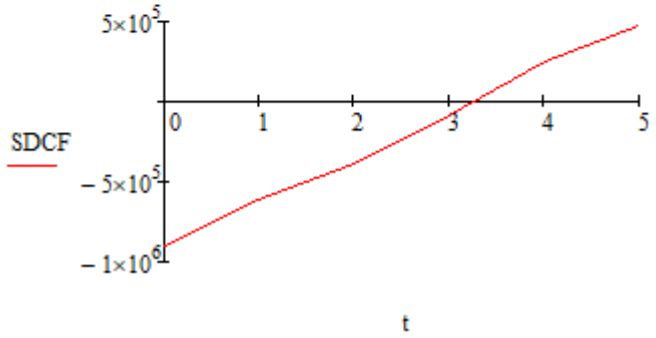
$$DCF = \begin{pmatrix} -900000 \\ 285714.286 \\ 226757.37 \\ 302343.159 \\ 329080.99 \\ 235057.85 \end{pmatrix}$$

$$SDCF_k := \sum_{i=0}^{k} DCF_i$$

$$SDCF = \begin{pmatrix} -900000 \\ -614285.714 \\ -387528.345 \\ -85185.185 \\ 243895.805 \\ 478953.655 \end{pmatrix}$$

$$dpbp := 4 - 1 + \frac{-SDCF_3}{DCF_4}$$

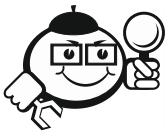
$$dpbp = 3.259$$



Решение аналогично решению примера 2.16 с разницей в том, что сначала находим дисконтированный денежный поток платежей DCF, а потом уже дисконтированные денежные потоки SDCF.

. . . . . .

Далее рассмотрим пример, как можно найти внутреннюю норму доходности.

. . . . .  Пример . . . . . .

Возьмем данные примера 2.16 из учебного пособия [1].

Общий объем инвестиций в открытие магазина: 900 тыс. руб. Предполагается, что годовой доход будет меняться следующим образом: 1-й год – 300 тыс. руб., 2-й год – 250 тыс. руб., 3-й год – 350 тыс. руб., 4-й год –

400 тыс. руб., 5-й год – 300 тыс. руб. Необходимо найти внутреннюю норму доходности инвестиционного проекта.

Решение в Mathcad

$$P := \begin{pmatrix} 0 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix} \qquad I := \begin{pmatrix} -900000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$CF := P + I$$

$$CF = \begin{pmatrix} -900000 \\ 300000 \\ 250000 \\ 350000 \\ 400000 \\ 300000 \end{pmatrix} \qquad t := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$k := 0..5$$

$$r := 0.05$$

$$ir := 0$$

GIVEN

$$CF_0 + \frac{CF_1}{(1+ir)} + \frac{CF_2}{(1+ir)^2} + \frac{CF_3}{(1+ir)^3} + \frac{CF_4}{(1+ir)^4} + \frac{CF_5}{(1+ir)^5} = 0$$

$$Find(ir) = 0.219$$

$$irr(CF) = 0.219$$

Для нахождения внутренней нормы доходности составляем уравнение: чистая дисконтированная стоимость npv = 0 относительно ir. Чтобы решить это уравнение, используем вычислительный блок Given-Find. Получаем искомое значение ir = 0.219. При этом мы можем проверить корректность найденного решения, для этого используем встроенную функцию Mathcad irr(). Получаем то же самое значение, т. е. задача решена верно.

. . . . . .



Пример 4.1

Фирма по сборке компьютеров предполагает производить выпуск 3 новых моделей при использовании комплектующих 5 типов. Маркетинговые исследования показали возможность сбыта компьютеров по приемлемым продажным ценам. Необходимые данные по запасам комплектующих и ценам приведены в таблице ниже. Определить оптимальные объемы выпуска компьютеров при имеющихся ресурсах для получения максимальной прибыли, а также остаток комплектующих.

Исходные данные примера 4.1

Вид комплектующих	Расход комплектующих (ед./изд.) Модели ПК			Запас комплектующих, ед.
	Модель 1	Модель 2	Модель 3	
1	4	6	5	240
2	1	3	4	145
3	5	2	3	155
4	2	2	2	60
5	1	2	3	70
Затраты на 1 изд.	1 800	2 700	2 100	
Цена реализации, усл. ед.	10 000	35 000	20 000	

Решение в Mathcad

$$c := (10000 \;\; 35000 \;\; 20000)$$

$$q := (1800 \;\; 2700 \;\; 2100)$$

$$d := c - q$$

$$a := \begin{pmatrix} 4 & 6 & 5 \\ 1 & 3 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \qquad B := \begin{pmatrix} 240 \\ 145 \\ 155 \\ 60 \\ 70 \end{pmatrix}$$

$$x := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$Z(x) := d \cdot x$$

Given

$a \cdot x \le B$

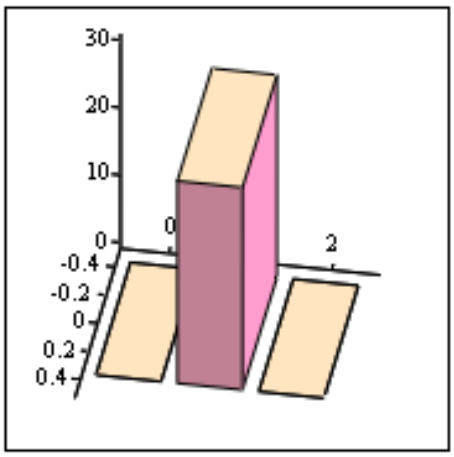
$x \ge 0$

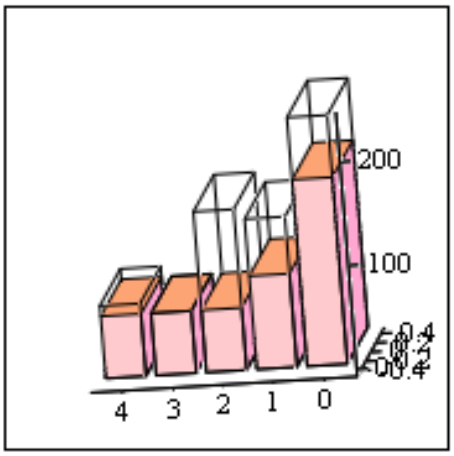
$$x := \text{Maximize}(Z, x)$$

$$x = \begin{pmatrix} 0 \\ 30 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$Z(x) = 969000$$

$$B - a \cdot x = \begin{pmatrix} 60 \\ 55 \\ 95 \\ 0 \\ 10 \end{pmatrix} \qquad B2 := a \cdot x$$





x^T $\qquad$ $B^T, B2^T$

Ход решения подробно описан в учебном пособии, поэтому все действия, выполняемые в Mathcad будут понятны. Здесь стоит обратить внимание на графики. График слева наглядно показывает, что количество ПК моделей 1 и 3 равно 0. График справа показывает разницу между исходным запасом комплектующих B и остатками комплектующих B2 (после выпуска продукции для достижения максимальной прибыли). Ресурс 4 будет дефицитным (так как при решении задачи нумерация элементов у нас начиналась с 0, на графике это значение 3).

. . . . . .

2.3 Задания на контрольную работу

Задание 1

Инвестор планирует вложить в проект некоторую сумму денег. Планируемые денежные потоки от операционной деятельности по годам представлены в таблицах по вариантам. Выполнить следующие действия для ставок дисконтирования $r = \begin{pmatrix} 2\% \\ 10\% \\ 25\% \end{pmatrix}$:

1. Определить финансовые показатели проекта: чистую дисконтированную стоимость, внутреннюю норму доходности проекта, индекс рентабельности, сроки окупаемости простого и дисконтированного потоков.

2. Построить финансовый профиль проекта (график накопленных денежных потоков и чистых дисконтированных стоимостей для разных ставок дисконтирования – на одном графике).

3. По индексу рентабельности сделать вывод, при каких ставках дисконтирования инвестору следует принять проект.

Вариант 1

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–500 000	–500 000
1	1 388 000	1 240 761	22 086		125 153
2	1 642 000	1 441 951	30 007		170 042
3	1 833 650	1 557 899	41 363		234 388
4	1 568 000	1 397 181	25 623		145 196

Вариант 2

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–400 000	–400 000
1	1 436 000	1 250 761	24 086		161 153
2	1 348 070	1 241 051	25 808		81 211
3	1 769 654	1 636 954	68 325		64 375
4	1 965 326	1 639 651	32 659		293 016

Вариант 3

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–64 000	–64 000
1	229 760	200 122	3 853		25 785
2	215 691	198 568	4 129		12 994
3	283 145	261 913	10 932		10 300
4	314 452	262 344	5 225		46 883

Вариант 4

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–84 000	–84 000
1	301 560	262 660	5 058		33 842
2	283 095	260 621	5 419		17 055
3	371 627	343 760	14 348		13 519
4	412 718	344 327	6 858		61 533

Вариант 5

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–116 000	–116 000
1	416 440	362 721	6 984		46 735
2	390 940	359 905	7 484		23 551
3	513 200	474 717	19 814		18 669
4	569 945	475 499	9 471		84 975

Вариант 6

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–110 000	–110 000
1	305 360	272 968	486		31 906
2	361 240	317 230	6 602		37 408
3	403 403	342 738	9 100		51 565
4	344 960	307 380	5 638		31 942

Вариант 7

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–190 000	–190 000
1	527 440	471 490	839		55 111
2	623 960	547 942	11 403		64 615
3	696 787	592 002	15 718		89 067
4	595 840	530 929	9 737		55 174

Вариант 8

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–12 600	–12 600
1	45 234	39 399	759		5 076
2	42 465	39 094	813		2 558
3	55 745	51 564	2 153		2 028
4	61 908	51 650	1 029		9 229

Вариант 9

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–15 120	–15 120
1	54 281	47 279	911		6 091
2	50 958	46 912	976		3 070
3	66 893	61 877	2 583		2 433
4	74 290	61 979	1 235		11 076

Вариант 10

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–68 000	–68 000
1	244 121	212 630	4 095		27 396
2	229 172	210 979	4 388		13 805
3	300 842	278 283	11 616		10 943
4	334 106	278 741	5 553		49 812

Вариант 11

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–96 000	–96 000
1	344 640	300 183	5 781		38 676
2	323 537	297 853	6 194		19 490
3	424 717	392 869	16 398		15 450
4	471 679	393 517	7 839		70 323

Вариант 12

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–25 600	–25 600
1	91 904	80 049	1 542		10 313
2	86 277	79 428	1 652		5 197
3	113 258	104 766	4 373		4 119
4	125 781	104 938	2 090		18 753

Вариант 13

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–25 600	–25 600
1	91 904	80 049	1 542		10 313
2	86 277	79 428	1 652		5 197
3	113 258	104 766	4 373		4 119
4	125 781	104 938	2 090		18 753

Вариант 14

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–18 560	–18 560
1	66 631	58 036	1 118		7 477
2	62 551	57 585	1 198		3 768
3	82 113	75 955	3 171		2 987
4	91 192	76 080	1 516		13 596

Вариант 15

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				–36 480	–36 480
1	130 964	114 070	2 197		14 697
2	122 944	113 184	2 354		7 406
3	161 393	149 291	6 232		5 870
4	179 238	149 537	2 979		26 722

Задание 2

Корпорация Apple выпускает продукцию двух видов: iPhone 13 и iPhone 13 pro. Продукция обоих видов поступает в продажу. Для производства iPhone двух видов используются три типа комплектующих: разъемы, микросхемы, шлейфы. Данные по запасам комплектующих, их расходам и ценам приведены в таблицах по вариантам. Найти:

1. Какое количество iPhone каждого вида должна производить корпорация для получения максимальной прибыли? Каков размер максимальной

прибыли Apple? Постройте трехмерную гистограмму, на которой покажите количество израсходованных комплектующих и их остаток. Поясните, сколько и каких комплектующих будет потрачено, какие из них являются дефицитными.

2. Определите прибыль Apple при заданном плане P и имеющихся ресурсах. Можно ли выполнить такой план? Построить трехмерную гистограмму, на которой показать количество израсходованных комплектующих и их остаток. Поясните, как изменилась прибыль относительно максимальной (найденной в п. 1), что произошло с расходом и остатками комплектующих.

Вариант 1

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	2	4	160
Микросхемы	1	3	200
Шлейфы	3	2	200
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 30 \\ 10 \end{pmatrix}$$

Вариант 2

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	5	5	100
Микросхемы	2	6	130
Шлейфы	3	5	110
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 18 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Вариант 3

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	2	5	215
Микросхемы	3	2	190
Шлейфы	4	1	205
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 32 \\ 13 \end{pmatrix}$$

Вариант 4

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	2	4	180
Микросхемы	2	4	220
Шлейфы	2	3	230
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 12 \\ 20 \end{pmatrix}$$

Вариант 5

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	4	8	172
Микросхемы	2	6	220
Шлейфы	6	4	242
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 8 \\ 15 \end{pmatrix}$$

Вариант 6

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	8	16	640
Микросхемы	4	12	800
Шлейфы	12	8	800
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 30 \\ 11 \end{pmatrix}$$

Вариант 7

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	6	12	480
Микросхемы	3	9	600
Шлейфы	9	6	600
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 15 \\ 12 \end{pmatrix}$$

Вариант 8

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	6	12	540
Микросхемы	6	12	660
Шлейфы	6	9	690
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 22 \\ 19 \end{pmatrix}$$

Вариант 9

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	8	16	720
Микросхемы	8	16	880
Шлейфы	8	12	920
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 63 \\ 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 10

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	25	25	500
Микросхемы	10	30	650
Шлейфы	15	25	550
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 11

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	15	15	300
Микросхемы	6	18	390
Шлейфы	9	15	330
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 9 \\ 11 \end{pmatrix}$$

Вариант 12

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	4	10	430
Микросхемы	6	4	380
Шлейфы	8	2	410
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 22 \\ 27 \end{pmatrix}$$

Вариант 13

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	4	10	430
Микросхемы	6	4	380
Шлейфы	8	2	410
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 46 \\ 21 \end{pmatrix}$$

Вариант 14

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	10	25	1075
Микросхемы	15	10	950
Шлейфы	20	5	1025
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 20 \\ 31 \end{pmatrix}$$

Вариант 15

Вид комплектующих	Расход комплектующих на ед. изделий		Запас комплектующих, ед.
	iPhone 13	iPhone 13 pro	
Разъемы	14	35	1505
Микросхемы	21	14	1330
Шлейфы	28	7	1435
Затраты на 1 изд.	5 000	6 000	
Цена реализации, руб.	70 000	80 000	

$$P = \begin{pmatrix} 38 \\ 27 \end{pmatrix}$$

2.4 Критерии оценивания работы

При отправке студентом на проверку только одного файла (или отчет, или файл Mathcad) работа возвращается студенту на доработку без проверки преподавателя.

Критерий	**Балл**		
	0	**1**	**2**
Работа выполнена в соответствии со своим номером варианта, и он указан в отчете	Выполнен не свой вариант или номер варианта не указан	Выполнен свой вариант, но номер варианта указан неверно	Да
Приведены скриншоты выполнения заданий	Нет (не хватает 4 и более скриншотов)	Частично (не хватает не более 3 скриншотов)	Да
Все задания выполнены верно	Нет (есть 3 и более ошибок)	Частично (есть не более 2 ошибок)	Да
В отчете приведены все необходимые пояснения	Нет (не хватает 3 и более пояснений)	Частично (не хватает не более 2 пояснений)	Да

Критерий	**Балл**		
	0	**1**	**2**
Титульный лист оформлен по шаблону	Нет (есть 3 и более недочетов)	Частично (есть не более 2 недочетов)	Да
Присутствуют все структурные элементы отчета	Нет (не хватает 2 и более элементов)	Частично (не хватает 1 элемента)	Да
Отчет оформлен по ОС ТУСУР 02-2021	Нет (есть 3 и более недочетов)	Частично (есть не более 2 недочетов)	Да

Для получения зачета по контрольной работе необходимо набрать 9 баллов и выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перминова, М. Ю. Компьютерное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / М. Ю. Перминова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2022. – 147 с.

2. Перминова, М. Ю. Компьютерное моделирование экономических процессов : метод. указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для студентов направления «Бизнес-информатика» (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс] / М. Ю. Перминова. – Томск : ТУСУР, 2022. – 25 с. – URL: https://edu.study.tusur.ru/publications/9471 (дата обращения: 26.07.2022).

3. Самоучитель работы с универсальной математической системой Mathcad [Электронный ресурс] / сост. С. И. Калмыкова ; Волгогр. гос. с.-х. акад. – Волгоград, 2006. – 72 с. – URL: https://www.volgau.com/Portals/0/common/13/130315/method_mathcad.pdf (дата обращения: 26.07.2022).

Дополнительные источники по организации самостоятельного обучения

1. Гид студента : электронный курс [Электронный ресурс]. – URL: https://study.tusur.ru/tdo (Меню студента – Гид студента).

2. Современные образовательные технологии [Электронный ресурс] / под общ. ред. Л. Л. Рыбцовой. – М. : Юрайт, 2020. – 92 с. – URL: https://urait.ru/viewer/sovremennye-obrazovatelnye-tehnologii-454848#page/1 (дата обращения: 06.04.2022).

3. Куклина, Е. Н. Организация самостоятельной работы студента [Электронный ресурс] / Е. Н. Куклина, М. А. Мазниченко, И. А. Мушкина. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2020. – 235 с. – URL: https://urait.ru/viewer/organizaciya-samostoyatelnoy-raboty-studenta-452858#page/1 (дата обращения: 06.04.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Шаблон титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра автоматизации обработки информации (АОИ)

Контрольная работа по дисциплине

«Компьютерное моделирование экономических процессов»

Студент гр. ___

_____ И. О. Фамилия

«___»_____20__ г.

Руководитель

канд. техн. наук, доцент кафедры АОИ

_____ М. Ю. Перминова

«___»_____20__ г.

Томск 20__